



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην
Επιστήμη Οίνου και Ζύθου
Κατεύθυνση: Ζύθος**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Οδηγός εγκατάστασης και καλλιέργειας λυκίσκου στην Ελλάδα

Του

Αγγελίδη Γεώργιου

AM 19202

Παρουσιάστηκε για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων για την απονομή του Μεταπτυχιακού Τίτλου Σπουδών στο Τμήμα Επιστημών Οίνου, Αμπέλου & Ποτών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Επιβλέπων: Δρ. Παναγιώτης Ταταρίδης

ΑΘΗΝΑ, 2023



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF FOOD SCIENCES
DEPARTMENT OF WINE, VINE & BEVERAGE SCIENCES**

**Master of Science in
Wine and Beer Science
Option: Beer**

**Master Thesis
Hop establishment and cultivation guide in Greece**

By

Georgios Angelidis

AM 19202

Presented for the partial fulfillment of the obligations for the award of the
Master's Degree in the Department of Wine, Vine and Beverage Sciences
of the University of West Attica

Supervisor: Dr. Panagiotis Tataridis

Athens, 2023

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Αγγελίδης Γιώργος του Ηλία**, με αριθμό μητρώου **19202** φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επιστήμη Οίνου και Ζύθου» κατεύθυνση «Ζύθος» του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 12 μήνεςκαι έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*



Ο Δηλών

*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα** **Ταταρίδης Παναγιώτης, Επίκουρος Καθηγητής**

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

** Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):*

https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf

Διασαφήσεις

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «**Οδηγός εγκατάστασης και καλλιέργειας λυκίσκου στην Ελλάδα**» που παρουσιάστηκε από τον **ΓΕΩΡΓΙΟ ΑΓΓΕΛΙΔΗ** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “Hop establishment and cultivation guide in Greece” presented by **GEORGIOS ANGELIDIS** and we affirm that it is accepted.

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 1ου Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 1st Commission Member):**

Δρ. Ταταρίδης Παναγιώτης

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 2^{ου} Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 2nd Commission Member):**

Δρ. Σεχάντε Αντνάν

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 3^{ου} Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 3rd Commission Member):**

Δρ. Κεχαγιά Δέσποινα

Περίληψη

Η καλλιέργεια λυκίσκου (*Humulus lupulus L.*) στην Ελλάδα, παρόλο την δυνατότητα αποδοτικής καλλιέργειας και ευδοκίμησης, δεν είναι διαδεδομένη και σχεδόν εκλείπει, όπως επίσης και η επιστημονική έρευνα στο πεδίο αυτό, προσανατολισμένη στο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας.

Με την ραγδαία αύξηση της βιομηχανίας χειροποίητου ζύθου σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και στην Ελλάδα, το ενδιαφέρον για καλλιέργεια λυκίσκου αυξάνεται, τόσο για την εγχώρια αγορά όσο και για εξαγωγές, καθιστώντας την καλλιέργεια λυκίσκου μια υποσχόμενη επένδυση.

Σκοπός αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη, η επισκόπηση επιστημονική βιβλιογραφίας της καλλιέργειας λυκίσκου και η συγγραφή ενός οδηγού καλλιέργειας στην Ελλάδα.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκοπός της μελέτης είναι η εκτίμηση της ευδοκίμησης του φυτού στο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας, των ευκαιριών και περιορισμών που παρουσιάζει η καλλιέργεια λυκίσκου στην Ελλάδα, η παρουσίαση των βοτανικών και χημικών χαρακτηριστικών του φυτού, του τρόπου και των βημάτων της εγκατάστασης της καλλιέργειας, της διαχείρισης της καλλιέργειας, της αναλυτικής περιγραφής των καλλιεργητικών τεχνικών, των επεξεργασιών των κώνων του λυκίσκου και η εκτίμηση των οικονομικών στοιχείων της επένδυσης, όπως του κόστους επένδυσης, των στρεμματικών αποδόσεων και του πιθανού γεωργικού εισοδήματος με βάση ελληνικά δεδομένα.

Λέξεις κλειδιά: Λυκίσκος, καλλιέργεια λυκίσκου, υποστύλωση, συγκομιδή, κόστος επένδυσης, στρεμματικές αποδόσεις

Abstract

The cultivation of hop (*Humulus lupulus L.*) is not quite widespread in Greece, in fact it is almost absent, although there is a potential for cultivation and adequate yields. There is also lack of scientific research in this field regarding to the Greek Mediterranean climate,. With the rapid increase of craft brewing industry worldwide as well as in Greece, the interest for hop cultivation increases for domestic market as well as for exports, making hop cultivation a promising investment.

The aim of this postgraduate thesis is the study, overview of hop cultivation in Greece and the writing of a hop cultivation guide.

More specifically, the objective of this study is the evaluation of the cultivation of the hop plant in Greek Mediterranean climate, of the opportunities and the limitations which hop cultivation presents in Greece, the presentation of the botanical and chemical characteristics of hop, of the means and steps of cultivation establishment, of the cultivation management, of the analytical description of cultural practices, of the processes for hop cones production and the evaluation of economical elements such as the cost of investment, the yield per hectare and the potential farm income based on Greek data.

Keywords: Hop, hop cultivation, trellising, harvest, cost of investment, yields per hectare

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παναγιώτη Ταταρίδη, για την πολύτιμη συμβολή του στην συγγραφή αυτής της διατριβής, για όσα με δίδαξε, για την καθοδήγηση του και για το συνολικό του έργο ως καθηγητής που αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για εμένα. Επίσης, τους Μάριο Πουλημά και Δημήτρη Μανάβη για την βοήθεια και την παροχή πληροφοριών για την καλλιέργεια λυκίσκου τους, την μοναδική επαγγελματική καλλιέργεια λυκίσκου στην Ελλάδα, Mythodea Hellas Hops. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την αγαπημένη μου, Ελένη Ροσολύμου, για την βοήθεια και την υποστήριξη της.

Βιβλιογραφικό CV

Αγγελίδης Γεώργιος

Μεταπτυχιακός Τίτλος Σπουδών
«Επιστήμη Οίνου και Ζύθου», κατεύθυνση: Ζύθος

Τίτλος:	Οδηγός εγκατάστασης και καλλιέργειας λυκίσκου στην Ελλάδα
Επιστημονικό Πεδίο:	Επιστήμης και Τεχνολογίας Ζύθου
Βιογραφικά Στοιχεία:	Hammel Terres de Vins (Βοηθός Οινολόγου, 2022) Ζέος Ζυθοποιία Α.Ε. (Ζυθοποιός, 2021),
Εκπαίδευση:	Απόφοιτος του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Εκπλήρωσε τις απαιτήσεις για το Μεταπτυχιακό Τίτλο Σπουδών Επιστήμη Οίνου & Ζύθου με κατεύθυνση: Ζύθος, στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Επιστημών Οίνου, Αμπέλου & Ποτών, το Φεβρουάριο, 2023.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	i
Abstract	ii
Βιβλιογραφικό CV	iv
Πίνακας Περιεχομένων	v
Κατάλογος Εικόνων	vii
Κατάλογος Πινάκων	xv
1. Εισαγωγή	1
2. Θεωρητικό Μέρος Καλλιέργειας Λυκίσκου	2
2.1 <i>Λυκίσκος</i>	2
2.1.1 Ταξινόμηση	2
2.1.2 Βοτανική Περιγραφή	6
2.1.3 Χημική Σύσταση Λυκίσκου	13
2.2 <i>Καλλιέργεια Λυκίσκου</i>	22
2.2.1 Ιστορικά Στοιχεία	25
2.2.2 Τοποθεσία Καλλιέργειας	29
2.2.3 Ποικιλίες Λυκίσκου	42
2.2.4 Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Καλλιέργειας	53
2.2.5 Διαχείριση καλλιέργειας λυκίσκου	122
2.2.6 Συγκομιδή	174
2.3 <i>Επεξεργασία Λυκίσκου</i>	188
2.3.1 Ξήρανση	188
2.3.2 Μορφοποίηση (Σφαιροποίηση)	197
2.3.3 Συσκευασία	199
2.4 <i>Αποθήκευση Λυκίσκου</i>	202
2.5 <i>Παράγοντες Επιρροής Ποιότητας Λυκίσκου</i>	206
2.5.1 Περιβαλλοντικές συνθήκες	206
2.5.2 Καλλιεργητικές Τεχνικές	208
2.5.3 Τεχνικές Επεξεργασίας	209
2.6 <i>Πρώθηση και Εμπορευματοποίηση</i>	210
3. Οικονομοτεχνική Μελέτη	214
3.1 <i>Κόστος Επένδυσης</i>	214

3.1.1.Κόστη Εγκατάστασης	216
3.1.3 Κόστος Αγοράς Μηχανημάτων	222
3.1.2 Ετήσια Κόστη	225
3.2 Στρεμματικές Αποδόσεις Λυκίσκου και Εκτιμώμενες Τιμές Πώλησης	229
3.3 Καθαρό Γεωργικό Εισόδημα	235
4. Συμπεράσματα	236
5. Βιβλιογραφία	239

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Υπόγειο τμήμα του φυτού του λυκίσκου (Rybáček, 1991).	8
Εικόνα 2. Κληματοειδής βλαστός λυκίσκου περιτυλιγμένος σε σχοινί κατά την φορά των δεικτών ρολογιού (Dodds, 2017)	8
Εικόνα 3. Διάφορα φύλλα λυκίσκου (Neve, 1991).	9
Εικόνα 4. Άνθη θηλυκού φυτού λυκίσκου (Dodds, 2017).	10
Εικόνα 5. Κάθετη τομή ώριμου άκαρπου θηλυκού άνθους λυκίσκου, κώνος: Μίσχος (strig), βρακτεόλη (bracteole), βράκτιο (bract) και αδένες λουπουλίνης (lupulin glands) που περιέχουν τις ρητίνες και τα αιθέρια έλαια του λυκίσκου.	11
Εικόνα 6. Άνθη αρσενικού φυτού λυκίσκου (Dodds, 2017).	12
Εικόνα 7. Καρπός - αχάινιο: 1 - αχάινιο, 2 - σπόρος, 3 – τομή σπόρου (a – περίβλημα σπόρου, b – υαλώδης στρώση κάτω από το περίβλημα σπόρου, c - έμβρυο, d – ενδοσπέρμιο) (Rybáček, 1991).	12
Εικόνα 8. Ρητίνες λυκίσκου και τα προϊόντα μετασχηματισμού τους (Neve, 1991).	14
Εικόνα 9. Χημικές δομές των κύριων συστατικών και εν δυνάμει αρωματικών στα αιθέρια έλαια του λυκίσκου και στην μύρα (Eyres & Dufour, 2008).	17
Εικόνα 10. Κώνος λυκίσκου. 1) Μίσχος, 2) κεντρικός άξονας, 3) άνθη, 4) βράκτια, 5) αδένες λυκίσκου (Kunze, 2004).	18
Εικόνα 11. Στα συστατικά των σκληρών ρητινών του λυκίσκου περιλαμβάνονται η ξανθοχουμόλη (8), η ίσο - ξανθοχουμόλη (9) και η φλαβόνη (10) (Neve, 1991).	19
Εικόνα 12. Πρώιμη ιατρική χρήση των λυκίσκων (Sirrione et al., 2010).	26
Εικόνα 13. Περιοχές ανάπτυξης και καλλιέργειας λυκίσκου (BarthHaas, 2022).	30
Εικόνα 14. Λυκίσκος στην περιοχή Αιγάλεω Αττικής (Προσωπικό Αρχείο, 2022).	30
Εικόνα 15. Διάρκεια ημέρας, ώρες ανατολής και δύσης ανά μήνα στην Ελλάδα (Pezororia, 2004).	32
Εικόνα 16. Ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας από τον μετεωρολογικό σταθμό της Νέας Φιλαδέλφειας Αττικής (Emy, 2017).	33
Εικόνα 17. Χάρτης ετήσιας βροχόπτωσης στην Ελλάδα, όπου διαφαίνονται οι ισόθερμες του μήνα Ιουλίου με κόκκινο χρώμα (Ναβροζιόδου, 2016).	36
Εικόνα 18. Εύρος βέλτιστων τιμών pH εδάφους για καλλιέργεια λυκίσκου, όπως μετρήθηκε σε χλωριούχο ασβέστιο (CaCl ₂) (Dodds, 2017).	39
Εικόνα 19. Οι άνεμοι μπορούν προκαλέσουν σχίσιμο, θραύση στους πλευρικούς βλαστούς του λυκίσκου που φέρουν κώνους και να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση (Dodds, 2017).	40

Εικόνα 20. Θερμοί άνεμοι μπορεί να οδηγήσουν σε κάψιμο των ανθών και των κόνων του λυκίσκου (Dodds, 2017).....	40
Εικόνα 21. Στύλοι και δικτυωτός ανεμοφράκτης στη πλευρά που είναι απέναντι στη φορά του ανέμου (Dodds, 2017).....	41
Εικόνα 22. Το βιβλίο “ <i>A Perfite Platforme of a Horpe Garden</i> ”, γράφτηκε το 1574 από έναν χωρικό γαιοκτήμονα τον Reynolde Scot. Είναι το πρώτο βιβλίο γραμμένο στην αγγλική γλώσσα για το πως να καλλιεργήσεις λυκίσκο (Eyck & Gehring, 2015).....	42
Εικόνα 23. Κώνοι αμερικάνικης ποικιλίας λυκίσκου Cascade (Northwestbeerguide, 2019).	50
Εικόνα 24. Δειγματολήπτης εδάφους (Eyck & Gehring, 2015).....	54
Εικόνα 25. Σύστημα υποστύλωσης λυκίσκου (Holland et al., 2017).....	58
Εικόνα 26. Ακραίοι τεθλασμένοι στύλοι και ευθύγραμμοι στύλοι συστήματος υποστύλωσης λυκίσκου (Fedderson, 2016).	60
Εικόνα 27. Χαλύβδινο σύστημα υποστύλωσης λυκίσκου (Arnett & Sonco, 2018).	61
Εικόνα 28. Οι τρύπες μπορούν να σκαφτούν με έναν εκσκαφέα τρυπών για πασσάλους ή με ένα τρυπάνι για τρύπες πασσάλων. Το βάθος της τρύπας θα πρέπει να είναι 10 % ολοκλήρου του στύλου συν 0,6 m και το πλάτος θα πρέπει να είναι περίπου το διπλάσιο σε πλάτος από την διάμετρο του στύλου. Εάν οι εξωτερικοί στύλοι τοποθετηθούν τεθλασμένα θα πρέπει οι τρύπες να σκαφτούν υπό γωνία (Cochran & Takle, 2016).	64
Εικόνα 29. Τοποθέτηση και μετακίνηση στύλων με ελκυστήρα (Eyck & Gehring, 2015). ...	64
Εικόνα 30. Οι εσωτερικοί στύλοι απέχουν όχι περισσότερο από 17 m εντός σειράς εάν χρησιμοποιείται η διάταξη σκακιέρας. Ο στύλος θα πρέπει να τοποθετηθεί σε βάθος 10% του στύλου συν 0,6 m. Στο τέλος της σειράς, οι εσωτερικοί στύλοι θα απέχουν 8,5 m από τους ακραίους τεθλασμένους στύλους, αλλάζοντας από βόρεια σε νότια όπως απεικονίζεται παραπάνω (Cochran & Takle, 2016).....	67
Εικόνα 31. Το συρματόσχοινο χρησιμοποιείται για να αγκιστρώνει τους ακραίους στύλους στο έδαφος. Επίσης διατρέχει κατά μήκος στις κορυφές των στύλων, διαμορφώνοντας το υψωμένο σύστημα υποστύλωσης που θα στηρίζει τους λυκίσκους (Eyck & Gehring, 2015).	72
Εικόνα 32. Το άγκιστρο εδάφους είναι ένα επιμηκυμένο μέταλλο, σχήματος βίδας, το οποίο τρυπάει το έδαφος, αγκιστρώνοντας το συρματόσχοινο στήριξης των ακραίων στύλων (Eyck & Gehring, 2015) (Schmidthops, 2022b).....	75
Εικόνα 33. Εγκοπή ξύλινου στύλου για την αποφυγή γλιστρήματος του συρματόσχοινου (Arnett & Sonco, 2018).	76
Εικόνα 34. Σύνδεση αγκίστρων εδάφους με την κορυφή του στύλου σχήματος «T» στην κορυφή του σε χαλύβδινο σύστημα υποστύλωσης (Arnett & Sonco, 2018).	77
Εικόνα 35. Άγκιστρο σχήματος μαστουνιού (Arnett & Sonco, 2018).	77

Εικόνα 36. Ο εντατήρας του ακραίου συρματόσχοινου συνδέει το ακραίο συρματόσχοινο με το άγκιστρο εδάφους (Eyck & Gehring, 2015).	78
Εικόνα 37. Συσκευή εντατήρα η οποία δεν επιτρέπει στο συρματόσχοινο να κάνειπισωγύρισμα (Arnett & Sonco, 2018).	78
Εικόνα 38. Κοχλιωτός εντατήρας (Arnett & Sonco, 2018).	79
Εικόνα 39. Ο γάντζος συνδέει τον εντατήρα από το άγκιστρο εδάφους στην κορυφή του ακραίου στύλου (Eyck & Gehring, 2015).	79
Εικόνα 40. Βίδες που ασφαλίζουν με παξιμάδια, συνδέουν τα εξαρτήματα του συρματόσχοινου με την κορυφή των στύλων (Eyck & Gehring, 2015).	80
Εικόνα 41. Τα αδιέξοδα ασφαλίζουν το συρματόσχοινο και συνδέεται στα εξαρτήματα πάνω στο στύλο (Eyck & Gehring, 2015).	81
Εικόνα 42. Το παξιμάδι δαχτυλήθρας οφθαλμού και η πλάκα συνδέει το συρματόσχοινο στην μεριά του ακραίου στύλου που βλέπει προς την μεριά του αγρού (Eyck & Gehring, 2015).	81
Εικόνα 43. Ο Σφικτήρας Δύο Βιδών και οι συνδετήρες ασφαλίζουν το συρματόσχοινο στην κορυφή των στύλων στο αγρό λυκίσκου (Eyck & Gehring, 2015).	82
Εικόνα 44. Ο «Κούκος» χρησιμοποιείται για την σύνδεση των περιτυλιγμένων σχοινιών στο συρματόσχοινο κορυφής, στην Γερμανία (Neve, 1991).	83
Εικόνα 45. Δέσιμο σχοινιών στα συρματόσχοινα (Roguefarmsblog, 2015).	83
Εικόνα 46. Ένας ολοκληρωμένος ναυτικός κόμπος και πως δένεται (Eyck & Gehring, 2015).	84
Εικόνα 47. Ο συνδετήρας «W» είναι ένα εργαλείο το οποίο αγκιστρώνει το άκρο του σχοινιού εντός του εδάφους (Eyck & Gehring, 2015).	84
Εικόνα 48. Εφαρμογέας συνδετήρα «W» (Eyck & Gehring, 2015).	85
Εικόνα 49. Ενσωμάτωση του συνδετήρα «W» που συγκρατεί το σχοινί προσκείμενα στο φυτό του λυκίσκου (Eyck & Gehring, 2015).	85
Εικόνα 50. Χαμηλό σύστημα υποστύλωσης (Morton, 2013).	87
Εικόνα 51. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστύλωσης λυκίσκου «κοντάρι σημαίας» (Pinterest, 2022a).	88
Εικόνα 52. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστύλωσης λυκίσκου «αντίσκηνο» (Pinterest, 2022b).	88
Εικόνα 53. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστύλωσης λυκίσκου «γραμμή απλώματος ρούχων» (Pinterest, 2022c).	89
Εικόνα 54. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστύλωσης λυκίσκου «οικιακό γείσο» (Pinterest, 2022d).	90
Εικόνα 55. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστύλωσης λυκίσκου «πέργκολα» (Pinterest, 2022e).	91

Εικόνα 56. Επαγγελματικός απλός ευθύγραμμος σχεδιασμός συστήματος υποστύλωσης (Pinterest, 2022f).....	92
Εικόνα 57. Επαγγελματικός ευθύγραμμος σχεδιασμός συστήματος υποστύλωσης (Schmidt, 2021).....	92
Εικόνα 58. Ευθύγραμμος σχεδιασμός με εντός γραμμής σχήμα τύπου «V» (Schmidt, 2021).	93
Εικόνα 59. Υψηλής πυκνότητας επαγγελματικός σχεδιασμός τύπου «V» (Schmidt, 2021). .	94
Εικόνα 60. Λυκίσκοι λίγο πριν την συγκομιδή, ανεπτυγμένοι σε σύστημα υποστύλωσης υψηλής πυκνότητας τύπου «V» (Dodds, 2017).	95
Εικόνα 61. Ευθύγραμμος σχεδιασμός και σχεδιασμός τύπου «V» που χρησιμοποιήθηκαν στην καλλιέργεια λυκίσκου GCREC: A) κατόψεις συστημάτων υποστύλωσης, και B) διαγράμματα συστημάτων υποστύλωσης (Agehara et al., 2020).	95
Εικόνα 62. Εύρος εδαφών που μπορεί να καλλιεργηθεί ο λυκίσκος (ελαφρά αμμώδη έως αργιλώδη) με βάση το τρίγωνο ταξινόμησης εδαφών (δομημένο βάσει των περιεχόμενων ποσοστών κατά βάρος της άμμου, της ιλύς, και του αργίλου εντός εδάφους (Jackson, 2019).	100
Εικόνα 63. Ψεκαστήρας τοποθετημένος στον στύλο υποστύλωσης (Dodds, 2017).....	103
Εικόνα 64. Διάταξη εκτοξευτήρα για άρδευση καλλιέργειας λυκίσκου: a – σταθερός πυλώνας, b – κάθετος σωλήνας επέκτασης, c – σημείο περιστροφής για ανύψωση και κατέβασμα του εκτοξευτήρα, d – λαστιχένιος σωλήνας, e – σταθερή γραμμή σωλήνων τοποθετημένη επί γης ή στους σταθερούς πυλώνες, f – σωλήνας διακλάδωσης με βαλβίδα, g – συρματοσχοινο για την ανύψωση και κατέβασμα του εκτοξευτήρα, συνεχείς γραμμές - εκτοξευτήρας σε θέση λειτουργίας, διακεκομμένες γραμμές - εκτοξευτήρας σε θέση συντήρησης (Rybáček, 1991).	104
Εικόνα 65. Άρδευση τύπου zonal για αγρό λυκίσκου: a- μεταφερόμενος εκτοξευτήρας με πολλούς πίδακες, b- διανομή νερού (Rybáček, 1991).....	106
Εικόνα 66. Συνδυασμός σταθερού εκτοξευτήρα με σύστημα περιτυλιγμένης μάνικας: 1 – αυτό - τυλιγόμενο τύμπανο της γραμμής άρδευσης, 2 - σταθερός εκτοξευτήρας λίγο πριν την λειτουργία του, 3 - σταθερός εκτοξευτήρας σε λειτουργία, 4 - σταθερός εκτοξευτήρας μετά την λειτουργία του (Rybáček, 1991).	107
Εικόνα 67. Πλημμυρισμένη καλλιέργεια λυκίσκου από άρδευση με αυλάκια (Google, 2022).	108
Εικόνα 69. Δύο γραμμές στάγδην άρδευσης παρέχουν νερό σε ένα νέο - φυτεμένο φυτό λυκίσκου (Jackson, 2019).	109

Εικόνα 70. Στάγδην άρδευση με σταλάκτες τοποθετημένους με διακορευτή (Icarda, 2022).	110
Εικόνα 71. Στάγδην άρδευση με σταλάκτες τοποθετημένους με διακορευτή (Rainbird, 2022).	110
Εικόνα 72. Στάγδην άρδευση με σταλάκτες σε προκαθορισμένα σημεία (Captainpolyplast, 2019).	111
Εικόνα 73. Η άρδευση με ταυτόχρονη λίπανση μπορεί να είναι τόσο απλή όσο μια μονάδα Dosatron® εντός της γραμμής (Dodds, 2017).	112
Εικόνα 74. Ένα βασικό σύστημα έγχυσης άρδευσης υδρολίπανσης (Dodds, 2017).	112
Εικόνα 75. Ένα πιο περίπλοκο σύστημα ικανό να διανέμει πολλαπλά προϊόντα λίπανσης ταυτόχρονα έγχυσης (Dodds, 2017).	112
Εικόνα 76. Ανυψωμένος σταλακτοφόρος σωλήνας σε καλλιέργεια λυκίσκου (Elford, 2014).	113
Εικόνα 77. Υπόγειο σταλακτοφόρο σύστημα άρδευσης (Irrigation - gr, 2022).	115
Εικόνα 78. Κατάλληλη τοποθέτηση φύτευσης ριζώματος (Fisher & Fisher, 1998).	120
Εικόνα 79. Ριζώματα λυκίσκου (Sirrione et al., 2010).	120
Εικόνα 80. Ετήσιος κύκλος του λυκίσκου (Rybáček, 1991).	123
Εικόνα 81. Εκκίνηση και βλάστηση του βλαστού του λυκίσκου: 1. ενεργοποιημένος οφθαλμός, 2. εξαπλωμένος ανεπτυγμένος οφθαλμός, 3. υπόγεια ανάπτυξη, 4. βλαστημένος βλαστός (Rybáček, 1991).	124
Εικόνα 82. Φαινολογικές φάσεις του φυτού του λυκίσκου: 1 - ανάπτυξη των υπέργειων φυτικών μερών (a - βλάστηση, b - ανάπτυξη των τριών μεσογονατίων του βλαστού, c - έναρξη ανάπτυξης του βλαστού, d - έναρξη ανάπτυξη ιούλων), 2 - ανάπτυξη της ταξιανθίας (a - 1/4, b - 1/2, c - 3/4, d - πλήρως ανεπτυγμένη ταξιανθία), 3 - ανάπτυξη του κώνου (a - 1/4, b - 1/2, c - 3/4, d - πλήρως ανεπτυγμένος κώνος) (Rybáček, 1991).	126
Εικόνα 83. Κύρια στάδια ανάπτυξης του λυκίσκου προερχόμενα από το σύστημα BBCH. 1) Βλάστηση, 2) ανάπτυξη φύλλων, 3) επιμήκυνση βλαστών, 4) διαμόρφωση των πλευρικών βλαστών, 5) ανάδυση ανθέων, 6) άνθηση, 7) ανάπτυξη των κώνων, 8) ωρίμανση των κώνων και 9) μααρασμός-γήρανση (έναρξη λήθαργου) (Dodds, 2017).	129
Εικόνα 84. Χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων διαχείρισης καλλιέργειας λυκίσκου στο βορειοδυτικό Μίσιγκαν (Sirrione et al., 2021).	131
Εικόνα 85. Πρόσληψη αζώτου για δύο αγρούς παραγωγής λυκίσκου ποικιλίας «Willamette» κατά τος έτος 1992 (Gingrich et al., 2000).	135

Εικόνα 86. Καλλιεργητές στις Η.Π.Α χρησιμοποιούν πλατφόρμες ρυμουλκόμενες από ελκυστήρες για να μειώσουν τα εργατικά κόστη κατά την διαδικασία τοποθέτησης σχοινιών (Dodds, 2017).....	140
Εικόνα 87. Η τοποθέτηση των σχοινιών και η περιτύλιξη των κληματοειδών βλαστών αποτελούν δύο από τις πιο απαιτητικές εργασίες και επιτελούνται την άνοιξη (Dodds, 2017).	141
Εικόνα 88. Κύκλος ζωής του <i>Pseudoperonospora humuli</i> στο λυκίσκο (Lizotte & Miles, 2020a).....	144
Εικόνα 89. Ακίδα, ως αποτέλεσμα προσβολής από περονόσπορο (Sirrione et al., 2010).	145
Εικόνα 90. Περονόσπορος σε στροβίλους λυκίσκου (Sirrione et al., 2010).	146
Εικόνα 91. Ένα σύνηθες φύλλο λυκίσκου με συμπτώματα φυλλώματος, προσβολής ωιδίου, που προκλήθηκαν από <i>Podosphaera macularis</i> (Sirrione et al., 2010).	147
Εικόνα 92. Σύνηθης καλλιέργεια λυκίσκου με μόλυνση ωιδίου που έχει προκληθεί από το μύκητα <i>Podosphaera macularis</i> (Sirrione et al., 2010).	147
Εικόνα 93. Ο κύκλος ζωής του <i>Podosphaera macularis</i> , ο παθογόνος φορέας του ωιδίου του λυκίσκου (Lizotte & Miles, 2020b).	149
Εικόνα 94. Verticillium wilt (<i>Verticillium albo-atrum</i>), a) κονιδιοφόρο, κονιαδιακές κεφαλές και κονίδια, b) ομάδες κονιδιοφόρων, c) «σκούρο» μυκκέλιο, d) κονίδια (Briggs et al., 2004).	152
Εικόνα 95. Διογκωμένος βλαστός με μαραμένα φύλλα, ως αποτέλεσμα προσβολής από ένα μη θανάσιμο στέλεχος <i>Verticillium albo-atrum</i> , ένα από τα παθογόνου της βερτισιλλίωσης (Gent et al., 2010).....	152
Εικόνα 96. Νύμφες αφίδων λυκίσκου χωρίς φτερά (ωχρό λευκό) και ενήλικες (κιτρινοπράσινες) στην κάτω μεριά ενός προσβεβλημένου φύλλου (Gent et al., 2010).	159
Εικόνα 97. Αφίδες (Sirrione et al., 2010).	159
Εικόνα 98. Πτερωτή μορφή αφίδας λυκίσκου, χρώματος σκούρου πρασίνου έως καφέ με μαύρα σημάδια στην κεφαλή και στην κοιλία (Gent et al., 2010).	160
Εικόνα 99. Εγκάρσια τομή των κόνων του λυκίσκου με καπνιά (αριστερά) και χωρίς (δεξιά) (Sirrione et al., 2010).....	161
Εικόνα 100. Αραχνοειδή ακάρεα (Sirrione et al., 2010).	163
Εικόνα 101. Φυλλικά συμπτώματα προσβολής αραχνοειδούς ακάρεου (<i>Tetranychus urticae</i>) κοινών φυτών λυκίσκου στην πολιτεία του Όρεγκον (Sirrione et al., 2010).	163
Εικόνα 102. Καινοτόμο σύστημα εδαφοκάλυψης για τον έλεγχο των ζιζανίων (Sirrione et al., 2010).....	172

Εικόνα 103. Κατάλληλος χρόνος συγκομιδής διαφόρων ποικιλιών για βέλτιστη απόδοση και ποιότητα (Lutz et al., 2009).....	176
Εικόνα 104. Ένας παραδοσιακός τρόπος πρόβλεψης για το αν ο κώνος του λυκίσκου είναι έτοιμος για συγκομιδή, είναι να σκιστεί στη μέση ως κάτω. Εάν χωρίζεται ομοιόμορφα μέχρι τον ποδίσκο, είναι σε επίπεδο ξηρότητας για συγκομιδή (Eyck & Gehring, 2015).	177
Εικόνα 105. Μπροστινή όψη μιας μηχανής συγκομιδής λυκίσκου στον αγρό, που χρησιμοποιείτε σε μεγάλης κλίμακας καλλιέργειας λυκίσκου με υποστύλωση τύπου «V», στις Η.Π.Α (Dodds, 2017).	180
Εικόνα 106. Ένα τυπικό σύστημα συγκομιδής για καλλιέργεια μεγάλης έκτασης, η οποία περιλαμβάνει μηχανή συγκομιδής, αποθηκευτικό κάδο και ελκυστήρα (Dodds, 2017).	180
Εικόνα 107. Συνδυαστικού τύπου μηχανή, τα ψαλίδια κορυφής αποκόπτουν ολόκληρους τους βλαστούς από το συρματόσχοινο και τους ρίχνουν σε ένα φορτηγό για μεταφορά και συγκομιδή στην αποθήκη (Dodds, 2017).....	182
Εικόνα 108. Οι εξολκείς βλαστών χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική των ψαλιδιών κορυφής σε μεσαίου μεγέθους καλλιέργειες λυκίσκου (Dodds, 2017).	182
Εικόνα 109. Οι εξολκείς βλαστών δουλεύουν κατά μήκος μια μόνο σειράς βλαστών τη φορά απομακρύνοντας τους βλαστούς από το κορυφαίο συρματόσχοινο στον κάδο συγκομιδής για μεταφορά στην αποθήκη που βρίσκεται η μηχανή συγκομιδής (Dodds, 2017).	183
Εικόνα 110. Σειρές συρμάτινων δακτύλων μηχανής συγκομιδής λυκίσκου με ελατήριο, κινούμενα από αλυσίδες, τα οποία αποκόπτουν τους κώνους από τους βλαστούς (Dodds, 2017).	184
Εικόνα 111. Η μηχανή συγκομιδής HopsHarvester™ κατασκευασμένη στις Η.Π.Α έχει αναπτυχθεί για να εξυπηρετεί από μικρής έως μεσαίας κλίμακας αγρούς λυκίσκου (Dodds, 2017).....	184
Εικόνα 112. Μια μηχανή συγκομιδής Wolf με δυνατότητα επεξεργασίας 80 - 120 βλαστών ανά ώρα, κατάλληλη για μικρής έως μεσαίας κλίμακας καλλιέργειες λυκίσκου (Dodds, 2017).	185
Εικόνα 113. Σχεδιάγραμμα της WHE 500 hoptronic μηχανής συγκομιδής-διαχωρισμού των κώνων λυκίσκου από τους κληματοειδείς βλαστούς (Buffalo.extension.wisc, 2022).....	186
Εικόνα 114. Η μηχανή που αποκαλείται κόπτης κορυφής διαχωρίζει το σχοινί που συνδέει τον βλαστό με το συρματόσχοινο του συστήματος υποστύλωσης, ρίχνοντας το στην καρότσα ενός αγροτικού οχήματος (Eyck & Gehring, 2015).	187
Εικόνα 115. Λυκίσκοι μετά την συγκομιδή, απλωμένοι στο δάπεδο του ξηραντήριου (Eyck & Gehring, 2015).	189

Εικόνα 116. Το άνω επίπεδο από ένα ξηραντήριο λυκίσκου με πολλά επίπεδα στην Νέα Ζηλανδία. Θερμασμένος αέρας αντλείτε μέσα από τα διάτρητα πατώματα στην κατάλληλη θερμοκρασία και ταχύτητα για να ξηράνει τους λυκίσκους σε επίπεδο περιεχόμενης υγρασίας 8 - 12% (Dodds, 2017).	190
Εικόνα 117. Μεγάλου μεγέθους ανεμιστήρες ωθούν καθαρό θερμό αέρα μέσα στον θάλαμο κάτω από το ξηραντήριο. Η διάταξη του θαλάμου διασφαλίζει ομοιόμορφη διανομή αέρα και ξήρανση (Dodds, 2017).	190
Εικόνα 118. Ανοιγμένο διάτρητο δάπεδο ξηραντηρίου λυκίσκου (Barth & Sohn, 2016).	191
Εικόνα 119. Ζευγάρι παγοπέδλων (Eyck & Gehring, 2015).	193
Εικόνα 120. Λυκίσκοι στοιβαγμένοι σε υψηλούς σωρούς στο έδαφος του χώρου εξισορρόπησης υγρασίας όπου τα επίπεδα της θερμοκρασίας και υγρασίας αφήνονται να εξισορροπηθούν για μια χρονική περίοδο είκοσι τεσσάρων ωρών (Eyck & Gehring, 2015).	194
Εικόνα 121. Ο συναρμολογούμενος κλίβανος ξήρανσης σχεδιασμένος από το πανεπιστήμιο UVM έχει πολυάριθμα συρτάρια, δίνοντας την δυνατότητα ξήρανσης πολλαπλών ποικιλιών λυκίσκου ταυτόχρονα χωρίς να αναμιγνύονται. Τα σχέδια είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο (Eyck & Gehring, 2015).	194
Εικόνα 122. Αυτός ο κλίβανος ξήρανσης, κατασκευασμένος από την Steenland Manufacturing, χρησιμοποιεί μόνο κυκλοφορία αέρα για να ξηράνει τους λυκίσκους και λειτουργεί αποτελεσματικά (Eyck & Gehring, 2015).	195
Εικόνα 123. Μία τυπική μηχανή σφαιροποίησης δακτυλίου τύπου T90 (Dodds, 2017).	198
Εικόνα 124. Το εσωτερικό της κεφαλής μιας μηχανής σφαιροποίησης (Dodds, 2017).	198
Εικόνα 125. Οι λυκίσκοι σε μορφή σφαιριδίων συσκευάζονται υπό κενό για να ελαχιστοποιηθεί η επικινδυνότητα οξειδωσης. Η έγχυση της συσκευασίας με άζωτο διασφαλίζει σε υψηλότερο βαθμό την απομάκρυνση οξυγόνου. Ολόκληροι αποξηραμένοι κώνοι λυκίσκου μπορεί να συσκευαστούν με την ίδια μέθοδο συσκευασίας (Dodds, 2017).	199
Εικόνα 126. Φάσμα αλκαλικής μεθανόλης των α - οξέων και β - οξέων από λουπουλίνη: a) HSI = 0,25, b) HSI = 0,69, c) HIS = 2,44 (Nickerson & Likens, 1979)	203
Εικόνα 127. Ποσοτικοποίηση επί τις εκατό του κόστους επένδυσης καλλιέργειας λυκίσκου σε γραμμές περίφραξης δασικών συστάδων στην Indiana των Η.Π.Α (2017). 50% συγκομιδή, 19% καλλιεργητικές τεχνικές, 17% μεταχείριση μετά την συγκομιδή, 9% σύστημα υποστύλωσης, 5% φύτευση, 0% προετοιμασία εδάφους (Ha et al., 2017).	214

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Σύσταση λυκίσκων (Verzele & De Keukeleire, 1991).....	13
Πίνακας 2. Ανάλογα των α - και β - οξέων (Bellaio, 2016).....	15
Πίνακας 3. Σύσταση ελαίου λυκίσκου (Bellaio, 2016).....	16
Πίνακας 4. Καλλιεργητικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αμερικάνικης ποικιλίας Cascade (Hop Growers of America, 2012)	52
Πίνακας 5. Καλλιεργητικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αμερικάνικης ποικιλίας Cascade (Morton, 2013).	52
Πίνακας 6. Καλλιεργητικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αμερικάνικης ποικιλίας Cascade (Lemmens, 1998).	52
Πίνακας 7. Τυπικές αποστάσεις σειρών σε διάφορες χώρες που καλλιεργούνται λυκίσκοι (Dodds, 2017).....	69
Πίνακας 8. Τυπική απόσταση φύτευσης κατά μήκος σειράς, ανά χώρα, περιοχή και σύστημα υποστύλωσης (Dodds, 2017).....	72
Πίνακας 9. Ποσότητες άρδευσης προς εφαρμογή, σχετιζόμενες με την ποιότητα του εδάφους και το βάθος της αποτελεσματικής εδαφική υγρασίας (Rybáček, 1991).	117
Πίνακας 10. Ετήσιες καλλιεργητικές δραστηριότητες –φροντίδες, καλλιέργειας λυκίσκου (Morton, 2013).	130
Πίνακας 11. Ενδεδειγμένες θερμοκρασίες αποθήκευσης (°C) για λυκίσκους και προϊόντα λυκίσκου (Krottenthaler, 2009).....	204
Πίνακας 12. Ενδεικτικά κόστη εγκατάστασης 1 στρέμματος λυκίσκου σύμφωνα με κάποιες εκτιμήσεις αμερικάνικων πανεπιστημίων (Holland et al., 2017).	216
Πίνακας 13. Ενδεικτικό κόστος προετοιμασίας εδάφους για καλλιέργεια έκτασης 1 στρέμματος.....	217
Πίνακας 14. Ενδεικτικό κόστος υποστύλωσης καλλιέργειας έκτασης 1 στρέμματος, για ευθύγραμμο σχεδιασμό υποστύλωσης, με αποστάσεις στύλων και σειρών 10 m και 2 m αντίστοιχα.....	219
Πίνακας 15. Ενδεικτικό κόστος αρδευτικού συστήματος για καλλιέργεια έκτασης 1 στρέμματος.....	220
Πίνακας 16. Ενδεικτικό κόστος φυτικού υλικού για καλλιέργεια έκτασης 1 στρέμματος, με ένα φυτό ανά θέση φύτευσης, ευθύγραμμη ανάπτυξη της κομοστέγης και απόσταση φύτευσης 1m.	221
Πίνακας 18. Ενδεικτικό κόστος αγοράς μηχανήματος επεξεργασίας, αποθήκευσης και καλλιέργειας λυκίσκου.....	223

Πίνακας 17. Ενδεικτικά ετήσια λειτουργικά κόστη καλλιέργειας λυκίσκου έκτασης 1 στρέμματος.....	225
Πίνακας 19. Στρεμματικές αποδόσεις σε σφαιρίδια (πέλλετ) T90, για 250, 432, 900 φυτά ανά στρέμμα.	231
Πίνακας 20. Εισαγωγές και εξαγωγές λυκίσκου στην Ελλάδα κατά το έτος 2020 σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ.....	232
Πίνακας 21. Εκτιμώμενα έσοδα ανά στρέμμα, με βάση το εύρος τιμών χονδικής και λιανικής πώλησης σφαιριδίων λυκίσκου τύπου T90, που προαναφέρθηκαν, συναρτήσει των τριών διαφορετικών παραδειγμάτων πυκνότητας φύτευσης και του έτους καλλιέργειας.	234

Συντμήσεις, ακρωνύμια, σύμβολα και ορισμοί

PVPP	Polyvinylpyrrolidone
MPa	Megapascal
ΒΠΔ	Βέλτιστες Πρακτικές Διαχείρισης
BMPs	Best management practices
USDA ARS	United States Department of Agriculture Agricultural Research Service

1. Εισαγωγή

Ο λυκίσκος καλλιεργείται και για φαρμακευτικούς σκοπούς αλλά ο κύριος σκοπός καλλιέργειας του φυτού είναι η χρήση του στην παραγωγή ζύθου. Ο λυκίσκος αποτελεί ένα από τα τέσσερα βασικά συστατικά για την παραγωγή ζύθου. Είναι φυτό δίοικο, με διαφορετικά αρσενικά και θηλυκά φυτά. Μόνο οι κώνοι του θηλυκού φυτού χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία της ζυθοποίησης για να προσδώσουν τις επιθυμητές ιδιότητες τους. Πιο συγκεκριμένα στους θηλυκούς κώνους εμπεριέχονται τα πικρικά οξέα και αιθέρια έλαια, τα οποία αποτελούν τα κύρια σημεία ενδιαφέροντος στην ζυθοποίηση καθώς και πολυφαινόλες και διάφορες άλλες ουσίες. Η καλλιέργεια του λυκίσκου στην Ελλάδα δεν έχει εφαρμοστεί σχεδόν καθόλου σε εμπορικό επίπεδο, με εξαίρεση την μοναδική εμπορική καλλιέργεια στην Σκοτεινή Αργολίδας των Mythodea Hellas Hops. Σε πιλοτικό και ερασιτεχνικό επίπεδο έχουν γίνει προσπάθειες και σε άλλα μέρη της Ελλάδας. Στα παρακάτω κεφάλαια παρουσιάζονται αναλυτικές πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του φυτού, για τον τρόπο εγκατάστασης και την διαχείριση της καλλιέργειας καθώς και οικονομικά στοιχεία τα οποία έχουν προσαρμοστεί κυρίως σε ελληνικά δεδομένα.

2. Θεωρητικό Μέρος Καλλιέργειας Λυκίσκου

2.1 ΛΥΚΙΣΚΟΣ

2.1.1 Ταξινόμηση

Το είδος *Humulus lupulus*, ο κοινός λυκίσκος, ανήκει στην επικράτεια των Ευκαρύων, στο Φυτικό Βασίλειο, στο άθροισμα Magnoliophyta (Angiospermae) Αγγειόσπερμα, στην κλάση Magnoliopsida (Δικότυλα), στην υποκλάση Hamamelidae, στην τάξη Urticales, στην οικογένεια Cannabaceae και στο γένος *Humulus* (Σαρλής, 1999).

Αρχικά οι λυκίσκοι είχαν ταξινομηθεί στην οικογένεια Moraceae (μουριά), αλλά σήμερα είναι κοινώς αποδεκτό ότι οι λυκίσκοι ανήκουν στην οικογένεια Cannabaceae (κάνναβη). Αυτή η οικογένεια περιλαμβάνει δύο γένη, τον λυκίσκο (*Humulus*) και την κάνναβη (*Cannabis*).

Παρόλο που τα δύο είναι «βοτανικά ξαδέλφια», δεν υπάρχει καταγραφή καμίας παραισθησιογόνου ουσίας να βρίσκεται στους λυκίσκους (Haunold, 1991).

Το γένος *Humulus* αποτελείται από τρία είδη, *H. lupulus*, *H. japonicus* και *H. yunnanensis*. Σε περίπου όλο το Βόρειο Ημισφαίριο μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 35° και 70° N κατά προσέγγιση, ο καλλιεργούμενος λυκίσκος, *H. lupulus*, είναι αυτοφυές. Το είδος *H. japonicus* είναι εξαπλωμένο στη μεγαλύτερη έκταση της Κίνας και της Ιαπωνίας αλλά δεν έχει εντοπιστεί κάπου αλλού. Δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες και γνώση για το είδος *H. yunnanensis*, διότι δεν υπάρχουν πολλά φυτολογικά δείγματα και δεν καλλιεργείται.

Τα μοναδικά γένη της οικογένειας Cannabinaceae είναι τα *Humulus* και *Cannabis* και υπάρχουν πολλές ομοιότητες μεταξύ του καλλιεργούμενου λυκίσκου και της κάνναβης (*Cannabis sativa*). Η οικογένεια της τσουκνίδας ταξινομείται και αυτή στην τάξη Urticales, αλλά μαλλον σχετίζεται λιγότερο στενά με τον καλλιεργούμενο λυκίσκο. Είναι πιθανό να παραχθούν βιώσιμα μοσχεύματα μεταξύ λυκίσκων και κάνναβης και έχει αναφερθεί επικονίαση λυκίσκων από κάνναβη. Η ετήσια τσουκνίδα (*Urtica Urens*) ή πολυετής τσουκνίδα (*Urtica dioica*) ενεργοποιεί την ανάπτυξη του κώνου αλλά παράγονται μόνο άκαρπα έμβρυα (Neve, 1991).

Υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές ανάμεσα στα φυτά που βρίσκονται σε διάφορα μέρη του κόσμου και οι βοτανολόγοι σε διάφορες περιπτώσεις έχουν συστήσει ότι η διαφοροποίηση τους είναι ικανή για να δικαιολογήσει την ταξινόμηση τους σε διαφορετικά υπό - είδη ή ακόμα και σε διαφορετικά είδη (Neve, 1991).

2.1.1.1 *Humulus lupulus*

Είναι ένα διπλοειδές ($2n = 2x = 20$), δίοικο, πολυετές, αναρριχώμενο φυτό, χωρίς έλικες, με κληματοειδείς βλαστούς που περιτυλίγονται σε οποιαδήποτε διαθέσιμη υποστήριξη, με κατεύθυνση της φοράς των δεικτών ρολογιού (Haunold, 1991) με την βοήθεια αγκιστροειδών τριχιδίων που βρίσκονται στις γωνίες του μίσχου (Neve, 1991). Έρευνες για το είδος *H. lupulus* δείχνουν ότι 10 ζευγάρια χρωμοσωμάτων βρίσκονται στα κύτταρα και των αρσενικών και των θηλυκών, με ένα διακριτό ετερόμορφο ζεύγος φυλετικών χρωμοσωμάτων (Havill, 2017).

Το είδος *H. lupulus* απαντάται σε όλη την Ελλάδα και καλλιεργείται για τις στροβιλοειδής ταξιανθίες του (Strobuli ή Strobili Lupuli) που περιέχουν την λουπουλίνη, η οποία χρησιμοποιείται στη ζυθοποιία ως πρόσθετη ουσία γεύσεως, πικράνσεως και αποστειρώσεως. Ο λυκίσκος είναι πολύτιμο φαρμακευτικό φυτό με αντιβιοτικές, υπνωτικές, καταπραϋντικές και αφροδισιακές ιδιότητες (Σαρλής, 1999).

Το είδος *Humulus lupulus* περιλαμβάνει πέντε γνωστές ποικιλίες (υποείδη): 1. *Neomexicanus*, 2. *Lupuloides*, 3. *Pubescens*, 4. *H. lupulus* var. *cordifolius* και 5. *H. lupulus* var. *Lupulus* (Dodds, 2017).

Οι ποικιλίες *Neomexicanus*, *Lupuloides* και *Pubescens* είναι όλες αυτοφυείς σε διάφορα μέρη της Βορείου Αμερικής. Η *H. lupulus* var. *lupuloides* μπορεί να αναγνωριστεί από την γενική έλλειψη τριχωμάτων ($< 100/\text{cm}$), την υψηλή πυκνότητα των αδένων λουπουλίνης ($> 25/\text{cm}^2$) και την κατοχή γενικά λιγότερων από πέντε λοβών στα ανθικά φύλλα. Η *H. lupulus* var. *pubescens* συναντάται να αναπτύσσεται στην δυτικό - κεντρικές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών και έχει υψηλές πυκνότητες τριχωμάτων ($> 25/\text{cm}^2$) και λιγότερους από πέντε λοβούς στα ανθικά φύλλα. Η *H. lupulus* var. *neomexicanus* συναντάται να αναπτύσσεται στις περιοχές Pacific Cordilleran. Γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν σαφή όρια των φύλλων, αυξημένη αδενική εναπόθεση και αυξημένο αριθμό λοβών στα ανθικά φύλλα.

Η ποικιλία *H. lupulus* var. *cordifolius* προέρχεται από την Ανατολική Ασία και μπορεί να αναγνωριστεί από μορφολογικές διαφορές οι οποίες συνήθως είναι στην πυκνότητα των τριχωμάτων και των αναρριχητικών τριχιδίων που βρίσκονται στο μίσχο και στις επιφάνειες των φύλλων (Havill, 2017).

Τέλος η ποικιλία *H. lupulus* var. *lupulus* προέρχεται από την Ευρώπη και την Δυτική Ασία αντιπροσωπεύει του περισσότερους εμπορικούς λυκίσκους που καλλιεργούνται παγκοσμίως (Dodds, 2017).

Η ποικιλία *H. lupulus* var. *lupulus* έχει υποδειχθεί ως η πιο ευρέως διανεμημένη βοτανική ποικιλία και εμφανίζεται ως αυτοφύες αλλά και ως ένα εισαγμένο φυτό στις έξι από τις εφτά ηπείρους. Οι περισσότερες ποικιλίες σήμερα επίσης προέρχονται από υβριδισμό με αυτή την

ποικιλία λόγω των θεμιτών χαρακτηριστικών της, όπως τα αγρονομικά χαρακτηριστικά, η ανθεκτικότητα σε ασθένειες και οι ζυθοποιητικές ιδιότητες (Havill, 2017).

Όλες οι διαφορετικές ποικιλίες είναι συμβατές για διασταύρωση. Οι περισσότεροι εμπορικοί λυκίσκοι που καλλιεργούνται και προορίζονται για ζυθοποίηση προέρχονται από τα υποείδη «*lupulus*» που βρίσκονται στην Ευρώπη. Ένα γονίδιο υπεύθυνο για την αυξημένη ζυθοποιητική αξία των λυκίσκων φαίνεται να έχει προέλθει από το γηγενές θηλυκό Βορειοαμερικανικό λυκίσκο, που βρέθηκε το 1919 στην Μανιτόμπα του Καναδά. Αυτό το φυτό εισάχθηκε στο πρόγραμμα διασταυρώσεων στο Wye College στην Αγγλία και ένας από τους απόγονους τους, ο Brewer's Gold, έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την παραγωγή καλλιεργητικών ποικιλιών με εξαιρετική ζυθοποιητική αξία (Haunold, 1991).

Αποδείξεις σε μοριακό επίπεδο διαφοροποιούν τους βορειοαμερικανικούς λυκίσκους από τους ευρωπαϊκούς λυκίσκους, καθώς βρέθηκαν λίγα κοινά αλληλόμορφα γονίδια μεταξύ τους (Murakami et al., 2006). Οι Smith et al. (2006) πρότειναν ότι σπουδαιότερη γενετική και φαινοτυπική ποικιλομορφία είναι παρούσα στην *H. l. var. neomexicanus* ως αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενης παγετοποίησης. Οι Tembrock et al. (2016) παρέχουν αποδείξεις οι οποίες υποστηρίζουν την ανύψωση αυτών των τριών βοτανικών ποικιλιών σε είδη, βασιζόμενοι σε ξεκάθαρους μορφολογικούς χαρακτήρες και πρόσφατες έρευνες προσδιόρισαν μια έλλειψη αποδείξεων για την ροή γονιδίων ανάμεσα σε συμπατρικούς πληθυσμούς (Tembrock et al., 2016). Είναι ενδιαφέρον ότι, εάν ή όχι οι ταξινομικές διαφορές μπορεί να καθοριστούν εντός του είδους *H. lupulus*, όλες οι πέντε βοτανικές ποικιλίες μπορούν να ενδο - υβριδιστούν. Η *H. l. var. pubescens* ωστόσο δεν περιέχει καμία εμπορική ποικιλία εντός της γενεαλογίας της. Αυτό ίσως οφείλεται στην φτωχή διαθεσιμότητα των δειγμάτων που είναι παρόντα στις τρέχουσες συλλογές (Havill, 2017).

2.1.1.2 *Humulus japonicus*

Αυτό είναι τυπικά, ένα ετήσιο είδος αλλά υπάρχουν προτάσεις ότι κάποιες φορές ίσως επιβιώνει για περισσότερες από μια εποχές. Είναι επίσης δίοικο και οι κώνοι, παρόλο που παρουσιάζουν παρόμοια δομή με εκείνους του *Humulus lupulus*, φαίνονται λίγο διαφορετικοί, ωριμάζουν διαδοχικά και έχουν λιγότερους, ή κανένα αδένα λουπουλίνης. Συνεπώς δεν έχουν ζυθοποιητική αξία. Τα φύλλα είναι κανονικά επτάλοβα και τα φυτά είναι καλυμμένα με πολύ ισχυρές κυρτές τρίχες οι οποίες μπορεί να κάνουν το χειρισμό τους αρκετά επίπονο (Neve, 1991). Εύκολα διακρίνεται από τα άλλα είδη από τον υψηλό αριθμό των λοβών των φύλλων, γενικά από πέντε έως εννιά, καθώς επίσης και από την ευρωστία του και τις αγκιστροειδείς

τρίχες που βρίσκονται στους μίσχους και τα φύλλα (Havill, 2017). Είναι ισχυρά αναρριχητικό και μερικές φορές αναπτύσσεται κηπευτικά για να παρέχει φυλλώδες σκέπαστρο (Neve, 1991). Κυτταρολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι τα θηλυκά διακρίνονται από τα αρσενικά από τον αριθμό χρωμοσωμάτων. Το είδος *H. japonicus* είναι αυτοφυές σε περιοχές στην Κίνα και στην Ιαπωνία και θεωρείται ότι είναι εισαγόμενο σε περιοχές όπως η Βόρεια Αμερική, όπου έχει εισαχθεί ως ένα καλλωπιστικό είδος (Havill, 2017).

2.1.1.3 *Humulus yunnanensis*

Δεν υπάρχει πολύ γνώση για αυτό είδος, εκτός από λίγα φυτολογικά δείγματα. Συναντάται, όπως φαίνεται, σε μη υψηλά υψόμετρα στην ανατολική Κίνα, πιο συγκεκριμένα στην Επαρχία Yunnan σε γεωγραφικό πλάτος 25°N κατά προσέγγιση. Ο Small αναφέρει ότι δεν είναι γνωστό εάν είναι ετήσιο ή πολυετές φυτό αλλά πληροφορίες από τη Κίνα υποδεικνύουν ότι είναι πολυετές (Neve, 1991). Σύμφωνα με τον Havill (2017), είναι ένα πολυετές φυτό με παλμιτικά φύλλα με τρεις ή πέντε λοβούς. Τα χαρακτηριστικά του άνθους είναι παρόμοια, ωστόσο διακρίνεται από το *H. lupulus* έχοντας ένα ζεύγος ανθών αντί για δύο σε κάθε λοβό της ταξιανθίας. Οι πρόσθιες και οπίσθιες επιφάνειες των φύλλων είναι πιο πυκνά χνουδωτές σε σύγκριση με αντίστοιχες των άλλων δύο ειδών. Ο Boutain (2014) διακρίνει γενετικές σχέσεις του *H. yunnanensis* με τα άλλα είδη *Humulus spp.* Αφού αναπτύσσεται σε μικρότερα γεωγραφικά πλάτη από τα άλλα μέλη του γένους θα μπορούσε δυνητικά να χρησιμοποιηθεί ως υλικό γενετικής βελτίωσης για την επέκταση των περιοχών στις οποίες καλλιεργείται ο λυκίσκος σε εμπορικό επίπεδο (Neve, 1991). Μέχρι και σήμερα υπάρχει μια αξιοσημείωτη έλλειψη αποδείξεων όσον αφορά αυτό το είδος και την βιολογία του (Havill, 2017).

2.1.2 Βοτανική Περιγραφή

Ο καλλιεργούμενος λυκίσκος είναι δικότυλο, δίοικο, αναρριχώμενο, πολυετές, φωτοπεριοδικό φυτό. Αναρριχάται με περιστροφές των αναπτυσσομένων κληματοειδών βλαστών, χωρίς έλικες (Παπαστυλιανού κ.α., 2015), που περιτυλίγονται σε οποιαδήποτε διαθέσιμη υποστήριξη, με κατεύθυνση της φοράς των δεικτών ρολογιού με την βοήθεια αγκιστροειδών τριχιδίων που βρίσκονται στις γωνίες του μίσχου (Neve, 1991). Η ημερήσια ανάπτυξη κατά την πρώιμη περίοδο ανάπτυξης μπορεί να φτάνει και τα 25 cm (Haunold, 1991).

Κάθε χρόνο ανανεώνεται όλο το υπέργειο τμήμα του με νέους βλαστούς που φθάνουν τα 5 - 6 μέτρα περιστρεφόμενοι στα στηρίγματα που του προσφέρονται, σχοινιά ή σύρματα (Wikipedia, 2019). Ο λυκίσκος επιζεί και καρποφορεί για πολλά χρόνια που υπερβαίνουν τα είκοσι (Παπαστυλιανού κ.α., 2015). Τα είδη έχουν ξεχωριστά θηλυκά και αρσενικά φυτά, μια κατάσταση που ονομάζεται ως φυτό «δίοικο». Μπορούν εύκολα να ταυτοποιηθούν κατά το χρόνο άνθισης. Τα θηλυκά παράγουν μικροσκοπικές «προεξοχές» οι οποίες αναπτύσσονται σε μικρούς κώνους και αποκαλούνται «στρόβιλοι», ενώ τα αρσενικά παράγουν σκιάδια με πολυάριθμα άνθη και το καθένα από αυτά περιέχει 5 ανθήρες (Haunold, 1991).

Οι κώνοι στο εσωτερικό τους φέρουν αδενώδεις τρίχες που περιέχουν μεταξύ των άλλων ρητινώδεις ουσίες με πικρή γεύση, παράγωγα τους και πτητικά έλαια που προσδίδουν την χαρακτηριστική πικρή γεύση στον λυκίσκο και στην μύρα. Στα βράκτια (βράκτια φύλλα) και στο κεντρικό ζιγκ ζαγκ άξονα (sprig) βρίσκονται φαινόλες (Εικόνα 10). Υπάρχουν πάρα πολλές εμπορικές ποικιλίες λυκίσκου, οι οποίες χαρακτηρίζονται από την περιεκτικότητα σε πτητικό έλαιο και οξέα, από την εποχή ωρίμανσης (πρώιμη, μεσοπρώιμη, όψιμη), την παραγωγικότητα και το μήκος του κώνου (Wikipedia, 2019).

Υπόγεια το φυτό του λυκίσκου αποτελείται από ένα στέμμα ριζωμάτων και υπέργεια από ετήσιους αναρριχώμενους βλαστούς και άνθη τα οποία μετατρέπονται στους πράσινους κώνους που συγκομίζονται (Dodds, 2017).

2.1.2.1 Ριζικό σύστημα

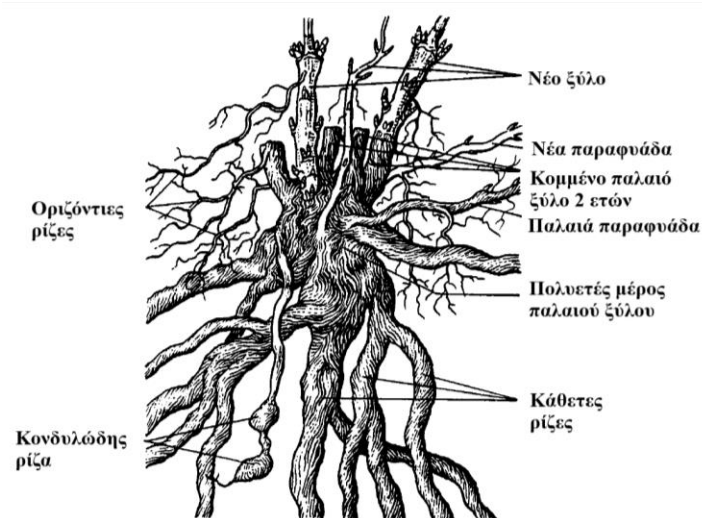
Το ριζικό σύστημα του λυκίσκου είναι εκτενές και βαθύ, με δευτερεύουσες ρίζες οι οποίες στην αρχή αναπτύσσονται οριζόντια και έπειτα κατακόρυφα. Το βάθος του μπορεί να φτάσει έως και τα 4,5 m, εξαρτάται από τις συνθήκες εδάφους και κλίματος. Η μικρή διεισδυτικότητα που συνήθως συναντάται σε εδάφη με συνεκτική δομή θεωρείται αδυναμία του ριζικού συστήματος (Παπαστυλιανού κ.α., 2015).

Το μέγεθος και η έκταση του ριζικού συστήματος καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του εδάφους, την υγρασία, την θερμοκρασία, τα θρεπτικά, τον αερισμό και την ευκολία διείσδυσης (Joseph, 2015). Στα ώριμα στέμματα ριζώματος, τυπικά συναντώνται πολύ βαθιές διεισδυτικές ρίζες και ένα ρηχό σύστημα τροφοδοσίας των ριζών. Ο λυκίσκος ως πολυετές φυτό μπορεί να παραμείνει παραγωγικός για πολλά χρόνια (Dodds, 2017). Τα υπέργεια μέρη του φυτού πεθαίνουν ως το επίπεδο του εδάφους κάθε χειμώνα αλλά το ρίζωμα κάτω από το έδαφος είναι πολυετές και μπορεί να επιβιώσει για πολλά χρόνια (Neve, 1991).

Υπάρχουν δύο είδη ριζών: οι οριζόντιες οι οποίες είναι σκληρές, άκαμπτες με ακανόνιστες διακλαδώσεις, οι οποίες παράγουν πολύ ινώδη ανάπτυξη εντός της κορυφής του εδάφους, 20 - 30 cm και οι κάθετες ρίζες οι οποίες αναδύονται από το στέμμα ή από οριζόντιες ρίζες οι οποίες είναι σαρκώδεις, διογκωμένες και εύθραυστες (Neve, 1991). Το ποσοστό του κάθε είδους ρίζας διέπτεται από τις εδαφικές συνθήκες. Ένα πλήρως αναπτυγμένο ριζικό σύστημα μπορεί να είναι ευρύ, αναπτυγμένο σε βάθος περισσότερο από 4 m με οριζόντια εξάπλωση ως και 5 m από το στέμμα σε κατάλληλα εδάφη (Joseph, 2015).

Τα ριζώματα που συναντώνται στο ριζικό σύστημα του λυκίσκου, είναι υπόγειοι βλαστοί με διογκωμένο αποταμιευτικό ιστό με τα οποία μπορεί το φυτό να πολλαπλασιαστεί αγενώς. Η ανάπτυξη τους λαμβάνει χώρα σε οριζόντιο επίπεδο. Λεπιοειδή φύλλα καλύπτουν τους οφθαλμούς των κόμβων που φέρουν τα ριζώματα. Πολυάριθμες ρίζες και υπέργειοι βλαστοί εκπτύσσονται από αυτούς τους κόμβους (Παπαστυλιανού κ.α., 2015).

Το υπόγειο τμήμα της ρίζας αυξάνεται σε μέγεθος κάθε χρόνο και υπεισέρχεται σε δευτερεύουσα σκλήρυνση με ετήσιους δακτυλίους (νέο ξύλο) και αναπτύσσεται σε ένα σκληρό, ξυλώδη κορμό. Όλοι οι κληματοειδείς βλαστοί ανέρχονται από τους οφθαλμούς αυτής της πολυετούς ρίζας και όχι από σκληρό κορμό. Κατά την διάρκεια του φθινοπώρου, σε εύκρατα κλίματα, οι βλαστοί σκοτώνονται από τον πρώτο παγετό και πεθαίνουν ως το επίπεδο του εδάφους. Το υπόγειο τμήμα της ρίζας και τα ριζικά συστήματα του λυκίσκου είναι ικανά να αντέξουν τις θερμοκρασίες παγετού. Όπως πολλά εύκρατα πολυετή, το ρίζωμα του λυκίσκου προϋποθέτει μια περίοδο ψύχους 4 - 5 εβδομάδων με θερμοκρασίες κάτω από 5°C για επιτυχή ανάδυση των βλαστών την επόμενη άνοιξη (Thomas & Schwabe, 1969). Τα αποθέματα υδατανθράκων στο φυτό του λυκίσκου συσσωρεύονται στο ρίζωμα, αλλά όταν ένα βλαστός του λυκίσκου ή ένα μέρος αυτού τοποθετηθεί στο σκοτάδι θα γίνει όργανο αποθήκευσης. Όταν η βάση του βλαστού του λυκίσκου καλυφθεί από χώμα, θα συσσωρεύσει επίσης αποθέματα (Neve, 1991).



Εικόνα 1. Υπόγειο τμήμα του φυτού του λυκίσκου (Rybaček, 1991).

2.1.2.2 Βλαστός

Οι κληματοειδείς βλαστοί που φέρει ο λυκίσκος είναι τραχείς, εξωτερικά είναι γωνιώδεις και εσωτερικά κοίλοι, δεν έχουν έλικες αλλά τρίχες που κάμπτονται και βοηθούν στην εκτύλιξη και ανύψωση του φυτού στην διαθέσιμη υποστήριξη (Παπαστυλιανού κ.α., 2015).



Εικόνα 2. Κληματοειδής βλαστός λυκίσκου περιτυλιγμένος σε σχοινί κατά την φορά των δεικτών ρολογιού (Dodds, 2017)

Ο όρος κληματοειδής βλαστός χρησιμοποιείται αντί της κληματίδας διότι, (αντιθέτως από τα αμπέλια τα οποία χρησιμοποιούν έλικες για να αναρριχηθούν) οι βλαστοί του λυκίσκου διαθέτουν αγκιστρωτά τριχίδια τα οποία δίδουν την δυνατότητα στο φυτό να προσδεθεί το ίδιο σε κάθετα υποστηρίγματα (Dodds, 2017). Το χρώμα των κληματοειδών βλαστών εξαρτάται από την ποικιλία και μπορεί να είναι ροδοκόκκινο, ανοικτό πράσινο ή πράσινο με κόκκινες

ραβδώσεις. Αναπτύσσονται σε μήκος συνήθως πάνω από 8 m (από 2 έως 15 m) κατά τη διεύθυνση των δεικτών του ρολογιού (Παπαστυλιανού κ.α., 2015).

Την άνοιξη, νέοι βλαστοί αναδύονται από τους οφθαλμούς που είναι σε λήθαργο στα ριζώματα μόλις κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (Dodds, 2017). Ο χρόνος ανάδυσης εξαρτάται από την δριμύτητα του χειμώνα και την διάρκεια της ημέρας (φωτοπεριοδισμός) και το μήκος ανάπτυξης του βλαστού μπορεί να φτάσει ως τα 7 m ή και περισσότερο (Joseph, 2015).

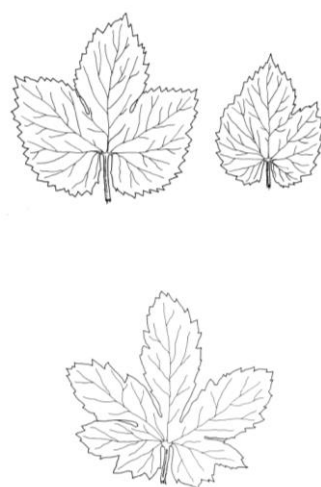
Ο καλλιεργητής επιλέγει τους πιο δυνατούς βλαστούς από τους αναδύμενους και τους περιτυλίγει με κατεύθυνση της φοράς των δεικτών ρολογιού στα σχοινιά (Briggs et al., 1991).

Οι αναρριχώμενοι βλαστοί παρέχουν την κομοστέγη και την φωτοσυνθετική δυνατότητα για την υποστήριξη της άνθισης (Dodds, 2017).

Το φυτό αναπτύσσεται ταχύτατα συνεπώς η υποστύλωση για την διαμόρφωση της κομοστέγης του και για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση του, είναι απαραίτητη.

2.1.2.3 Φύλλα

Τα φύλλα φέρονται κανονικά σε ζευγάρια σε κάθε κόμβο λοβό οφθαλμό παρόλο μια φυλλοταξία τύπου tricussate μπορεί να υπάρξει κάποιες φορές. Τα φύλλα έχουν οδοντωτά άκρα και το σχήμα τους ποικίλει από καρδιάσχημα σε επτάλοβα παρόλο που 3 - 5 λοβοί είναι το πιο κοινό σε ώριμα φύλλα. Οι άγριοι αμερικάνικοι λυκίσκοι έχουν γενικά περισσότερους λοβούς και είναι περισσότερο διαχωρισμένοι σε βάθος συγκριτικά με τους ευρωπαϊκούς ή τους ιαπωνικούς λυκίσκους και τις περισσότερες καλλιεργήσιμες ποικιλίες (Neve, 1991).



Εικόνα 3. Διάφορα φύλλα λυκίσκου (Neve, 1991).

2.1.2.4 Ταξιανθία και άνθη

Ως δίοικο φυτό ο λυκίσκος, έχει αρσενικά και θηλυκά φυτά που φέρουν αντίστοιχα αρσενικά και θηλυκά άνθη. Τα αρσενικά άνθη αναπτύσσονται σε ταξιανθία χαλαρής φόβης και παράγουν γύρη για τη γονιμοποίηση των θηλυκών ανθέων.

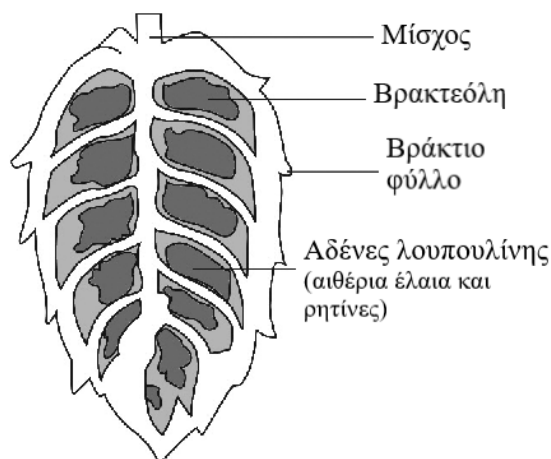
Τα θηλυκά άνθη αναπτύσσονται σε στροβιλοειδείς σφαιρικές ή ωοειδείς ταξιανθίες, μήκους 25 - 65 mm, που φέρουν μεμβρανώδη παράνθια, βράκτια φύλλα που αλληλεπικαλύπτονται και ονομάζονται κώνοι ή στρόβιλοι. Στην κάθε μασχάλη των βρακτίων φύλλων βρίσκεται η ωοθήκη, ο στύλος και το στίγμα του θηλυκού άνθους. Τα βράκτια φύλλα καλύπτονται από αδενώδεις τρίχες, οι οποίες εκκρίνουν μεταξύ των άλλων ουσιών (φλαβονοειδή, ταννίνες), ρητινώδεις ουσίες με πικρή γεύση, κυρίως χουμουλόνη (α - οξέα), λουπουλόνη (β - οξέα) και πτητικά αιθέρια έλαια που προσδίδουν το χαρακτηριστικό άρωμα και την πικρή γεύση στον λυκίσκο.

Το βάρος των θηλυκών ανθέων αφού γονιμοποιηθούν παρουσιάζει αύξηση κατά προσέγγιση 30% που οφείλεται στο σπόρο που δημιουργείται. Η γονιμοποίηση των θηλυκών ανθέων υποβαθμίζει την ποιότητα των κώνων για αυτό το λόγο σε εμπορική κλίμακα απομακρύνονται ή αποφεύγονται τα αρσενικά φυτά για την αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων και της ποιότητας της παραγωγής (Παπαστυλιανού κ.α., 2015). Τα άκαρπα θηλυκά άνθη, κώνοι, παράγουν την σημαντική απόδοση λουπουλίνης (ρητίνης) για αυτό και προτιμώνται.

Τα θηλυκά άνθη σχηματίζουν ταξιανθία η οποία αποτελείται από ένα συμπτυγμένο κεντρικό άξονα και σε κάθε λοβό υπάρχει ένα ζεύγος βρακτίων. Κάθε βράκτιο βρίσκεται κάτω από ένα ζεύγος βρακτιδίων και κάθε βρακτίδιο έχει ένα μικρό άνθος που εσωκλείεται διπλωμένο στην βάση.



Εικόνα 4. Άνθη θηλυκού φυτού λυκίσκου (Dodds, 2017).



Εικόνα 5. Κάθετη τομή ώριμου άκαρπου θηλυκού άνθους λυκίσκου, κώνος: Μίσχος (strig), βρακτεόλη (bracteole), βράκτιο (bract) και αδένες λουπουλίνης (lupulin glands) που περιέχουν τις ρητίνες και τα αιθέρια έλαια του λυκίσκου.

Το άνθος αποτελείται από μια ωοθήκη, που περικλείεται στο περιάνθιο, με ένα ζευγάρι στιγμάτων θηλών. Καθώς αυτές οι ταξιανθίες ωριμάζουν, ο κεντρικός άξονας επιμηκύνεται και τα βράκτια και τα βρακτίδια μεγαλώνουν για να παράξουν τους στροβίλους (συνήθως αναφέρονται ως «κώνου») οι οποίοι αποτελούν το εμπορεύσιμο προϊόν του φυτού. Τα άνθη που επικονιάζονται αναπτύσσονται για να σχηματίσουν ένα αχάινιο που περικλείεται στο λεπτό περιάνθιο και η ανάπτυξη τους διεγείρει τα βρακτίδια στα οποία βασίζονται για να επεκταθούν πολύ περισσότερο πέρα από τα βράκτια σε σύγκριση με τα βρακτίδια χωρίς σπόρους. Η επικονίαση έχει επίσης αποτέλεσμα την επιμήκυνση και την διόγκωση του κεντρικού ποδίσκου. Επίσης οι κόμβοι με τα άνθη με σπόρια είναι συχνά χρωματισμένοι (Neve, 1991).

Το αρσενικό άνθος έχει πέντε σέπαλα και πέντε ανθήρες αλλά εφόσον τα άνθη πέφτουν μετά την άνθηση τους κάθε ζυθοποιητική αξία τους χάνεται. Όμως, τα αρσενικά άνθη παράγουν γύρη η οποία μπορεί να μεταφερθεί σε μακρινές αποστάσεις έτσι οποιοδήποτε γειτονικό θηλυκό φυτό μπορεί να γονιμοποιηθεί και να παράγει σπόρους στην βάση των βρακτιδίων. Παρόλο των πολλών παραδειγμάτων εξαιρετικών ζύθων τύπου lager που μπορούν να παραχθούν με λυκίσκους με σπόρια, οι ζυθοποιοί τέτοιων ζύθων δεν το προτιμούν, οπότε οι περισσότερες ποικιλίες αναπτύσσονται χωρίς σπόρια. Το φυτό του λυκίσκου είναι συνήθως διπλοειδές με 20 χρωμοσώματα αλλά και τριπλοειδή φυτά έχουν αναπαραχθεί τα οποία είναι πολύ στείρα και έχουν χαμηλό ποσοστό σπόρων έστω και αν γονιμοποιηθούν (Briggs et al., 1991).

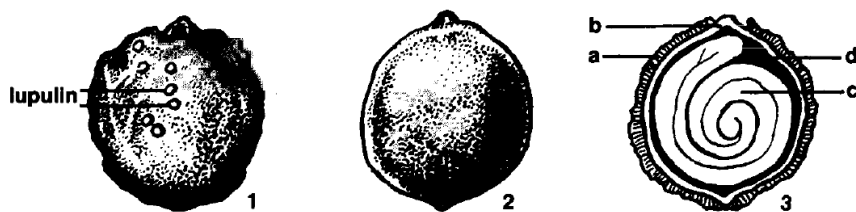


Εικόνα 6. Άνθη αρσενικού φυτού λυκίσκου (Dodds, 2017).

Τα αρσενικά φυτά χρησιμοποιούνται μόνο για βελτιστοποίηση και ανάπτυξη νέων ποικιλιών μέσω υβριδισμού.

2.1.2.5 Καρπός

Ο καρπός είναι αχάινιο, περιβάλλεται εξωτερικά από το περικάρπιο ή φλοιό και στο εσωτερικό βρίσκεται ο σπόρος που αποτελείται από το περισπέρμιο και το έμβρυο με τις δύο κοτύλες και τον εμβρυακό άξονα (Παπαστυλιανού κ.α., 2015).



Εικόνα 7. Καρπός - αχάινιο: 1 - αχάινιο, 2 - σπόρος, 3 - τομή σπόρου (a - περίβλημα σπόρου, b - υαλώδης στρώση κάτω από το περίβλημα σπόρου, c - έμβρυο, d - ενδοσπέρμιο) (Rybáček, 1991).

2.1.3 Χημική Σύσταση Λυκίσκου

Η χημική σύσταση των κόνων του λυκίσκου ουσιαστικά είναι οι χημικές ουσίες που βρίσκονται στους κόνους. Από ζυθοποιητικής άποψης οι χημικές ουσίες που είναι πιο σημαντικές μπορούν να χωριστούν σε τρεις ομάδες: α) τα οξέα του λυκίσκου, β) τα έλαια του λυκίσκου και τέλος γ) τις πολυφαινόλες. Τα οξέα του λυκίσκου αποδίδουν την πικράδα στον ζύθο, τα έλαια αποδίδουν άρωμα και γεύση και οι πολυφαινόλες σχετίζονται με την διαύγαση του ζύθου, καθώς μπορεί να αποδώσουν και γευστικά χαρακτηριστικά στο ζύθο σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται υψηλές ποσότητες λυκίσκου.

Οι κόνιοι του λυκίσκου μόλις συγκομιστούν περιέχουν περίπου 80% υγρασία και αφού ξηραθούν και είναι εμπορεύσιμοι περιέχουν 10%.

Η σύσταση του λυκίσκου σε βάρος επί ξηρού είναι έως:

- Πικρικές ουσίες: 18,5%.
- Έλαια λυκίσκου: 0,5%.
- Πολυφαινόλες: 3,5%.
- Πρωτεΐνες: 20%.
- Ανόργανα συστατικά: 8%.

Το υπόλοιπο αποτελείται από κυτταρίνη και άλλα στοιχεία τα οποία δεν είναι σημαντικά για την ζυθοποίηση. Τα πιο σημαντικά συστατικά για την παραγωγή ζύθου είναι τα πικρικά οξέα και το έλαιο του λυκίσκου (Kunze, 2004). Οι λυκίσκοι περιέχουν 2% σάκχαρα, κυρίως φρουκτόζη, ραφινόζη και γλυκόζη. Επίσης περιέχουν πηκτίνη σε ποσοστό 1 - 2% (Briggs et al., 1991).

Πίνακας 1. Σύσταση λυκίσκων (Verzele & De Keukeleire, 1991).

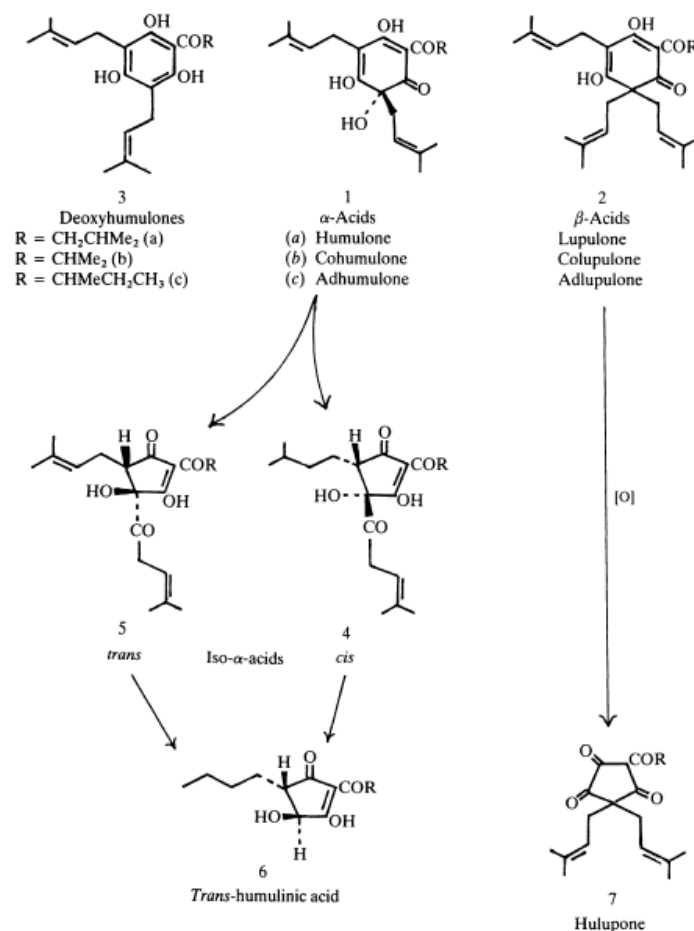
Ουσίες	Βάρος %
Άλφα οξέα	2 - 12
Αμινοξέα	0,1
Βήτα οξέα	1 - 10
Κυτταρίνη	40 - 50
Χλωροφύλλη	-
Αιθέριο έλαιο	0,5 - 5
Μονοσακχαρίτες	2
Έλαια και λιπαρά οξέα	Ίχνη έως 25%
Πηκτίνες	2
Πολυφαινόλες (τανίνες)	2 - 5
Πρωτεΐνες	1
Άλατα (τέφρα)	10
Υγρασία	8 - 12
Κηροί και στεροειδή	-

2.1.3.1 Οξέα λυκίσκου

Οι αδένες λουπουλίνης αποτελούνται ένα εκτενές μείγμα μαλακών και σκληρών ρητινών. Από την ζυθοποιητική πλευρά έχουν σημασία οι μαλακές ρητίνες που είναι διαλυτές στο εξάνιο. Αυτές αποτελούνται από τα α - οξέα, β - οξέα και τις αποκαλούμενες αχαρακτήριστες μαλακές ρητίνες (Neve, 1991).

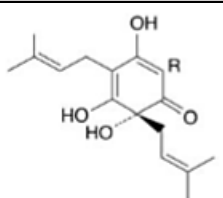
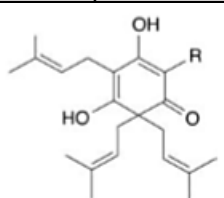
Τα οξέα του λυκίσκου, α - οξέα και β - οξέα, συντίθενται από πρενυλιωμένη ακυλοφλωρογλυκινόλη (Bellaio, 2016).

Τα α - οξέα αποτελούν τις πρόδρομες ουσίες της βάσης της πικράδας στον ζύθο. Τα α - οξέα είναι ένα μίγμα από ανάλογα (ισομερή), την χουμουλόνη, την κοχομουλόνη και την αντχομουλόνη τα οποία διαφέρουν μόνο στην φύση της θέσης R της πλευρικής αλυσίδας ακυλοομάδας. Τα β - οξέα είναι παρόμοιο μείγμα ανάλογων με την λουπουλόνη, την κολουπουλόνη και την αντλουπουλόνη. Οι δεοξυχουμουλόνες είναι οι πιθανές βιολογικές πρόδρομες ουσίες των α - και β - οξέων. Και τα α - και τα β - οξέα μπορεί να παρουσιάζουν ταυτομέρεια και υπάρχουν ως ένα μείγμα εύκολα μετατρέψιμων δομών (Neve, 1991).



Εικόνα 8. Ρητίνες λυκίσκου και τα προϊόντα μετασχηματισμού τους (Neve, 1991).

Πίνακας 2. Ανάλογα των α - και β - οξέων (Bellaio, 2016).

α - acids					β - acids			
								
Name	Formula	m.p. (°C)	$[\alpha]_D^{24}$	pKa	Name	Formula	m.p. (°C)	
Humulone	C ₂₁ H ₃₀ O ₅	64.5°	-211°	5.5	Lupulone	C ₂₆ H ₃₈ O ₄	92°	
Cohumulone	C ₂₀ H ₂₈ O ₅	oil	-208.5°	4.7	Colupulone	C ₂₅ H ₃₆ O ₄	93-94°	
Adhumulone	C ₂₁ H ₂₈ O ₅	oil	-187°	5.7	Adlupulone	C ₂₆ H ₃₈ O ₄	82-83°	
Posthumulone ^a	C ₁₉ H ₂₆ O ₅	oil	-	-	- ^d	C ₂₄ H ₃₄ O ₄	101°	
Prehumulone ^b	C ₂₂ H ₃₂ O ₅	oil	-172°	-	- ^e	C ₂₇ H ₄₀ O ₄	91°	
Adprehumulone ^c	C ₂₂ H ₃₂ O ₅	-	-	-	- ^e	C ₂₇ H ₄₀ O ₄	90°	

Η χουμουλόνη είναι το άλφα οξύ που έχει μελετηθεί περισσότερο, με την κοχομουλόνη να είναι το αντικείμενο αντιπαράθεσης ανάμεσα σε ζυθοποιούς και ερευνητές. Η κοχομουλόνη πιστεύεται ότι παράγει μια πιο δριμεία πικράδα, έτσι ένας χαρακτήρας χαμηλής κοχομουλόνης είναι συχνά επιθυμητός (Kneen, 2022).

Ούτε τα α - οξέα ούτε τα β - οξέα είναι πολύ διαλυτά στο νερό. Στους 25°C η διαλυτότητα της χουμουλόνης είναι 6 mg/1 και της λουπουλόνης 1,5 mg/1. Είναι πιο διαλυτές στο σημείο βρασμού αλλά οποιαδήποτε περίσσεια διαλυμένης ποσότητας καθιζάνει κατά την ψύξη. Ωστόσο, κατά την διάρκεια του βρασμού του βυνογλεύκου, τα α - οξέα ισομεριώνονται σε ίσο - α - οξέα τα οποία είναι κατά πολύ πιο διαλυτά. Τα β - οξέα, τα οποία είναι πολύ λιγότερο διαλυτά, παραμένουν σε υψηλό βαθμό αμετάβλητα κατά το βρασμό του βυνογλεύκου (Neve, 1991) και ενώ είναι πικρά μέχρι κάποιο όριο, γίνονται πιο πικρά μέσω οξειδωσης, κατά την αποθήκευση και κατά τον βρασμό (Kneen, 2022).

2.1.3.2 Έλαια λυκίσκου και άλλες αρωματικές ουσίες

Το άλλο σημαντικό στοιχείο του λυκίσκου είναι τα αιθέρια έλαια τα οποία επίσης παράγονται στους αδένες λουπουλίνης και κανονικά αντιπροσωπεύουν περίπου το 0,5 - 1,5% του βάρους του ξηρού κώνου. Μερικές ποικιλίες περιέχουν περισσότερα αιθέρια έλαια από άλλες, ενώ οι άσποροι λυκίσκοι έχουν αξιοσημείωτα υψηλότερο ποσοστό σε σύγκριση με τους κώνους με σπόρια της ίδιας ποικιλίας. Έχουν αναφερθεί ποσοστά περιεκτικότητας ως και 3 - 4% σε κάποιες περιπτώσεις.

Ενώ οι ρητίνες λυκίσκου δίνουν στην μύρα την πικράδα της, τα αιθέρια έλαια δίνουν το άρωμα και την γεύση της. Παρόλο που η χημεία και η αξία των ρητινών είναι καλά κατανοημένη, υπάρχουν πολλά ακόμα να ανακαλυφθούν για τα αιθέρια έλαια τα οποία αποτελούν από ένα σύμπλεγμα 200 και παραπάνω ουσιών. Αυτές οι ουσίες μπορούν να διαχωριστούν με αέρια χρωματογραφία και πολλές από αυτές έχουν προσδιοριστεί από αέρια χρωματογραφία αλλά δεν συνεπάγεται ότι αυτό έχει προσδώσει μια ολοκληρωμένη κατανόηση της χρήσης τους στην ζυθοποιία.

Το αιθέριο έλαιο είναι πτητικό στο ατμό και εκτιμάται από απόσταξη με ατμό. Ο διαχωρισμός γίνεται με μια διαδικασία γνωστή ως διαστάλαξη (συμπύκνωση), όπου το έλαιο παραμένει σε μια παγίδα ενώ η συμπυκνωμένη υδατική φάση επιστρέφει στο βραστήρα.

Τα αιθέρια έλαια μπορούν διαχωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες: α) υδρογονάνθρακες, β) οξυγονωμένα παράγωγα και γ) ουσίες που περιέχουν θείο. Στις περισσότερες ποικιλίες οι υδρογονάνθρακες κυριαρχούν, αλλά είναι οι πιο πτητικοί και μόνο λίγοι επιβιώνουν μετά το βρασμό, ακόμα και στις προσθήκες στο τέλος του βρασμού. Είναι όμως ελαφρώς πιο διαλυτοί, στο αλκοολούχο διάλυμα της μύρας και μικροποσότητες θα διαλυθούν κατά την διάρκεια της ξηρής προσθήκης λυκίσκου (Neve, 1991).

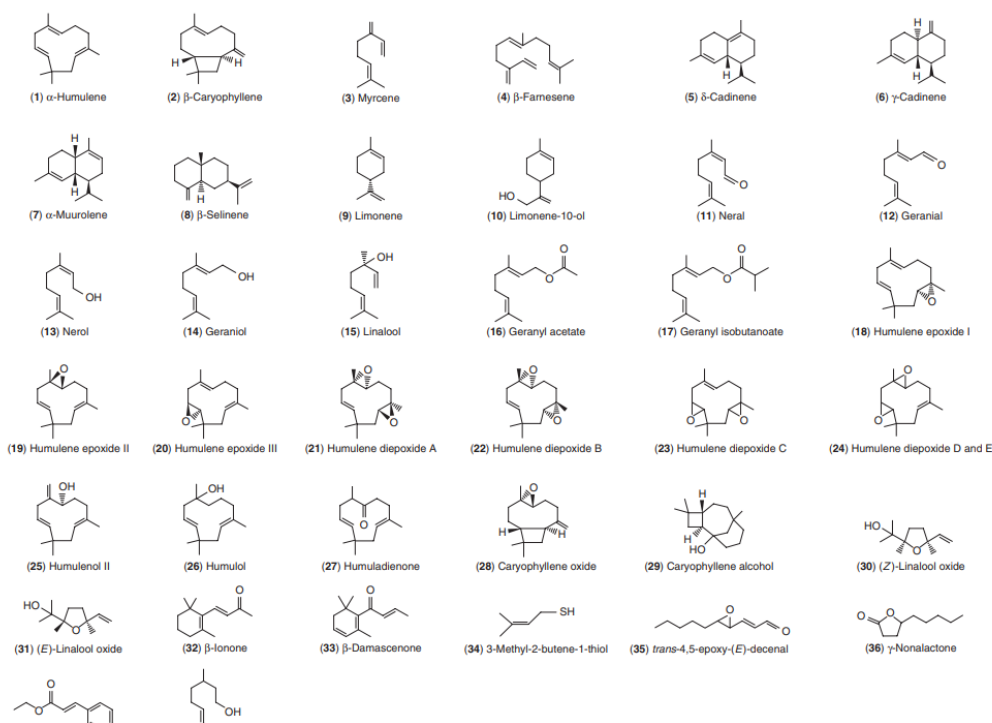
Πίνακας 3. Σύσταση ελαίου λυκίσκου (Bellaio, 2016).

Έλαιο λυκίσκου		
Υδρογονάνθρακες	Οξυγονωμένες ουσίες	Ουσίες που περιέχουν θείο
Μονοτερπένια (όπως μυρσένιο)	Τερπενικές αλκοόλες (όπως λιανόλη, γερανιόλη)	Θειοεστέρες
Σεσκιτερπένια (όπως β-καρνοφυλλένιο)	Σεσκιτερπενικές αλκοόλες	Σουλφίδια
Αλιφατικοί υδρογονάνθρακες)	Άλλες αλκοόλες (αλκοόλες, κετόνες, εποξειδία, εστέρες)	Άλλες θειούχες ουσίες

Η σύσταση των αιθέριων ελαίων του λυκίσκου εξαρτάται από γενετικούς (ποικιλία) και καλλιεργητικούς παράγοντες (Bellaio, 2016). Εξαρτάται από την ποικιλία, μπορεί να επηρεαστεί σε υψηλό βαθμό από τις συνθήκες ξήρανσης όπως επίσης και από τις άλλες τεχνικές επεξεργασίας (Krottenthaler, 2009).

Το αιθέριο έλαιο λυκίσκου τυπικά αποτελείται από 90% τερπενοειδή, με κυρίαρχο το μονοτερπένιο β - μυρσένιο και τα σεσκιτερπένια α - χουμουλένιο και β - καρνοφυλλένιο. Ωστόσο πάνω από 300 διαφορετικές πτητικές ουσίες έχουν προσδιοριστεί (Bellaio, 2016).

Το μονοτερπένιο μυρσένιο αποτελεί ποσοτικά την πιο σημαντική ουσία με 17 - 37% ποσοστό μάζας επί του συνόλου των ελαίων λυκίσκου (Krottenthaler, 2009).



Εικόνα 9. Χημικές δομές των κύριων συστατικών και εν δυνάμει αρωματικών στα αιθέρια έλαια του λυκίσκου και στην μύρα (Eyres & Dufour, 2008).

Σύμφωνα με την Kneen (2013), το μυρσένιο, παρόλο που είναι ένα κύριο συστατικό των αιθέριων ελαίων του λυκίσκου, είναι σημαντικό μόνο επειδή οι «ευγενείς» λυκίσκοι θα πρέπει να έχουν χαμηλό ποσοστό μυρσενίου. Σε αντίθεση, οι ευγενείς λυκίσκοι θα πρέπει να έχουν υψηλότερο ποσοστό χουμουλενίου, το οποίο φαίνεται να διασφαλίζει ότι οι λυκίσκοι θα διατηρήσουν τα αρωματικά χαρακτηριστικά τους παρόλο την οξείδωση τους στο πέρασμα του χρόνου.

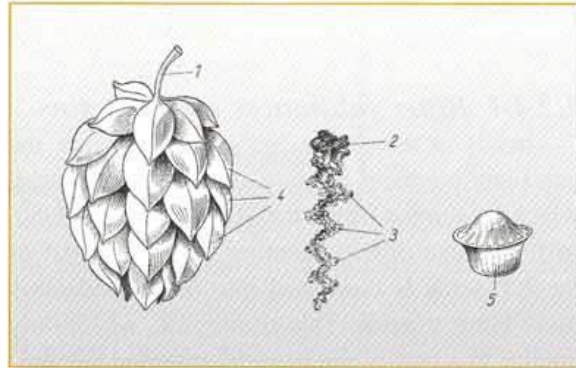
Τα οξυγονωμένα τερπένια, λιναλόλη και γερανιόλη έχουν ανθικό άρωμα και άρωμα που μοιάζει με τριαντάφυλλο αντίστοιχα.

Οι εστέρες μπορεί να συμβάλλουν στην εντύπωση φρουτώδους αρώματος. Τα λιπαρά οξέα κυρίως είναι υπεύθυνα για το άρωμα που μοιάζει με τυρί, ειδικά σε μη κατάλληλα αποθηκευμένους λυκίσκους (θερμή αποθήκευση).

Οι ετερόκυκλοι οξυγόνου (εποξειδία) διαμορφώνονται από αυτοοξείδωση των υδρογονανθράκων, σεσκιτερπενίων. Οι λυκίσκοι επίσης περιέχουν ουσίες που περιέχουν θειούχα αρώματα όπως οι θειοεστέρες, τα σουλφίδια και οι θειούχοι ετερόκυκλοι (Krottenthaler, 2009).

2.1.3.3 Πολυφαινόλες

Οι λυκίσκοι περιέχουν 2 με 5% πολυφαινόλες επί ξηρού και βρίσκονται σχεδόν εξ ολοκλήρου στο κεντρικό ζιγκ ζαγκ άξονα (sprig) και στα βράκτια (Kunze, 2004).



Εικόνα 10. Κώνος λυκίσκου. 1) Μίσχος, 2) κεντρικός άξονας, 3) άνθη, 4) βράκτια, 5) αδένας λυκίσκου (Kunze, 2004).

Οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ενδιαφέρουσες ιδιότητες για τον ζυθοποιό:

- Έχουν μια στυπτική γεύση.
- Συνδυάζονται και καθιζάνουν με πρωτεΐνες.
- Οξειδώνονται σε ουσίες χρώματος κόκκινο - καφέ.
- Συνδυάζονται με άλατα σιδήρου για να διαμορφώσουν μαύρου χρώματος ουσίες.

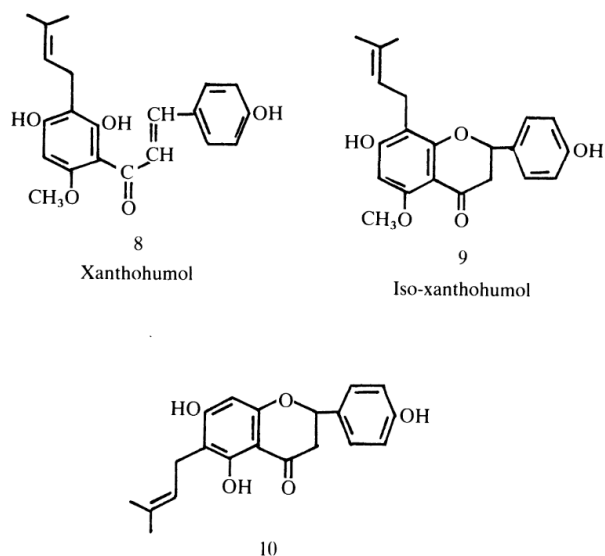
Ως αποτέλεσμα αυτών των ιδιοτήτων, οι πολυφαινόλες συμμετέχουν και εμπεριέχονται στην δημιουργία θολωμάτων στην μύρα και συμβάλλουν στην γεύση και στο χρώμα. Οι πολυφαινόλες είναι ουσίες με υψηλή ή χαμηλή πολυπλοκότητα περιέχοντας διάφορες φαινολικές ομάδες και έτσι αποδίδεται και το όνομα τους πολυφαινόλες.

Αποτελούνται από μια μίξη τανινών, φλαβονών, κατεχινών και ανθοκυανογονών.

Από τις πολυφαινόλες, τα ανθοκυανογόνα είναι οι πιο σημαντικές ποσοτικά και ποιοτικά (Kunze, 2004).

Στους κώνους του λυκίσκου περιέχονται διάφορα πολυφαινολικά συστατικά όπως φαινολικά οξέα, προανθοκυανιδίνες και πρενυλιωμένες χαλκόνες, τα οποία παράγονται επίσης στους λουπουλονικούς αδένες (Αρβανιτίδου, 2017).

Στις σκληρές ρητίνες του λυκίσκου περιλαμβάνονται οι πολυφαινόλες ξανθοχουμόλη, ισοξανθοχουμόλη και φλαβόνη οι οποίες δεν είναι διαλυτές σε διαλύτες υδρογονανθράκων (Bellaio, 2016).



Εικόνα 11. Στα συστατικά των σκληρών ρητινών του λυκίσκου περιλαμβάνονται η ξανθοχουμόλη (8), η ίσο - ξανθοχουμόλη (9) και η φλαβόνη (10) (Neve, 1991).

Περίπου 100 διαφορετικά φαινολικά μονοσυστατικά μπορούν να προσδιοριστούν με αναλυτικές μεθόδους.

Οι πολυφαινόλες αποτελούνται από περίπου 80% συμπυκνωμένες και περίπου 20% υδρολύμενες ουσίες. Οι πρώτες είναι μονομερείς πολυφαινόλες και οι γλυκοζίτες τους. Αυτές είναι ικανές να πολυμεριστούν σε προϊόντα υψηλότερου μοριακού βάρους.

Η ομάδα φαινολικών καρβοξυλικών οξέων που περιλαμβάνει το υδροξυβενζοϊκό οξύ και το υδροκινναμωμικό οξύ επίσης περιλαμβάνεται στις πολυφαινόλες.

Το κύριο συστατικό των φλαβονοειδών πρενυλίων είναι η ξανθοχουμόλη.

Οι αρωματικοί λυκίσκοι έχουν πιο υψηλές ποσότητες χαμηλού μοριακού βάρους πολυφαινολών συγκριτικά με τους πικρικούς λυκίσκους. Διαφορές εγείρονται ανάλογα τον τόπο καλλιέργειας, την ποικιλία και την διαδικασία βλάστησης.

Πιο συγκεκριμένα, οι προανθοκυανιδίνες που αποτελούνται από μονάδες κατεχίνης ή λευκοανθοκυανιδίνης είναι η αιτία της ιζηματοποίησης των πρωτεϊνών και του θολώματος. Οι προανθοκυανιδίνες αποκαλούνται ανθοκυανογόνα στην βιομηχανία της ζυθοποίησης.

Οι χαμηλού μοριακού βάρους πολυφαινόλες είναι φυσικά αντιοξειδωτικά και αυξάνουν την αναγωγική δύναμη και ικανότητα της μύρας. Προστατεύουν τον ζύθο από οξείδωση και έτσι ενισχύουν έμμεσα την σταθερότητα της γεύσης. Επιπλέον, θεωρείται ότι δρουν ως δεσμευτές ελεύθερων ριζών στο ανθρώπινο σώμα. Το φλαβονοειδές πρενύλιο, ξανθοχουμόλη βρίσκεται στους αδένες λουπουλίνης και δείχνει αντικαρκινική δράση και σε εργαστηριακά πειράματα (*in vitro*) και σε πειράματα σε ζώα. Οι υψηλού μοριακού βάρους πολυφαινόλες μπορεί να αυξήσουν το χρώμα της μύρας, ειδικά μετά από αυξημένους χρόνους βρασμού και μπορεί να προκαλέσουν δριμεία πικράδα. Μειώνουν την κολλοειδή σταθερότητα και προκαλούν εν

δυνάμει θόλωμα στην μύρα. Η συγκέντρωση πολυφαινολών μπορεί να μειωθεί προκειμένου να επιτευχθεί μια υψηλότερη φυσική σταθερότητα στην μύρα. Εναλλακτικά, η θολερότητα των πολυφαινολών μπορεί να απομακρυνθεί κατά το φιλτράρισμα της μύρας με προσρόφηση σε πολυβινυλοπολυπυρρολιδόνη (PVPP). Οι πολυφαινόλες απομακρύνονται μερικώς από το διαχωρισμό θερμού και ψυχρού ιζήματος, την λάσπη μαγιάς και το φιλτράρισμα. Για τις κατεργασίες σταθεροποίησης της μύρας χρησιμοποιούνται και σκευάσματα με πολυφαινόλες. Τα φαινολικά οξέα είναι πρόδρομες ουσίες για συγκεκριμένα αρώματα μύρας. Από φερουλικό οξύ αναπτύσσεται 4 - βυνίλ - γουαϊακόλη (με αρωματική εντύπωση σαν γαρύφαλλο) η οποία είναι υπεύθυνη για το τυπικό άρωμα των σταρένιων ζύθων. Οι λυκίσκοι περιέχουν 4 - βυνίλ - γουαϊακόλη (Krottenthaler, 2009).

2.1.3.3 Ένζυμα

Υπάρχουν αποδείξεις ότι οι λυκίσκοι περιέχουν αμυλολυτικά ένζυμα ή βρίσκονται πάνω τους και τροποποιούν βιοχημικά την μύρα, διασπώντας μη ζυμώσιμες μακράς αλυσίδας δεξτρίνες σε ζυμώσιμα σάκχαρα κατά την διάρκεια της παραμονής του ξηρού λυκίσκου στην μύρα (Stokholm & Shellhammer, 2020). Οι Kirkpatrick & Shellhammer (2018), παρατήρησαν επαναζύμωση της μύρας που οφειλόταν στην προσθήκη ξηρού λυκίσκου ποικιλίας Cascade, λόγω της δράσης διαφόρων αμυλολυτικών ενζύμων που είναι παρόντα στο λυκίσκο όπως αμυλογλυκοσιδάση, α - αμυλάση, β - αμυλάση και α -1,6 γλυκοζιδάση (limit dextrinase).

Ουσιαστικά, αυτή η αύξηση σε ζυμώσιμα σάκχαρα μπορεί, παρουσία μαγιάς, να αποτελέσει την έναρξη μιας αργής αλλά σταθερής δευτερεύουσας ζύμωσης, το οποίο αναφέρεται ως «ερπυσμός λυκίσκου» αλλιώς «hop creep». Ο ερπυσμός λυκίσκου προϋποθέτει τρεις συνθήκες για την εμφάνιση του: 1) κάποια ποσότητα πραγματικού μη ζυμώσιμου εκχυλίσματος στο βυνογλεύκος ή στην μύρα πριν την προσθήκη ξηρού λυκίσκου, 2) ζωντανή μαγιά που βρίσκεται εν αιώρηση και 3) την προσθήκη ξηρού λυκίσκου σε μύρα υπό ζύμωση ή σε ζυμωμένη μύρα. Οι κύριες συνέπειες του ερπυσμού λυκίσκου έχουν αποτέλεσμα η μύρα να βρίσκεται εκτός προδιαγραφών όσον αφορά την περιεχόμενη αλκοόλη, το διακετύλιο και το CO₂. Είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό όταν συμβαίνει μετά την εμφιάλωση λόγω της επικινδυνότητας της ασφάλειας του καταναλωτή από την αύξηση της πίεσης στην συσκευασία, υπεραφρισμός της μύρας. Ο έλεγχος του ερπυσμού του λυκίσκου, δηλαδή η ενίσχυση ή η μείωση του, επιτελείται με διάφορες μεθόδους όπως ο χειρισμός του βυνογλεύκου για την απόκτηση της επιθυμητής σύστασης, η επιλογή του στελέχους μαγιάς, ο έλεγχος της συγκέντρωσης της εν αιώρηση μαγιάς κατά την διάρκεια της παραμονής του ξηρού λυκίσκου, η μορφή του ξηρού λυκίσκου, η χρονική στιγμή της προσθήκης ξηρού λυκίσκου, ο χρόνος

επαφής του ξηρού λυκίσκου με την μύρα καθώς και η θερμοκρασία (Stokholm & Shellhammer, 2020). Η προσθήκη ξηρού λυκίσκου επίσης αυξάνει το pH της μύρας.

Τέλος, υπάρχουν αναφορές και αποτελεί αντικείμενο πρόσφατων σχετικά ερευνών για βιομετατροπή συστατικών του λυκίσκου από ένζυμα της μαγιάς. Η μαγιά (*Saccharomyces spp.*) αλληλεπιδρά με τον λυκίσκο μέσω μιας ενζυμικής αντίδρασης (υδρόλυσης) και έτσι απελευθερώνονται αρωματικές πτητικές ουσίες και σάκχαρα.

2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Ο λυκίσκος είναι ένα ανεμόφιλο, δίοικο, ποώδες, αναρριχώμενο, ανθεκτικό, πολυετές φυτό. Το υπέργειο βλαστικό μέρος του πεθαίνει το φθινόπωρο ενώ το ρίζωμα του παραμένει στο έδαφος το χειμώνα για πολλά χρόνια. Την άνοιξη ο βλαστικός ιστός του ανώτερου μέρους του ριζώματος παράγει πολλαπλούς οφθαλμούς από τους οποίους αναπτύσσονται πολλοί βλαστοί. Ο καλλιεργητής επιλέγει τους πιο δυνατούς βλαστούς και τους περιτυλίγει σε σχοινιά.

Το φυτό χρειάζεται υποστήριξη για να αναπτυχθεί, συνεπώς καλλιεργείται πάνω σε σχοινιά που κρέμονται από κάποιου είδους υποστύλωση (Bellaio, 2016). Το σύστημα υποστύλωσης θα πρέπει να είναι ικανό να υποστηρίξει τη ρωμαλέα ανάπτυξη του φυτού, δηλαδή το συνολικό βάρος των βλαστών κατά την περίοδο ανάπτυξης και πλήρους ωρίμανσης των κώνων (καρπών) και τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες (ανέμους και βροχές).

Ο λυκίσκος (*H. lupulus*) είναι αυτοφυής και καλλιεργείται, σε μεγάλο βαθμό στο Βόρειο ημισφαίριο ανάμεσα 35° και 55° Β, όπως επίσης καλλιεργείται και στο Νότιο ημισφαίριο στην Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία και Νότια Αφρική (Briggs et al., 1991). Σε αυτό το εύρος γεωγραφικού πλάτους ικανοποιούνται οι ανάγκες του φυτού για την διάρκεια ημερήσιου ηλιακού φωτός.

Για επιτυχή ανάπτυξη και παραγωγή κώνων απαιτείται ζεστό και υγρό κλίμα, κατά προτίμηση με καλοκαιρινές βροχοπτώσεις. Επίσης, οι οφθαλμοί του ριζώματος χρειάζονται θερμοκρασίες κάτω από 5°C κατ' ελάχιστο για 4 - 5 βδομάδες για βέλτιστη ανοιξιάτικη ανάπτυξη.

Ο λυκίσκος χρειάζεται υψηλή ποσότητα νερού λόγω της μεγάλης βλαστικής μάζας και ανάπτυξης του. Η άρδευση θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε το νερό να απορροφάτε από τις ρίζες του φυτού να μην απορρέει, ούτε να δημιουργείται κορεσμός ύδατος στο ριζικό σύστημα. Σε ξηρές περιοχές, γενικά απαιτείται άρδευση από τα μέσα της άνοιξης έως και λίγο πριν την συγκομιδή.

Το έδαφος για καλλιέργεια λυκίσκου θα πρέπει να είναι βαθύ, πλούσιο σε θρεπτικά, με καλή αποστράγγιση για την προώθηση την βέλτιστης ανάπτυξης (Joseph, 2015).

Οι λυκίσκοι αναπτύσσονται καλύτερα σε εδάφη που δεν είναι τόσο όξινα ή αλκαλικά. Το βέλτιστο εύρος pH κυμαίνεται από 6 έως 7. Το έδαφος μπορεί να τροποποιηθεί ως ένα βαθμό για να πληρούνται οι βασικές προϋποθέσεις αποστράγγισης, pH, θρεπτικών και οργανικής ύλης.

Οι μέθοδοι παραγωγής λυκίσκου διαφέρουν ανάλογα την περιοχή και την χώρα. Οι αποστάσεις φύτευσης, οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης, το σύστημα υποστύλωσης κ.α. ποικίλουν και εξαρτούνται από διάφορους παράγοντες όπως η μηχανοποίηση ή όχι της

καλλιέργειας, τα διαθέσιμα επενδυτικά κεφάλαια, οι ποικιλίες λυκίσκου που πρόκειται να καλλιεργηθούν, από περιβαλλοντικούς και κλιματικούς παράγοντες κ.α.

Το ύψος του συστήματος υποστύλωσης σε γενικές γραμμές είναι προσεγγιστικά 7 m για το κανονικό σύστημα υποστύλωσης. Συνήθως αποτελείται από υψηλούς στύλους όπου στην κορυφή τους διατρέχουν συρματόσχοινα. Από τα συρματόσχοινα κρέμονται σχοινιά στα οποία περιτυλίγονται και αναπτύσσονται οι λυκίσκοι.

Οι λυκίσκοι πολλαπλασιάζονται κατά κόρον με μοσχεύματα. Η εγγενής αναπαραγωγή του αποφεύγεται καθώς δεν αποδίδει τον ίδιο απόγονο με το μητρικό φυτό, όπου είναι και το ζητούμενο στην καλλιέργεια. Τα συνήθη μοσχεύματα είναι ριζώματα ή δενδρύλλια λυκίσκου. Θα πρέπει να προηγηθεί η πλήρης εγκατάσταση της καλλιέργειας και όργωμα του εδάφους πριν από την φύτευση. Η φύτευση λαμβάνει χώρα νωρίς την άνοιξη, τα δενδρύλλια μπορούν να φυτευτούν και λίγο αργότερα καθώς είναι ήδη ανεπτυγμένα φυτά με φύλλα και ρίζες.

Η γρήγορη και άφθονη ανάπτυξη του φυτού του λυκίσκου προϋποθέτει μεγάλες ποσότητες σε θρεπτικά εδάφους. Κατά συνέπεια η λίπανση είναι απαραίτητη στην πλειοψηφία των καλλιεργειών για να είναι επιτυχείς και αποδοτικές.

Το εδαφικό άζωτο (N) αποτελεί στοιχείο ζωτικής σημασίας για έντονη ανάπτυξη της κομοστέγης των λυκίσκων. Η αζωτούχα λίπανση κάθε χρόνο αποτελεί προϋπόθεση της καλλιέργειας.

Το κάλιο (K) είναι σημαντικό για την υγιή φυλλική ανάπτυξη, για την ανάπτυξη των βλαστών, για την υδατική ισορροπία του φυτού και την ανάπτυξη των κώνων. Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτούνται ετήσιες λιπάνσεις καλίου.

Από τα μακρό-θρεπτικά στοιχεία κλειδιά (N, P, K και S), οι λυκίσκοι παρουσιάζουν την μικρότερη ανάγκη σε φώσφορο (P). Διάφορα ιχνοστοιχεία κλειδιά είναι απαραίτητα όπως μαγνήσιο (Mg), ψευδάργυρος (Zn) και βόριο (B) προκειμένου να μην εμφανιστούν τροφοπενίες (Dodds, 2017).

Υπάρχει πληθώρα εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων που μπορεί να εμφανιστούν σε μια καλλιέργεια λυκίσκου. Η αντιμετώπιση και διαχείριση τους είναι αναγκαία για τη επιτυχή και επικερδή καλλιέργεια. Διάφορες ασθένειες μπορούν να προκαλέσουν από ήπια έως σοβαρά προβλήματα στην καλλιέργεια. Στις πιο σοβαρές από αυτές περιλαμβάνονται ο περονόσπορος (*Pseudoperonospora humuli*), το ωίδιο (*Podospaera macularis*), και το βερτισίλλιο (*Verticillium albo-atrum* ή *Verticillium dahliae*). Άλλο ένα πρόβλημα αποτελούν τα παράσιτα. Τα πιο γνωστά είναι οι αφίδες του λυκίσκου και οι τετράνυχοι.

Τέλος πολυετή και ετήσια ζιζάνια θα πρέπει να αντιμετωπιστούν διότι ανταγωνίζονται το φυτό του λυκίσκου ως προς τα θρεπτικά και το νερό. Για όλα τα παραπάνω, η διαχείριση τους και η

αντιμετώπιση τους γίνεται με προληπτικά και επεμβατικά μέτρα ελέγχου κατά την διάρκεια ολόκληρης της καλλιεργητικής περιόδου.

Η συγκομιδή του λυκίσκου ξεκινά το Αύγουστο, διαρκεί ως τα μέσα του Σεπτεμβρη (Βόρειο Ημισφαίριο) και εξαρτάται από την τάση του καιρού και την ποικιλία. Ο κατάλληλος χρόνος για συγκομιδή είναι ένας συμβιβασμός της απόδοσης, της συγκέντρωσης των πικρικών ρητινών, της ποιότητας του αρώματος και τις αντίστοιχες προσβολές από ασθένειες (Krottenthaler, 2009).

Το παράθυρο συγκομιδής των λυκίσκων είναι 5 με 10 ημέρες, αν παρέλθει αυτή η χρονική περίοδος οι κώνοι των λυκίσκων υποβιβάζονται ποιοτικά σε σύντομο χρονικό διάστημα. Στις μέρες μας, σε εμπορικές καλλιέργειες η συγκομιδή επιτελείται κατά πλειοψηφία μηχανικά.

Η απόδοση της καλλιέργειας επηρεάζεται από έναν αριθμό περιβαλλοντικών παραγόντων, π.χ. την διαθεσιμότητα των θρεπτικών, την παροχή νερού, την θερμοκρασία, την έκθεση στο φως, τις γεωργικές πρακτικές, από τις ασθένειες και τα παράσιτα (Joseph, 2015; Serrine et al., 2010).

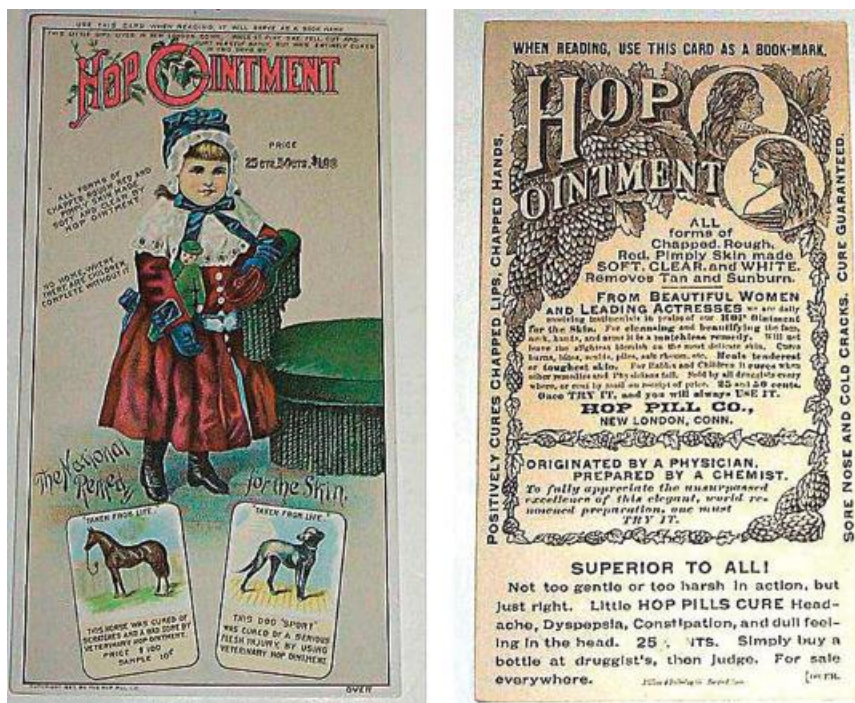
2.2.1 Ιστορικά Στοιχεία

Όσον αφορά την φυσική ιστορία, το *Humulus* είναι ένα γένος ποώδους αναρριχητικού φυτού το οποίο το πιο πιθανό να προέρχεται από την Κίνα. Είναι όμως αυτοφυές σε εύκρατες περιοχές του Βορείου Ημισφαιρίου περιλαμβανομένου της Ασίας, Ευρώπης και Βόρειας Αμερικής (Sirrinc et al., 2010).

Από ιστορικά στοιχεία εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο λυκίσκος προέρχεται από την Ασία και πιο συγκεκριμένα από την γόνιμη γη της Μεσοποτάμιας, στα υψίπεδα του Καυκάσου και την Νότια Σιβηρία. Ωστόσο όπως προαναφέρθηκε από βοτανικής πλευράς, το φυτικό είδος του λυκίσκου θεωρείται πως κατάγεται από την Κίνα διότι είναι η μόνη χώρα στον κόσμο στην οποία τα τρία είδη λυκίσκου (*H. lupulus*, *H. japonicus*, *H. yunnanensis*) είναι ενδημικά (Αρβανιτίδου, 2017).

Παλαιοβοτανολόγοι έχουν βρει ενδείξεις απολιθωμένης γύρης λυκίσκου, μαζί με γύρη του κοντινού συγγενή της οικογένειας Cannabaceae, την μαριχουάνα- σε πολλαπλές αρχαιολογικές περιοχές. Στους Παλαιολιθικούς χρόνους, όταν οι άνθρωποι ακόμα πελέκιζαν με λίθους τις αιχμές των δοράτων, χρησιμοποιούσαν άγριες ποικιλίες λυκίσκου, οι οποίες αναπτύσσονταν στην σημερινή Βόρεια Αμερική, Ευρώπη και Ασία ως ένα από τα κύρια φαρμακευτικά φυτά. Η πιο πρώιμη γραπτή αναφορά βρίσκεται στο *Naturalis Historia*, που δημοσιεύτηκε το 77 - 79 μ.Χ. από το Ρωμαίο συγγραφέα Γάιο Πλίνιο Σεκούνδο - γνωστός ως ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (Eyck & Gehring, 2015).

Τα τελευταία 5000 χρόνια, ο λυκίσκος χρησιμοποιούταν για ιατρικούς σκοπούς (Εικόνα 12) ως ίνα για χαρτί, ως συστατικό για σαλάτες, σε μαξιλάρια ως βοήθημα ύπνου, ως φυσικό συντηρητικό και ως παράγοντας γεύσης στην μπύρα (Sirrinc et al., 2010).



Εικόνα 12. Πρώιμη ιατρική χρήση των λυκίσκων (Sirrinc et al., 2010).

Μια πρώιμη αναφορά της χρήσης του λυκίσκου στην παραγωγή ζύθου βρίσκεται στο φιλανδικό έπος «*The Kalevala*» (Lönnrot & Magoun, 1963). Αυτό το έπος, παρόλο που φημίζεται ότι αναφέρεται για 3000 χρόνια πριν, δεν ήταν γραμμένο μέχρι το 19ο αιώνα και εφόσον είχε διατηρηθεί στην ιστορία προφορικά, θα μπορούσε να έχει υποβληθεί σε ουσιαστικές αλλαγές και προσθήκες (Neve, 1991).

Ένας αγρός λυκίσκου στο Geisenfeld κοντά στην Freising, που αναφέρεται το 736 μ.Χ., λέγεται ότι εγκαταστάθηκε από Βένδους φυλακισμένους πολέμου (Meussdoerffer, 2009). Οι Βένδοι ήταν Σλάβοι και πιστεύεται ότι η Σλάβικη λέξη για τους λυκίσκους, «*hmelj*», ίσως έχει φιλανδική προέλευση και ως εκ τούτου η αναφορά στο έπος «*The Kalevala*» ίσως υποδεικνύει πραγματικά ότι η χρήση της προέρχεται από εκεί. Υπάρχουν περαιτέρω αποδεικτικά έγγραφα από τον 9ο - 12ο αιώνα για καλλιέργεια λυκίσκου στη Βοημία, στην Σλοβενία και στην Βαυαρία. Έτσι φαίνεται ότι υπάρχουν αμφισβητήσεις ως ένα βαθμό, ότι αυτή η περιοχή ήταν το κέντρο από το οποίο η καλλιεργητική πρακτική διαδόθηκε στην υπόλοιπη Ευρώπη και τελικά στο υπόλοιπο κόσμο.

Μια λεπτομερής αναφορά της καλλιέργειας λυκίσκου στην Ανατολική Ευρώπη, περιλαμβανομένου και της παρελθοντικής ιστορίας της, αποδίδεται από τον Strausz (1969). Στην Ουκρανία και στην Ρωσία υπάρχει μια παλιά παράδοση για χρήση του λυκίσκου για ζυθοποίηση, η οποία ίσως προηγείται χρονικά ακόμα και από την αντίστοιχη παράδοση της Βοημίας. Ο Ιβάν ο Τρομερός πέρασε νόμους οι οποίοι ευνοούσαν την παραγωγή βότκας έναντι

της μύρας και έτσι η παραγωγή μύρας δεν αναπτύχθηκε εμπορικά μέχρι τον 19ο αιώνα όπου η παραγωγή μύρας και η καλλιέργεια λυκίσκου, σε μεγάλο βαθμό, ήταν σε γερμανικά χέρια. Στην Πολωνία υπάρχουν πολύ πρώιμες αναφορές για καλλιέργεια λυκίσκου, η οποία επεκτάθηκε αξιοσημείωτα τον 18^ο αιώνα. Στην Γιουγκοσλαβία, επίσης, υπάρχουν ξεκάθαρες αναφορές για καλλιεργούμενους λυκίσκους από το 1160 περίπου αλλά και πάλι η καλλιέργεια δεν εξαπλώθηκε και εξελίχθηκε σε σημαντική εμπορική δραστηριότητα μέχρι ύστερα από το 1870.

Από την κεντρική Ευρώπη η καλλιέργεια λυκίσκου επεκτάθηκε ανατολικά στην Φλάνδρα κατά την διάρκεια του 14ου αιώνα. Η καλλιέργεια του συνδεόταν με την τοπική εξειδίκευση σε μύρες με λυκίσκο έναντι μυρών χωρίς λυκίσκο (Neve, 1991,).

Οι λυκίσκοι ήρθαν στην Αγγλία το 1524, πιο συγκεκριμένα στο Kent, από Φλαμανδούς μετανάστες (Briggs et al., 2004).

Μια ανεξήγητη ανακάλυψη ως και σήμερα, είναι το καράβι του Graveney στην Αγγλία. Το Graveney βρίσκεται στη βόρεια ακτή του Κεντ. Κατά την διάρκεια αποχευετικών έργων στο μέρος αυτό το 1970, αποκαλύφθηκαν τα απομεινάρια ενός καραβιού το οποίο χρονολογείται με ραδιοχρονολόγηση περίπου το 950 μ.Χ.

Τα άφθονα απομεινάρια λυκίσκου που ανήκαν σε αυτό το καράβι, υποδεικνύουν ότι αυτά θα πρέπει να ήταν και το φορτίο που μετέφερε.

Διάφοροι συγγραφείς έχουν αμφισβητήσει για το εάν ο λυκίσκος είναι αυτοφυής στην Βρετανία, αλλά η ανακάλυψη καρπών λυκίσκου σε μια αρχαιολογική ανασκαφή στο Shippea Hill στο Cambridgeshire, που χρονολογείται περίπου το 3000 π.Χ. (Clark & Godwin, 1962) και υπολείμματα γύρης από άλλες περιοχές δείχνουν συμπερασματικά ότι είναι ένα αυτοφύες είδος.

Ο καλλιεργούμενος λυκίσκος εισάχθηκε στην Βόρεια Αμερική από την Αγγλία το 1629 και η πρώτη εμπορική καλλιέργεια στις Η.Π.Α. εγκαταστάθηκε στην Νέα Υόρκη το 1808. Η καλλιέργεια του λυκίσκου εξαπλώθηκε ραγδαία από τα δυτικά στα ανατολικά. Το Wisconsin έγινε ο κύριος παραγωγός λυκίσκου για βραχεία περίοδο στα τέλη του 19ου αιώνα, αλλά η Νέα Υόρκη παρέμεινε πρωτοπόρος μέχρι το 1920, όταν ο ψευδοπερονόσπορος κατέστρεψε τις καλλιέργειες και στις δύο πολιτείες (Carter et al., 1990). Τα προβλήματα με ασθένειες οδήγησαν την βιομηχανία να μετακινηθεί στην Δυτική Ακτή των Η.Π.Α όπου οι πιο ξηρές συνθήκες ήταν πιο ευνοϊκές για την καλλιέργεια (Neve, 1991).

Οι άποικοι ήταν επίσης υπεύθυνοι για την εισαγωγή λυκίσκων στις νέες αναπτυσσόμενες χώρες όπως Νότια Αφρική, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία. Μια λεπτομερής περιγραφή για την εισαγωγή τους στην Αυστραλία δίδεται από τον Pearce (1976). Η πρώτη προσπάθεια έγινε για την μεταφορά φυτών λυκίσκου από την Αγγλία, που οργανώθηκε από τον Sir Joseph Banks,

έγινε το 1799, αλλά τα φυτά δεν επιβίωσαν το μακρύ ταξίδι. Φαίνεται ότι τα πρώτα φυτά που αναπτύχθηκαν στην Αυστραλία προέκυψαν από σπόρο στην Νέα Νότια Ουαλία, το 1803 και 1804, ενώ η πρώτη καταγραφή φυτικού υλικού που προήλθε από την Αγγλία, είναι αυτή που ήρθε από τον William Shoobridge, «έναν έμπειρο καλλιεργητή» ο οποίος άφησε το Maidstone του Kent για να εγκατασταθεί στην Τασμάνια το 1822 (Neve, 1991).

Στην Ιαπωνία η καλλιέργεια λυκίσκου ξεκίνησε περίπου το 1876 με Αμερικάνικες και Γερμανικές ποικιλίες.

Η καλλιέργεια λυκίσκου στην Ινδία ξεκίνησε στο Kashmir την δεκαετία του 1880, παρόλο που αυτήν η πρώιμη προσπάθεια ήταν ανεπιτυχής (DeNoma, 2000). Πιο πρόσφατες προσπάθειες ήταν πιο επιτυχημένες και η Ινδία ικανοποιεί τις ανάγκες της τώρα σε μεγάλο βαθμό (Neve, 1991).

Στην Ελλάδα ο λυκίσκος εισάχθηκε κατά την δεκαετία του 1960 (Ηπειρο) (Ζερλέντης, 1968).

2.2.2 Τοποθεσία Καλλιέργειας

Το γεωγραφικό πλάτος, συνεπώς και η διάρκεια της ημερήσιας ηλιοφάνειας, οι χειμερινές και θερινές θερμοκρασίες, η υγρασία της ατμόσφαιρας, οι βροχοπτώσεις καθώς και τα χαρακτηριστικά μικροκλίματος της κάθε περιοχής όπως οι ανοιξιάτικοι παγετοί, η κατεύθυνση και η ένταση των ανέμων της τοποθεσίας καλλιέργειας, καθορίζουν εάν είναι εφικτή η καλλιέργεια λυκίσκου καθώς και το πόσο επιτυχής και αποδοτική θα είναι.

Ο συνολικός συνδυασμός των κλιματικών συνθηκών είναι δομημένος από ανεξάρτητους παράγοντες όπως θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, υγρασία και κίνηση αέρα. Ανορθόδοξες διαφοροποιήσεις σε οποιοδήποτε από αυτούς τους παράγοντες δεν επηρεάζουν μόνο την τάση των καιρικών συνθηκών, αλλά επίσης αλλάζουν το τοπικό κλίμα και μικροκλίμα στην καλλιέργεια λυκίσκου και έτσι επηρεάζει εξατομικευμένα τα φυτά του λυκίσκου (Rybáček, 1991).

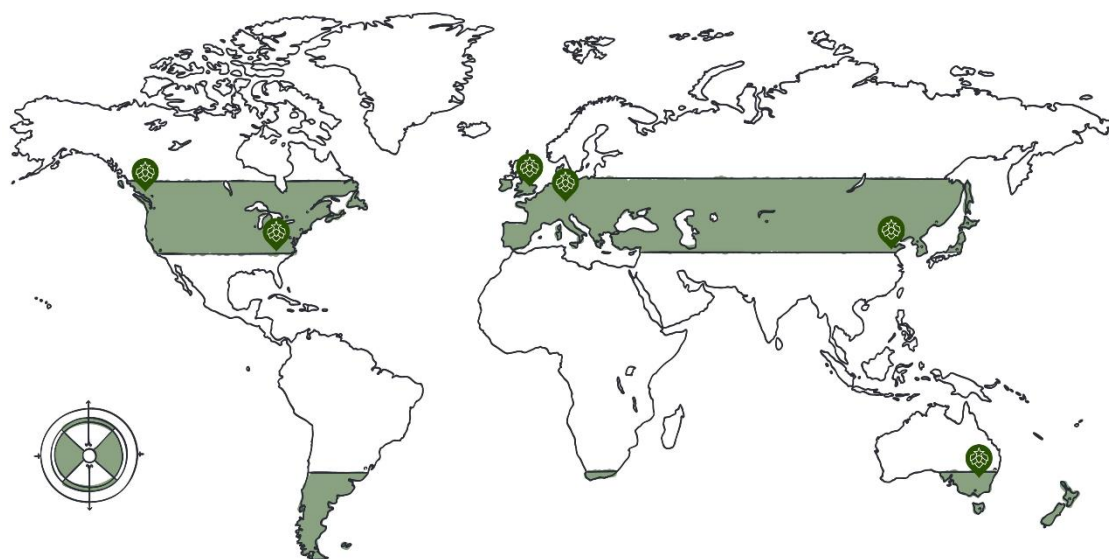
2.2.2.1 Γεωγραφικό Πλάτος και Ηλιοφάνεια

Το γεωγραφικό πλάτος είναι σημαντικό για την παραγωγή λυκίσκου, διότι προσδιορίζει την εποχική διάρκεια ημέρας, η οποία εν μέρει, προωθεί τα σχήματα ανάπτυξης της κομοστέγης και το χρόνο έναρξης της άνθησης (Dodds, 2017).

Το γεωγραφικό πλάτος της Ελλάδας κυμαίνεται από 35°00'Β έως 42°00'Β (Wikipedia, 2022a). Ο λυκίσκος (*H. lupulus*) είναι αυτοφυής και καλλιεργείται, σε μεγάλο βαθμό στο Βόρειο Ημισφαίριο ανάμεσα 35° και 55° Β, όπως επίσης καλλιεργείται και στο Νότιο Ημισφαίριο στην Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία και Νότια Αφρική (Briggs et al., 1991).

Στην Νότια Αφρική, όπου η διάρκεια της ημέρας είναι οριακά πολύ μικρή, έχει χρησιμοποιηθεί τεχνητό φως για την καθυστέρηση της άνθησης έτσι ώστε να βελτιωθεί η απόδοση του φυτού. Λυκίσκοι καλλιεργούνται και στη Κένυα αλλά εκεί είναι απαραίτητο το τεχνητό φως για να επιτρέψει την βλαστική ανάπτυξη, καθώς επίσης και να καθυστερήσει την άνθιση (Briggs et al., 1991).

Η Ελλάδα βρίσκεται εντός των ορίων του προαναφερθέντος εύρους γεωγραφικού πλάτους για καλλιέργεια λυκίσκου. Δηλαδή σε όλη την επικράτεια της Ελλάδας το γεωγραφικό πλάτος δεν αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα ευδοκίμησης και παραγωγικής απόδοσης του φυτού. Υπάρχουν και περιοχές στις οποίες καλλιεργούνται λυκίσκοι και είναι ελάχιστα εκτός αυτών των ορίων.



Εικόνα 13. Περιοχές ανάπτυξης και καλλιέργειας λυκίσκου (BarthHaas, 2022).



Εικόνα 14. Λυκίσκος στην περιοχή Αιγάλεω Αττικής (Προσωπικό Αρχείο, 2022).

Οι λυκίσκοι απαιτούν το ελάχιστο 15 ώρες διάρκεια ημέρας για βέλτιστη άνθιση, το οποίο τους τοποθετεί βέλτιστα σε 35° γεωγραφικό πλάτος ή και παραπάνω (Tweten & Teashon, 2015). Μπορούν να αναπτυχθούν και εκτός αυτών των μεσημβρινών, ακόμα και πολύ κοντά στο Ισημερινό, αλλά είναι απίθανο να παράγουν κώνους. Παρουσιάζουν ιδιαίτερη ευαισθησία σε ημέρες βραχείας διάρκειας (Kneen, 2022). Υπό μη επαρκή φωτισμό, η ανάπτυξη των ταξιανθιών είναι μικρού βαθμού, καθυστερημένη και συνεπώς τα άνθη είναι λιγοστά ή δεν εμφανίζονται καθόλου. Οι κώνοι που θα αναπτυχθούν υπό σκιά, αναπτύσσονται αργά και παράγουν μόνο μια ελάχιστη ποσότητα λουπουλίνης (Rybáček, 1991).

Ωστόσο, η καλλιέργεια λυκίσκου σε θερμοκήπια στέρησης φωτός επιτρέπει πολυάριθμες συγκομιδές ανά έτος και την παραγωγή υψηλής ποιότητας καρπών σε μέρη όπου το τοπικό κλίμα δεν είναι κατάλληλο. Με το σύστημα στέρησης φωτός, υπάρχει η δυνατότητα παραπλάνησης του φυτού και επιτάχυνσης της διαδικασίας άνθισης (Fullbloomlightdep, 2022). Έτσι η καλλιέργεια λυκίσκου δεν περιορίζεται ανάμεσα από τους παράλληλους 35° και 55° Β και τους αντίστοιχους παράλληλους του Νότιου Ημισφαιρίου.

Σύμφωνα με την έρευνα των Pérez-Plancarte et al. (2018), η εγκατάσταση υδροπονικών καλλιεργειών λυκίσκου είναι εφικτή σε μέρη όπου οι συνθήκες δεν είναι ιδανικές, όπως η Πόλη του Μεξικού, όπου υπάρχει η αναπτυσσόμενη απαίτηση για υψηλής ποιότητας λυκίσκους σε λογική τιμή.

Υπάρχουν διαφορετικές αναφορές για την σαφή τιμή της φωτοπερίοδου του λυκίσκου, πιθανώς διότι επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες ως ένα βαθμό, όμως μπορεί να εξαχθεί ένα γενικό εύρος τιμών.

Με το όρο φωτοπερίοδος καλείται η σχετική διάρκεια του χρόνου κατά τον οποίο τα φυτά δέχονται φως ή παραμένουν στο σκότος στη διάρκεια του ημερήσιου κύκλου. Η επίδραση της φωτοπερίοδου έχει μελετηθεί κυρίως στην αλλαγή του βιολογικού κύκλου των φυτών, από τη βλαστική στην αναπαραγωγική φάση, δηλαδή στον σχηματισμό των ανθικών καταβολών και στην συνέχεια στην άνθηση και στον σχηματισμό καρπών και σπόρων.

Με βάση την κρίσιμη φωτοπερίοδο τα φυτά διακρίνονται στις τρεις ακόλουθες κατηγορίες:

A. Φυτά Μεγάλης Ημέρας τα οποία πρέπει, για να σχηματίσουν ανθικές καταβολές, η διάρκεια του χρόνου κατά τον οποίο δέχονται φως να είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη φωτοπερίοδο (άσχετα από την απόλυτη τιμή της φωτοπερίοδου).

B. Φυτά Μικρής Ημέρας τα οποία πρέπει, για να σχηματίσουν ανθικές καταβολές η διάρκεια αυτού του χρόνου να είναι μικρότερη από την κρίσιμη φωτοπερίοδο (άσχετα πάλι από την απόλυτη τιμή της φωτοπερίοδου).

Γ. Φυτά Ουδέτερα που χαρακτηρίζονται όσα σχηματίζουν ανθικές καταβολές σε ευρύ όριο φωτοπερίοδου και η άνθηση επηρεάζεται από άλλους παράγοντες, όπως το βλαστικό στάδιο ή την θερμοκρασία κ.τ.λ.

Υποδιαίρεση των ανωτέρω είναι όσα είδη χρειάζονται εναλλαγή Μικρών-Μεγάλων Ημερών ή το αντίθετο. Εκείνα τα οποία ανθίζουν άσχετα από τη διάρκεια της φωτοπερίοδου, αλλά οι μεγάλες ή οι μικρές ημέρες επιταχύνουν την άνθηση τους και χαρακτηρίζονται ως Προαιρετικά Μεγάλης ή Μικρής Ημέρας φυτά αντίστοιχα, καθώς και μερικές άλλες περιπτώσεις με μικρή σημασία (Wikipedia, 2022b).

Ο λυκίσκος (*Humulus lupulus*) ανθίζει όταν η διάρκεια της ημέρας αρχίζει να μειώνεται στα μέσα του καλοκαιριού και γενικά αναφέρεται ότι έχει 10 ώρες φωτοπεριοδισμό, ο οποίος

θεωρείται να είναι 10 ώρες φωτός και 14 ώρες σκοτάδι. Ο ιδανικός κύκλος φωτός για την άνθηση του λυκίσκου είναι υπό συζήτηση εφόσον η ακριβής διάρκεια της ημέρας είναι μεταβλητή και ταυτόχρονα συγκεκριμένη ανά γενότυπο (Crain, 2011). Ουσιαστικά, οι αλλαγές στην διάρκεια της ημέρας, οι οποίες είναι σπουδαιότερες κατά το θερινό ηλιοστάσιο περίπου, παρέχουν το περιβαλλοντικό ερέθισμα στους λυκίσκους για την μετάβαση από το βλαστικό στο αναπαραγωγικό στάδιο ανάπτυξης (Bauerle, 2019).

Το συνολικό εύρος φωτοπεριοδισμών στους οποίους οι λυκίσκοι ανθίζουν δείχνει να είναι ανάμεσα σε 10 και 16 ώρες διάρκεια ημέρας.

Πιθανώς υπάρχει μια αντιστάθμιση ανάμεσα στον αριθμό των ανθέων και τον χρόνο που χρειάζεται για άνθηση καθώς επίσης κάθε γενότυπος θα μπορούσε να έχει φωτοπεριοδισμό στον οποίο τα άνθη ανθίζουν γρηγορότερα (Crain, 2011).

Σύμφωνα με τους Briggs et al. (1991), οι λυκίσκοι προϋποθέτουν το λιγότερο 13 ώρες ημερήσια έκθεση σε φως για να επιτελεστεί βλαστική ανάπτυξη, αλλιώς το φυτό πέφτει σε λήθαργο. Το φυτό πρέπει να έχει αναπτύξει 20 - 25 κόμβους προτού είναι έτοιμο να ανθίσει, όταν οι μέρες μικραίνουν. Όμως, η άνθηση θα παρεμποδιστεί εάν οι μέρες είναι πολύ μακράς διάρκειας.

ΜΗΝΑΣ	ΑΝΑΤΟΛΗ	ΔΥΣΗ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΗΜΕΡΑΣ
1 Ιανουαρίου	07:42	17:16	9ωρ.34'
15 Ιανουαρίου	07:40	17:28	9ωρ.48'
1 Φεβρουαρίου	07:30	17:47	10ωρ.07'
15 Φεβρουαρίου	07:17	18:02	10ωρ.45'
1 Μαρτίου	06:57	18:17	11ωρ.20'
15 Μαρτίου	06:36	18:32	11ωρ.56'
1 Απριλίου	(06:11) 07:11	(18:48) 19:48	12ωρ.37'
15 Απριλίου	(05:50) 06:50	(19:01) 20:01	13ωρ.11'
1 Μαΐου	(05:30) 06:30	(19:15) 20:15	13ωρ.45'
15 Μαΐου	(05:15) 06:15	(19:28) 20:28	14ωρ.13'
1 Ιουνίου	(05:04) 06:04	(19:42) 20:42	14ωρ.38'
15 Ιουνίου	(05:01) 06:01	(19:49) 20:49	14ωρ.48'
1 Ιουλίου	(05:05) 06:05	(19:52) 20:52	14ωρ.47'
15 Ιουλίου	(05:14) 06:14	(19:47) 20:47	14ωρ.33'
1 Αυγούστου	(05:27) 06:27	(19:35) 20:35	14ωρ.08'
15 Αυγούστου	(05:39) 06:39	(19:19) 20:19	13ωρ.40'
1 Σεπτεμβρίου	(05:55) 06:55	(18:54) 19:54	12ωρ.59'
15 Σεπτεμβρίου	(06:06) 07:06	(18:32) 19:32	12ωρ.26'
1 Οκτωβρίου	(06:20) 07:20	(18:08) 19:08	11ωρ.48'
15 Οκτωβρίου	(06:34) 07:34	(17:47) 18:47	11ωρ.13'
1 Νοεμβρίου	06:51	17:26	10ωρ.35'
15 Νοεμβρίου	07:06	17:13	10ωρ.07'
1 Δεκεμβρίου	07:22	17:05	9ωρ.43'
15 Δεκεμβρίου	07:35	17:07	9ωρ.32'

Εικόνα 15. Διάρκεια ημέρας, ώρες ανατολής και δύσης ανά μήνα στην Ελλάδα (Pezororia, 2004).

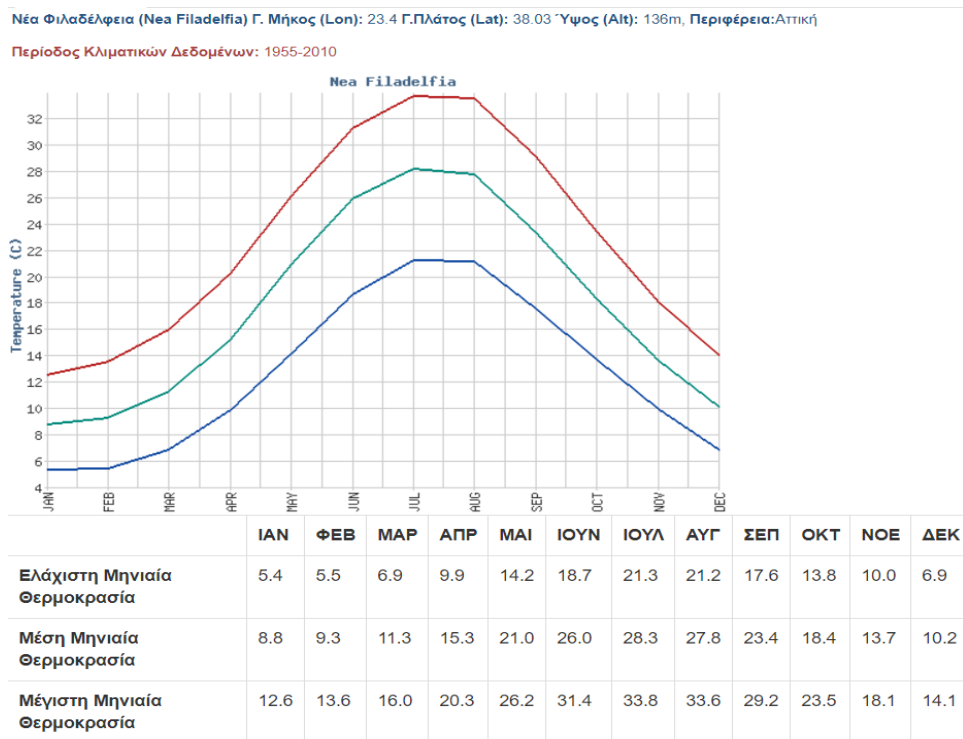
Πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Ελλάδας, η διάρκεια της ηλιοφάνειας είναι μεγαλύτερη από 10 ώρες από το Φεβρουάριο έως το Νοέμβριο μήνα, (Εικόνα 15) και αυτό αποτελεί ιδανική προϋπόθεση για ικανοποιητική ανάπτυξη και αποδοτική παραγωγή του φυτού του λυκίσκου.

2.2.2.2 Θερμοκρασία και Παγετός

Για βέλτιστη ανάπτυξη, οι λυκίσκοι εκτός των απαιτήσεων της έκθεσης σε ηλιακό φως, έχουν επίσης συγκεκριμένες απαιτήσεις διάρκειας ψύχους και επηρεάζονται από την καταπόνηση υψηλών θερμοκρασιών.

Η χειμερινή περίοδος είναι απαραίτητη για το λυκίσκο όσο και το καλοκαίρι. Για να παραχθούν τα πολύτιμα άνθη που χρησιμοποιούνται στην ζυθοποιία, οι ρίζες του φυτού και τα ριζώματα θα πρέπει να βιώσουν μια ψυχρή περίοδο για 6 με 8 εβδομάδες, το ελάχιστο, κατά την διάρκεια στην οποία ο λυκίσκος μπορεί να βρίσκεται σε λήθαργο (Eyck & Gehring, 2015).

Πιο συγκεκριμένα, για βέλτιστη ανάπτυξη, οι λυκίσκοι έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις διάρκειας ψύχους (θερμοκρασίες χειμώνα υπό 4°C για 1 με 2 μήνες) οι οποίες σπανίως ικανοποιούνται σε γεωγραφικό πλάτος κάτω από τον 35° παράλληλο (Sirrinc et al., 2010).



Εικόνα 16. Ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας από τον μετεωρολογικό σταθμό της Νέας Φιλαδέλφειας Αττικής (Emy, 2017).

Όπως φαίνεται και από την Εικόνα 16, οι απαιτήσεις ψύχους δεν δύναται να ικανοποιηθούν σε όλη την έκταση της χώρας.

Ο λήθαργος στους λυκίσκους χαρακτηρίζεται από δύο βασικά σημεία, από την έναρξη και την διακοπή του. Σε απόκριση της σμίκρυνσης της διάρκειας της ημέρας, στα τέλη του καλοκαιριού και φθινοπώρου, οι λυκίσκοι μεταβαίνουν σε μια φάση ηρεμίας, η οποία χαρακτηρίζεται από σταδιακό θάνατο των βλαστών και των λεπτών ριζών και μια μετακίνηση των θρεπτικών

αποθεμάτων στις αποθηκευτικές ρίζες. Ουσιαστικά αυτό αποτελεί την έναρξη του λήθαργου (Dodds, 2017).

Ο λήθαργος μπορεί να μην διακοπεί επιτυχώς χωρίς το απαιτούμενο ψύχος με αποτέλεσμα η ανοιξιάτικη ανάπτυξη να είναι αδύναμη και απρόβλεπτη. Η έντονη και συγχρονισμένη ανοιξιάτικη ανάπτυξη είναι ζωτική για την καλή ανάπτυξη της κομοστέγης, η οποία έπειτα επηρεάζει την ομοιομορφία της άνθισης και της ανάπτυξης καθώς και την ωριμότητα των κόνων.

Παρόλο που είναι ευρέως αποδεκτό στην βιομηχανία, ότι ο λυκίσκος απαιτεί την συγκέντρωση χειμερινού ψύχους, δεν είναι διαθέσιμα πολλά δημοσιευμένα δεδομένα για τα όρια θερμοκρασίας και τις ελάχιστες απαιτήσεις ψύχους για την διακοπή του λήθαργου. Το εύρος 4,4 - 6°C προτείνεται ως κατώφλι θερμοκρασίας για μια ελάχιστη σωρευτική περίοδο 1 - 2 μηνών, στις Η.Π.Α.

Είναι αξιοσημείωτο να τονιστεί ότι παράγοντες όπως η απόκριση του φυτού στην διάρκεια ημέρας και στο χειμερινό ψύχος προσδιορίζεται εν μέρει γενετικά. Αυτό σημαίνει ότι κάποιες ποικιλίες λυκίσκου (γενότυποι) θα αναπτυχθούν και θα παράγουν σε εμπορικό επίπεδο σε μέρη όπου άλλες πιθανώς όχι, συνεπώς, αξίζει να δοκιμαστεί η επιλογή των ποικιλιών στην τοποθεσία καλλιέργειας για να βρεθούν αυτές οι ποικιλίες που υιοθετούνται καλύτερα στο γεωγραφικό πλάτος και τις εποχικές συνθήκες της τοποθεσίας επιλογής της καλλιέργειας (Dodds, 2017).

Φαίνεται ότι χαμηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να επιτρέπουν στα φυτά να ανθίζουν σε μη κανονικές διάρκειες έκθεσης στο ηλιακό φως. Για παράδειγμα σε ένα πείραμα όπου οι λυκίσκοι αναπτυσσόταν έξω έναντι άλλων που αναπτυσσόταν εντός θερμοκηπίου, οι λυκίσκοι έδειξαν να ανθίζουν σε μεγαλύτερες διάρκειες ημέρας σε σύγκριση με την κρίσιμη διάρκεια ημέρας εάν βρισκόταν σε πιο ψυχρές συνθήκες.

Χωρίς την περίοδο ψύχους, ή την ψυχρή καταπόνηση, έστω και με κατάλληλες συνθήκες ανοιξιάτικου φωτός, τα φυτά δεν είναι ικανά να ανθίσουν.

Ο μηχανισμός των αισθητήριων ψύχους δεν έχει ερευνηθεί σε βάθος, αλλά είναι γνωστό ότι αυτός ο μηχανισμός στέλνει κυτταρικά μηνύματα τα οποία ενεργοποιούν την έκφραση γονιδίων λήθαργου (Crain, 2011).

Σύμφωνα με τον Bauerle (2019), η εαρινοποίηση και ο λήθαργος, δύο χαρακτηριστικά του φυτού που προηγουμένως θεωρούνταν απαραίτητα για την εξάπλωση της άνθισης του λυκίσκου, δεν επηρεάζουν την απόδοση του λυκίσκου σε άνθη, συνεπώς και κόνους καθώς και την ποιότητα τους. Ως εαρινοποίηση, θεωρείται η διαδικασία με την οποία τα φυτά γίνονται ικανά να ανθίσουν μετά από την έκθεσή τους σε εκτενές χειμερινό ψύχος. Η εαρινοποίηση και

ο λήθαργος αποτελούν δύο παράγοντες που περιορίζουν την παγκόσμια παραγωγή λυκίσκου μόνο σε ορισμένα μικροκλίματα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας του Bauerle (2019), έδειξαν ότι η απόδοση σε κώνους και η ποιότητα των κώνων δεν διέφερε σε σημαντικό βαθμό σε φυτά με έλλειψη εαρινοποίησης και λήθαργου σε σχέση με τα αντίστοιχα φυτά που είχαν εκτεθεί σε ψύχος και λήθαργο. Επίσης, υπό ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκήπιο), παρατηρήθηκε ένας σχετικά συνεπής, αν και ειδικός ανά ποικιλία, ρυθμός ανάπτυξης και μια εξέλιξη στην ανάπτυξη μεσογονατίων εντός των κύκλων καλλιέργειας άσχετα από την παρουσία ή την απουσία εαρινοποίησης και λήθαργου. Αυτό παρέχει αποδείξεις ότι οι δύο ενδείξεις (σήματα) ανθοφορίας, λήθαργος και εαρινοποίηση, δεν είναι απαραίτητα στην άνθηση των λυκίσκων.

Επιπλέον των απαιτήσεων ψύχους, τα φυτά του λυκίσκου απαιτούν το ελάχιστο 120 μέρες ελεύθερες παγετού για να ανθίσουν (Häri, 2019).

Οι ανοιξιάτικοι παγετοί όχι μόνο αναστέλλουν την ανάπτυξη του βλαστού αλλά επίσης βλάπτουν τα νεαρά φύλλα εάν η θερμοκρασία είναι κατώτερη από -5°C .

Οι υψηλές θερμοκρασίες, υψηλότερες από 30°C , κατά τον μήνα Ιούλιο και Αύγουστο, παρουσιάζουν αρνητική συσχέτιση με το περιεχόμενο των α - οξέων (Donner et al., 2020). Σύμφωνα με τους Eriksen et al. (2021), που ερεύνησαν την έκφραση γονιδίων στα μεταβολικά μονοπάτια των πικρικών οξέων, οι λυκίσκοι που εκτέθηκαν σε καταπόνηση υψηλών θερμοκρασιών παρουσίασαν μειωμένα περιεχόμενα άλφα οξέων. Η θερμοκρασία κατά το Ιούλιο έχει αντίστροφη συσχέτιση στην παραγωγή άλφα οξέων, πράγμα που σημαίνει υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των υψηλών θερμοκρασιών και των χαμηλών ποσοστών άλφα οξέων. Κατά τον Αύγουστο η συσχέτιση αδυνατεί σε παρόμοιο επίπεδο όπως του Ιουνίου (Mackinnon et al., 2020). Οι υψηλές θερμοκρασίες επηρεάζουν την βλαστική ανάπτυξη των λυκίσκων καθώς και την παραγωγή άλφα οξέων, συνεπώς την ποιότητα των λυκίσκων εφόσον το ποσοστό άλφα οξέων προσδιορίζει την αξία των λυκίσκων. Η επίδραση της καταπόνησης από υψηλές θερμοκρασίες εξαρτάται από την ποικιλία λυκίσκου.

Στις συνιστάμενες ποικιλίες για θερμές περιοχές περιλαμβάνονται οι ποικιλίες Cascade, Centennial, Chinook Clusters, Crystal, Galena, Horizon, Magnum, Newport, Nugget, και Summit (Tveten & Teashon, 2015).

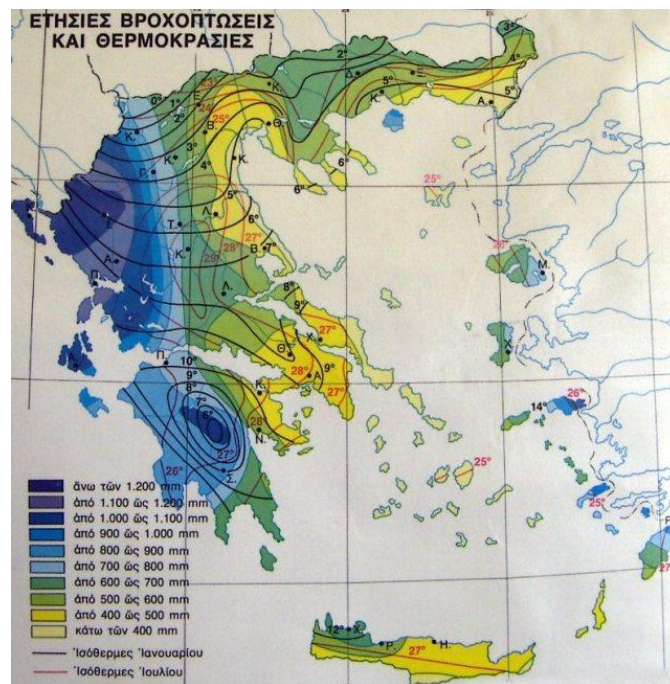
Εάν δεν είναι διαθέσιμα μακροπρόθεσμα μετεωρολογικά δεδομένα τουλάχιστον για δέκα χρόνια, οι κλιματικές συνθήκες θα πρέπει να εκτιμηθούν από μετεωρολογικούς χάρτες (Rybáček, 1991).

2.2.2.3 Διαθεσιμότητα Νερού

Ο λυκίσκος είναι ένα φυτό με βαθιές ρίζες, όμως, ο όγκος του ριζικού συστήματος τροφοδοσίας βρίσκεται στο ανώτερο μέρος του επιφανειακού εδάφους. Για βέλτιστη απόδοση και ποιότητα κώνου, αυτό το ριζικό σύστημα τροφοδοσίας χρειάζεται να παραμένει υγρό (όχι κορεσμένο σε νερό) κατά την διάρκεια των κρίσιμων περιόδων ανάπτυξης. Προκειμένου η εδαφική υγρασία να διατηρείται σε επαρκή επίπεδα, χρειάζεται άρδευση την άνοιξη και το καλοκαίρι σε περιοχές με μεσαία ως χαμηλή ετήσια βροχόπτωση.

Η πρόσβαση σε αξιόπιστη και άφθονη παροχή νερού για άρδευση είναι συνεπώς ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την επιλογή της τοποθεσίας ανάπτυξης των λυκίσκων (Dodds, 2017).

Η διαθεσιμότητα νερού επηρεάζει την επιλογή και τις δυνατότητες συστήματος άρδευσης. Μπορεί να χρειάζεται γεώτρηση για να καλυφθούν οι ανάγκες παροχής νερού. Είναι απαγορευτικό η επιλογή της τοποθεσίας καλλιέργειας σε ένα μέρος όπου δεν υπάρχει επαρκής διαθεσιμότητα νερού και δεν μπορούν να γίνουν παρεμβάσεις.



Εικόνα 17. Χάρτης ετήσιας βροχόπτωσης στην Ελλάδα, όπου διαφαίνονται οι ισόθερμες του μήνα Ιουλίου με κόκκινο χρώμα (Ναβροζίδου, 2016).

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 17, οι περιοχές δυτικά της οροσειράς της Πίνδου παρουσιάζουν υψηλότερες ετήσιες βροχοπτώσεις πράγμα που αποτελεί πλεονέκτημα για την καλλιέργεια λυκίσκου.

2.2.2.4 Τοπογραφία

Η πλειοψηφία της παγκόσμιας παραγωγής λυκίσκου βρίσκεται σε επίπεδα έως με ήπια ανάγλυφα εδάφη. Οι επίπεδες τοποθεσίες είναι λιγότερο πολύπλοκες στην εγκατάσταση, απλοποιούν την διαχείριση της συγκομιδής και έτσι μειώνουν τα λειτουργικά κόστη. Πιο επίπεδες επιφάνειες επίσης τείνουν να έχουν πιο ομοιόμορφα εδάφη το οποίο είναι πιο εύκολο στην ολική διαχείριση (Hāri, 2019).

Τοποθεσίες σε στενές ή κλειστές κοιλάδες δεν είναι κατάλληλες για παραγωγή λυκίσκου διότι η κυκλοφορία του αέρα είναι φτωχή και οι λυκίσκοι είναι επιρρεπείς σε μυκητιάσεις. Τοποθεσίες που είναι ολοκληρωτικά εκτεθειμένες και απροστάτευτες είναι επίσης ακατάλληλες διότι τα φυτά είναι πιθανό να καταπονηθούν από ανέμους (Rybáček, 1991).

Για την επιλογή της κατάλληλης περιοχής για καλλιέργεια, θα πρέπει εκτιμηθούν οι φυσικές συνθήκες όπως η τοποθεσία, η κλίση και η γενική διαμόρφωση του χώρου, το τοπικό κλίμα και μικροκλίμα, το έδαφος οι υδρολογικές συνθήκες και η επιρροή στην ύπαιθρο. Επίσης θα πρέπει να εκτιμηθούν και οικονομικοί παράγοντες όπως το μέγεθος της έκτασης και η πρόσβαση στο χώρο, η απόσταση από το χώρο συγκομιδής και επεξεργασίας, η απόσταση από την πηγή ύδρευσης, η καταλληλότητα για την ανύψωση του συστήματος υποστύλωσης, η πιθανότητα ότι το μέγεθος της έκτασης θα πληροί την υγιεινή της καλλιέργειας και την ασφάλεια στην εργασία. Μόνο επίπεδες εκτάσεις ή ελαφρώς με ανώμαλα εδάφη με μέγιστη κλίση 6° είναι κατάλληλες για καλλιέργειες λυκίσκου. Οι καλύτερες τοποθεσίες για εκτενείς καλλιέργειες λυκίσκου είναι κοιλάδες και προστατευμένα λαγκάδια.

Έκταση κατάλληλη για καλλιέργεια λυκίσκου χρειάζεται να είναι κανονικού σχήματος και η ελάχιστη χρήσιμη επιφάνεια αν είναι δυνατόν να είναι 60 στρέμματα (6 ha) περίπου ή και παραπάνω. Η τοποθεσία θα πρέπει να είναι όσο τον δυνατόν κοντά στις πηγές ύδρευσης και όχι σημαντικά μακριά από τον χώρο συγκομιδής.

Η επιλογή της λωρίδας καλλιέργειας και η χρήση των επιλεγμένων εκτάσεων επηρεάζεται κυρίως από την απαιτούμενη προστασία της υγιεινής των κατοικημένων περιοχών και των ποσίων πηγών νερού.

Άλλοι παράγοντες είναι η μη παρέμβαση σε αγωγούς παροχής νερού, σε οδοποιία, σε σιδηρόδρομο και σε εξοπλισμό παροχής ενέργειας (Rybáček, 1991).

2.2.2.5 Έδαφος

Σύσταση Εδάφους

Οι λυκίσκοι μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα εύρος εδαφών, από ελαφριά αμμώδη έως αργιλώδη. Ωστόσο, ένα έδαφος με μαλακή υφή, με αποτελεσματικό βάθος εδάφους για τις βαθιές ρίζες του φυτού, με επαρκή παροχή υγρασίας, με καλή αποστράγγιση (απαλλαγμένο από κορεσμό ύδατος) και όχι υπερβολικά αζωτούχο, θεωρείται ιδανικό.

Ένα φυσικά γόνιμο έδαφος θα πρέπει να προτιμάται, όμως τα αρχικά επίπεδα των θρεπτικών μπορούν να τροποποιηθούν μέσω μεταχείρισης με λιπάσματα, πριν την φύτευση καθώς και σε μια ήδη εγκατεστημένη καλλιέργεια, όπου μπορεί να εφαρμοστούν επιφανειακές εφαρμογές ή υδρολίπανση για την μακροπρόθεσμη διαχείριση των θρεπτικών (Dodds, 2017).

Γενικά για να παραχθεί μια υγιής καλλιέργεια, θα πρέπει να είναι διαθέσιμα διαλυτά θρεπτικά στο έδαφος σε ποσότητες που προσεγγίζουν τις ελάχιστες προϋποθέσεις για όλο το φυτό (Cornell Cooperative Extension, 2018).

Βαριά εδάφη, με ελλιπή αποστράγγιση θα πρέπει να αποφεύγονται. Ανάλογα με την προηγούμενη χρήση της έκτασης, οι καλλιεργητές πιθανών να χρειάζονται να κάνουν έλεγχο για νηματώδεις πριν την φύτευση (Sirrione et al., 2010).

Παρόλο που η παραγωγή λυκίσκου είναι περιορισμένη σε περιοχές όπου τα εδάφη είναι κατάλληλα, υπάρχουν πολλές άλλες περιοχές με παρόμοια εδάφη όπου δεν καλλιεργούνται (Neve, 1991) και μπορούν να καλλιεργηθούν.

pH

Το pH του εδάφους μπορεί να επηρεάσει σε υψηλό βαθμό την διαθεσιμότητα θρεπτικών για το φυτό, για αυτό το λόγο είναι σημαντικό. Τιμές pH εκτός του επιθυμητού εύρους μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπάρκεια στοιχείων ή τοξικότητα. Θα πρέπει να μετρηθεί το pH και να τροποποιηθεί ανάλογα αν είναι απαραίτητο πριν την φύτευση (Dodds, 2017).

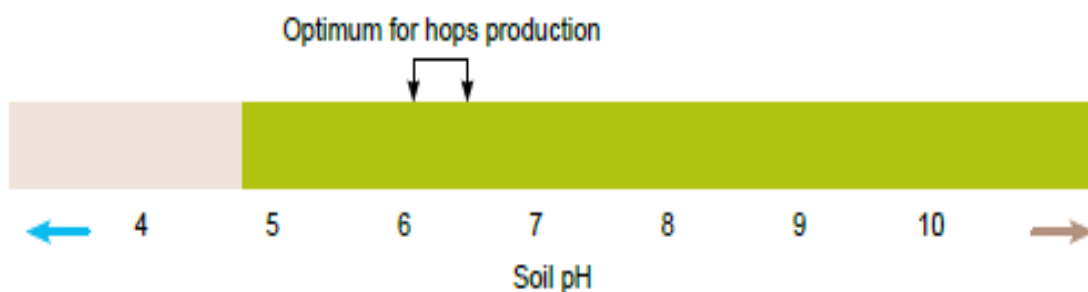
Εφόσον το pH επηρεάζει την διαθεσιμότητα των θρεπτικών, σε τιμές εκτός του επιθυμητού εύρους, οι λυκίσκοι μπορεί έχουν φτωχές αποδόσεις ανεξάρτητα αν προστίθεται λίπανση ή το έδαφος είναι ήδη πλούσιο σε θρεπτικά (Cornell Cooperative Extension, 2018).

Επιπλέον το pH του εδάφους επηρεάζει το πόσο γρήγορα θα αποδομηθεί η οργανική ύλη εντός εδάφους, η οποία απελευθερώνει τα θρεπτικά και ελαχιστοποιεί την συγκέντρωση βαρέων μετάλλων (Eyck & Gehring, 2015).

Τα φυτά του λυκίσκου αναπτύσσονται βέλτιστα σε εδάφη τα οποία δεν είναι υπερβολικά όξινα ή βασικά (Sirrione et al., 2010).

Όπως αναφέρεται και στην βιβλιογραφία, υπάρχουν διάφορες συστάσεις για το για το εύρος και τα όρια του βέλτιστου pH του εδάφους, για καλλιέργεια λυκίσκου. Σύμφωνα με το Πανεπιστήμιο του Michigan (2021), οι λυκίσκοι μπορούν να αναπτυχθούν σε μια ποικιλία εδαφών, αλλά βέλτιστα σε εδάφη με pH περίπου 6,5 (Sirrine, 2015b).

Παρακάτω παρατίθεται ένα διάγραμμα του βέλτιστου εύρους pH για καλλιέργεια λυκίσκου.



Εικόνα 18. Εύρος βέλτιστων τιμών pH εδάφους για καλλιέργεια λυκίσκου, όπως μετρήθηκε σε χλωριούχο ασβέστιο (CaCl_2) (Dodds, 2017).

Σύμφωνα με τους Sirrine et al. (2010), η τιμή του pH εδάφους δεν θα πρέπει να είναι κάτω από 5,7 και πάνω από 7,5.

Οι λυκίσκοι που αναπτύσσονται σε ανόργανα εδάφη ευδοκιμούν σε pH 6,0 έως 6,8 και όσο πιο κοντά στη τιμή 6,8 τόσο το καλύτερο (Cornell Cooperative Extension, 2018).

Άλλες πηγές αναφέρουν ότι οι λυκίσκοι προτιμούν ένα pH εδάφους της τάξης 6,0 - 6,2, δηλαδή ένα ελαφρώς όξινο έδαφος (Kneen, 2022) και σε αντίθεση άλλες αναφέρουν ότι οι λυκίσκοι δεν ευημερούν υπό όξινες συνθήκες εδάφους και η ασβέστωση θα πρέπει να επιτελείται όταν είναι απαραίτητο για την πρόληψη του pH του εδάφους να μην πέσει κάτω από 6,5 (Neve, 1991). Επίσης η εφαρμογή αμμωνιακών λιπασμάτων για μια μακρά περίοδο οδηγεί στην αύξηση της οξύτητας του εδάφους (Sirrine et al., 2010).

Συμπερασματικά θα μπορούσε να ισχυριστεί ότι το επίπεδο του pH για καλλιέργεια λυκίσκου θα πρέπει να είναι εντός του εύρους τιμών 6 - 7, δηλαδή ελαφρώς όξινο. Η ακριβής τιμή είναι δύσκολο να προσδιοριστεί για κάθε καλλιέργεια και θα πρέπει να δίνεται προσοχή κυρίως το pH να βρίσκεται εντός αυτού του εύρους τιμών. Το pH του εδάφους μπορεί να τροποποιηθεί πριν την φύτευση και θα πρέπει να παρακολουθείται και να τροποποιείται αν χρειάζεται ανά περιόδους, αν ο στόχος του καλλιεργητή είναι μια αποδοτική επαγγελματική καλλιέργεια.

2.2.2.6 Προστασία από ανέμους και παγετούς

Οι λυκίσκοι είναι ευαίσθητοι στο άνεμο. Η έκθεση σε δυνατό άνεμο μπορεί να προκαλέσει φθορά στα φύλλα και κάποιες απώλειες στους πλευρικούς ανθοφόρους οφθαλμούς, τα οποία επηρεάζουν την υγεία και την απόδοση του βλαστού (Εικόνα 19 & Εικόνα 20). Από την άνθηση

έως την ωρίμανση, οι θερμοί άνεμοι μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα του κώνου. Το προτιμότερο είναι ένα μέρος το οποίο είναι προστατευμένο και όχι εκτεθειμένο σε υπερβολικούς ανέμους. Οι κοιλάδες ποταμών όπου παρέχεται φυσικά προστασία από ανέμους, αποτελούν συνήθη επιλογή τοποθεσίας για καλλιέργεια λυκίσκου. Εάν η τοποθεσία είναι εκτεθειμένη σε άνεμο και δεν είναι φυσικά προστατευμένη, θα πρέπει να εκτιμηθεί η χρήση κάποιου τύπου φυσικής ή κατασκευασμένης προστασίας (άνεμο - θραύστης). Αυτό μπορεί να γίνει με προστατευτικές ζώνες δένδρων - ανεμοφράκτες ή στύλους και ένα σύστημα πλέγματος (Εικόνα 21) (Dodds, 2017).



Εικόνα 19. Οι άνεμοι μπορούν προκαλέσουν σχίσιμο, θραύση στους πλευρικούς βλαστούς του λυκίσκου που φέρουν κώνους και να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση (Dodds, 2017).



Εικόνα 20. Θερμοί άνεμοι μπορεί να οδηγήσουν σε κάψιμο των ανθών και των κώνων του λυκίσκου (Dodds, 2017).



Εικόνα 21. Στύλοι και δικτυωτός ανεμοφράκτης στη πλευρά που είναι απέναντι στη φορά του ανέμου (Dodds, 2017).

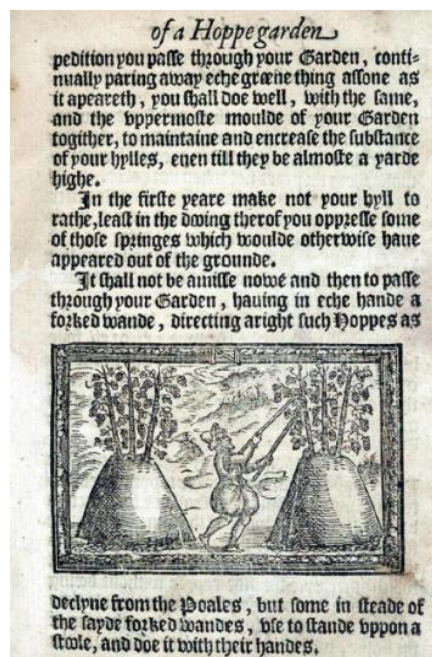
Πέρα από την φθορά που μπορεί να προκαλέσει ο άνεμος, το χαλάζι μπορεί να προκαλέσει σημαντικές φθορές οποτεδήποτε, εφόσον οι λυκίσκοι είναι περιτυλιγμένοι στα σχοινιά (Hāri, 2019).

Τέλος οι λυκίσκοι δεν πρέπει να καλλιεργούνται σε βουρκώδη εδάφη διότι είναι επιρρεπείς στον παγετό (Cornell Cooperative Extension, 2018).

2.2.3 Ποικιλίες Λυκίσκου

2.2.3.1 Ιστορικά Στοιχεία

Οι πρώτοι καλλιεργητές λυκίσκου επέλεξαν τα πιο ζωνηρά άγρια φυτά. Εάν τα γειτονικά φυτά δίνουν καλύτερες αποδόσεις θα αναζητούσαν φυτικό υλικό από αυτά και έτσι με το χρόνο η ίδια ποικιλία θα αναπτυσσόταν σε μια δεδομένη περιοχή. Όσο βελτιωνόντουσαν οι μετακινήσεις, αυτές οι περιοχές επεκτείνονταν. Πράγματι, οι Γερμανικοί λυκίσκοι ονοματίστηκαν από την περιοχή που αναπτύχθηκαν π.χ. Hallertau, Tett nang, Spalt και Hersbrucker.



Εικόνα 22. Το βιβλίο “*A Perfitte Platforme of a Hoppe Garden*”, γράφτηκε το 1574 από έναν χωρικό γαιοκτήμονα τον Reynolde Scot. Είναι το πρώτο βιβλίο γραμμένο στην αγγλική γλώσσα για το πως να καλλιεργήσεις λυκίσκο (Eyck & Gehring, 2015).

Οι βρετανοί ζυθοποιοί προτιμούσαν τους λυκίσκους της ποικιλίας Golding παρότι ήταν επιδεκτικοί στους ιούς του μωσαϊκού. Σε αντίθεση η ποικιλία που εισάχθηκε από το Richard Fuggle το 1875, η οποία φέρει και το όνομα του, δεν ήταν. Έτσι η ποικιλία Fuggle έγινε δημοφιλής στους παραγωγούς και σε μικρότερο βαθμό στους ζυθοποιούς, με αποτέλεσμα το 1949 να αποτελεί το 78% της Αγγλικής καλλιεργούμενης έκτασης λυκίσκου.

Οι πρώτοι άποικοι εισήγαγαν την καλλιέργεια λυκίσκου κατά μήκος της ανατολικής ακτής της Βόρειας Αμερικής, αλλά από το 1900 μετακινήθηκε προς τις Βορειοδυτικές πολιτείες της Ουάσιγκτον, του Όρεγκον, της Καλιφόρνιας και του Idaho. Οι κυρίως καλλιεργούμενη ποικιλία ήταν η Clusters.

Κάποιοι βρετανοί ζυθοποιοί εισήγαγαν την ποικιλία Clusters και ο Salmon στο κολλέγιο του Wye άρχισε να αναπαράγει ποικιλίες με περισσότερη ρητίνη αλλά με αγγλικό άρωμα. Από μια ελεύθερη επικοινωνία από άγριο λυκίσκο από την Manitoba (BB1) απέκτησε τις ποικιλίες Brewer's Gold και Bullion οι οποίες απέδωσαν εξαιρετικές αποδόσεις και ήταν πλουσιότερες σε α - οξέα σε σύγκριση με τις άλλες διαθέσιμες ποικιλίες. Μια διασταύρωση μεταξύ ενός αρσενικού σποριόφυτου Brewer's Gold και ενός Canterbury Golding έδωσε την ποικιλία Northern Brewer. Αυτές οι τρεις νέες ποικιλίες φυτεύτηκαν σε όλο τον κόσμο. Ο λυκίσκος Northern Brewer έγινε γνωστός στην Γερμανία λόγω της ανθεκτικότητας του στο γερμανικό στέλεχος της βερτισιλλίωσης και από το 1978 αυτές οι τρεις ποικιλίες μετρούσαν το 47% των γερμανικών εκτάσεων καλλιέργειας λυκίσκου. Καλλιεργούντουσαν επίσης και στο Βέλγιο, στην Βουλγαρία, στην Ισπανία και στην Ανατολική Γερμανία. Ήταν λιγότερο δημοφιλείς στην Αγγλία λόγω του αμερικανικού αρώματος τους. Οι Γερμανοί επίσης ισχυρίζονταν ότι οι παραδοσιακές τους ποικιλίες είχαν καλύτερα αρώματα από τις νέες ποικιλίες και αυτό οδήγησε στην ταξινόμηση των λυκίσκων ως «αρωματικοί» και «πικρικοί» λυκίσκοι.

Η καταστροφή που οφειλόταν από βερτισιλλίωση στο Kent, παρακίνησε την επιτακτική ανάγκη για ποικιλίες ανθεκτικές στη βερτισιλλίωση.

Στην δεκαετία του 1960, έγιναν πολλές συγχωνεύσεις ζυθοποιείων και οι λογιστές είχαν ισχυρό λόγο

Ήξεραν ότι τα άλφα οξέα, τα οποία μπορούσαν να μετρηθούν, παρήγαγαν πικράδα και έτσι επιθυμούσαν λυκίσκους με υψηλά άλφα οξέα για να παράγουν πικράδα όσο φθηνότερα ήταν δυνατό. Το άρωμα, το οποίο δεν μπορούσε να μετρηθεί εύκολα, ήταν περισσότερο υποκειμενικό.

Κατά το τέλος του 20ου αιώνα οι περισσότερες χώρες καλλιέργειας λυκίσκου αναπαρήγαγαν ποικιλίες με «υπέρ - άλφα», δηλαδή με περισσότερο από 15% ποσοστό άλφα οξέων. Προς το τέλος του 20ου αιώνα αναπτύχθηκαν νέες ποικιλίες από το κολλέγιο του Wye.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα επόμενα χρόνια διαφορετικές ποικιλίες θα αναπτυχθούν περαιτέρω. Οι καλλιεργητές λυκίσκου συνεχίζουν να αναζητούν νέες ποικιλίες με αυξημένο ποσοστό ρητινών, αυξημένη ανθεκτικότητα σε ασθένειες και καλύτερες αποδόσεις. Άλλοι στόχοι σχετίζονται με την ποιότητα της ρητίνης. Μερικοί ζυθοποιοί πιστεύουν ότι η χουμουλόνη δίνει καλύτερη γεύση πικρού από την κοχουμουλόνη, έτσι απαιτούν λυκίσκους που το ποσοστό της κοχουμουλόνης στα α - οξέα είναι όσο χαμηλότερο γίνεται. Μερικές ποικιλίες επιδεινώνονται κατά την αποθήκευση πολύ γρήγορα σε σχέση με άλλες. Εφόσον δεν μπορούν οι λυκίσκοι όλοι συνολικά να επεξεργαστούν άμεσα μετά την συγκομιδή, έτσι είναι επιθυμητή η καλή σταθερότητα κατά την αποθήκευση. Παρόλο που πολλές νέες ποικιλίες δείχνουν αντοχή σε μυκητιάσεις, οι περισσότεροι καλλιεργητές πρέπει ακόμα να κάνουν χρήση

εντομοκτόνων για τον έλεγχο αφίδων και ακάρεων. Τα νέα προγράμματα γενετικής βελτίωσης έχουν αναπτύξει λυκίσκους ανθεκτικούς σε αφίδες οι οποίοι μπορούν να αναπτυχθούν «βιολογικά» (Briggs et al., 1991).

Άλλη μια ενδιαφέρουσα κατεύθυνση είναι η ανάπτυξη ποικιλιών με χαμηλότερες απαιτήσεις σε νερό, με ικανότητα ανάπτυξης σε περιοχές με περιορισμένη δυνατότητα άρδευσης ή/και σε περιοχές με υφάλμυρο νερό καθώς υπάρχει ενδιαφέρον για επέκταση των περιοχών καλλιέργειας λυκίσκου σε νέες περιοχές, στις οποίες δεν υπάρχει αξιόλογο ιστορικό καλλιέργειας λυκίσκου και ίσως παρουσιάζουν τέτοιου είδους περιορισμούς.

Σύμφωνα με τους Marceddu et al. (2022), η υδατική, η θερμική και η καταπόνηση από την αλατότητα του νερού άρδευσης, αποτελούν παράγοντες καταπόνησης και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα βιοσυνθετικά μονοπάτια των δευτερευόντων μεταβολιτών στους λυκίσκους, συνεπώς και την συγκέντρωσή τους στους κώνους. Επίσης κάποιοι γενότυποι λυκίσκων προσαρμόζονται καλύτερα από άλλους στους προαναφερθέντες περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Πιθανώς στο μέλλον, τα προγράμματα γενετικής βελτίωσης να αναπτύξουν ποικιλίες ανθεκτικές σε τέτοιου είδους καταπονήσεις.

2.2.3.2 Κατηγοριοποίηση ποικιλιών

Οι ποικιλίες λυκίσκους για ζυθοποιητικούς σκοπούς είναι γενικά κατηγοριοποιημένοι σύμφωνα με το περιεχόμενο ποσοστό άλφα οξέων (πικράδα) και το περιεχόμενο αιθέριο έλαιο (άρωμα) τους. Για την ταυτοποίηση των βασικών κατηγοριών ποικιλίας, οι όροι που χρησιμοποιούνται είναι πικρικός, αρωματικός και διπλής χρήσης.

Πικρικοί λυκίσκοι

Είναι τα άλφα οξέα που περιέχονται στην λουπουλίνη του κώνου του λυκίσκου, τα οποία δίνουν στον ζύθο την πικράδα του. Ποικιλίες που κατηγοριοποιούνται ως πικρικοί λυκίσκοι, τυπικά έχουν ποσοστό άλφα οξέων το ελάχιστο 8 - 10% κατά βάρος επί ξηρού. Υπάρχει και η κατηγορία των υψηλά πικρικών λυκίσκων με ποσοστό άλφα οξέων ως και 18%.

Οι ποικιλίες Columbus, Tomahawk® and Zeus είναι τρεις βασικοί πικρικοί λυκίσκοι που καλλιεργούνται σε μεγάλο βαθμό στις Η.Π.Α. (Dodds, 2017). Άλλα παραδείγματα πικρικών ποικιλιών είναι: Magnum, Admiral, Brewer's Gold, Bravo, Galena, Bullion, Comet (Hoplist, 2022) κ.α.

Οι πικρικοί λυκίσκοι διαφέρουν έντονα στα επίπεδα άλφα οξέων. Οι νέες υψηλά πικρικές ποικιλίες έχουν την τάση να αποθηκεύονται καλά. Επίσης για την επίτευξη της επιθυμητής πικράδας του ζύθου χρησιμοποιείται μικρότερη ποσότητα, μειώνοντας το κόστος παραγωγής.

Όσον αφορά την καλλιέργεια, εύκολα επιτυγχάνονται καλά αποτελέσματα με αυτούς τους υψηλά πικρικούς λυκίσκους οπότε προτιμώνται από αρχάριους καλλιεργητές. Πολλοί από αυτούς είναι επίσης πιο ανθεκτικοί σε ασθένειες και πολύ παραγωγικοί (Kneen, 2022).

Αρωματικοί λυκίσκοι

Η απότομη και διαρκής ανάπτυξη της βιομηχανίας χειροποίητης (craft) μύρας στο εξωτερικό, οδηγεί στην ισχυρή απαίτηση της αγοράς, για λυκίσκους με νέες ενδιαφέρουσες γεύσεις.

Το ποσοστό των περιεχόμενων άλφα οξέων των αρωματικών λυκίσκων είναι συνήθως μικρότερο συγκριτικά με αντίστοιχο των πικρικών ποικιλιών. Τα χαρακτηριστικά των αιθέριων ελαίων αυτών των ποικιλιών σημαίνουν ότι ο λυκίσκος ενσωματώνει περισσότερα αρώματα και γεύσεις στο ζύθο. Γευστικοί λυκίσκοι είναι ένας νέος ορός, που χρησιμοποιείται για να περιγράψει συγκεκριμένες ποικιλίες οι οποίες είναι παρόμοιες σε αντιστοιχία με τους αρωματικούς λυκίσκους, αλλά είναι γνωστοί ότι αποδίδουν μια συγκεκριμένη έντονη γεύση.

Κρατικές υπηρεσίες και εταιρίες παραγωγής λυκίσκων ανά το κόσμο έχουν αναγνωρίσει την δυνατότητα ανάπτυξης νέων αρωματικών και γευστικών λυκίσκων μέσω επενδύσεων σε προγράμματα γενετικής βελτίωσης. Κάποιες πολύ επιτυχημένες κατοχυρωμένες ποικιλίες με σήμα κατατεθέν ή δικαιώματα ποικιλίας φυτού, έχουν προέλθει από τέτοια προγράμματα.

Η ποικιλία Citra® και η ποικιλία Motueka® από τις Η.Π.Α και την Νέα Ζηλανδία αντίστοιχα, είναι ποικιλίες που αναπτύχθηκαν από ιδιωτικούς φορείς και λόγω των αρωματικών τους ιδιοτήτων επιλέχθηκαν. Η ποικιλία Cascade είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους παραγόμενους αρωματικούς λυκίσκους, ο οποίος είναι αποτέλεσμα από το κρατικό πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης που επιτελείτε από το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α (Dodds, 2017).

Οι αρωματικοί λυκίσκοι είναι λίγο πιο δύσκολοι ως προς την καλλιέργεια, εφόσον έχουν χαμηλά ποσοστά άλφα οξέων και υψηλό περιεχόμενο αιθέριων ελαίων, εξαρτούνται από τις καιρικές συνθήκες, το νερό και το έδαφος. Εφόσον δεν χρησιμοποιούνται για να πικράνουν τον ζύθο, αλλά κυρίως για να αποδώσουν άρωμα, τα χαμηλά ποσοστά α-οξέων δεν αποτελούν πρόβλημα. Στην πραγματικότητα, διαφορετικά αποτελέσματα από χρονιά σε χρονιά μπορεί να ωφελήσουν τον καλλιεργητή, αφού και ο καλλιεργητής και ο ζυθοποιός μπορούν να κεφαλαιοποιήσουν την μοναδικότητα της παραγωγής της κάθε χρονιάς. Αυτό αφορά κυρίως και βοηθά, μικρούς καλλιεργητές που συνεργάζονται με μικρές ζυθοποιίες, στις οποίες η μοναδικότητα αποκτά αξία. Οι μεγάλης κλίμακας και οι πολυεθνικές ζυθοποιίες δίνουν αξία και προτεραιότητα στην σταθερότητα, αποτελούν ακατάλληλες αγορές για μικρότερους παραγωγούς πιο ποικιλόμορφων λυκίσκων (Kneen, 2022).

Ενδεικτικά, παρατίθενται κάποια παραδείγματα ποικιλιών αρωματικών λυκίσκων: Saaz, Tettnanger, Styrian Golding, Fuggle, East Kent Golding, Riwaka (Hoplist, 2022) κ.α.

Διπλής χρήσης λυκίσκοι

Όπως προτρέπει και το όνομα, οι λυκίσκοι διπλής χρήσης έχουν χαρακτήρα άλφα οξέων και αιθέριων ελαίων ο οποίος τους καθιστά ιδανικούς και για πικρικούς και για αρωματικούς σκοπούς. Κάποια δημοφιλή παραδείγματα περιέχουν Nelson Sauvin® (Νέα Ζηλανδία), Centennial, Chinook και Simcoe® (Η.Π.Α) (Dodds, 2017). Άλλα παραδείγματα ποικιλιών διπλής χρήσης είναι: Azacca®, Cashmere, Citra®, Galaxy®, Mosaic®, Vic Secret, Waimea (Hoplist, 2022) κ.α.

Οι ποικιλίες λυκίσκου διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό στα χαρακτηριστικά του δευτερογενούς μεταβολισμού τους, όσον αφορά την παρουσία τους, την ποσότητά τους και τα σχετικά ποσοστά τους. Για αυτό το λόγο, διαφορετικές ποικιλίες χαρακτηρίζονται από διαφορετικά επίπεδα πικράδας, διαφορετικά αρώματα και γεύσεις (Bellaiο, 2016).

Οι προαναφερθέντες ομάδες κατηγοριοποίησης ποικιλιών λυκίσκου είναι οι κύριες αλλά υπάρχουν και επιμέρους χαρακτηριστικά του φυτού, καθώς και άλλα κριτήρια κατηγοριοποίησης που μπορούν να ορίσουν μια ομαδοποίηση.

Οι ευγενείς λυκίσκοι είναι μια ειδική ομάδα. Υπάρχουν τέσσερις ορισμένες ποικιλίες: Hallertauer Mittlefrüh, Tettnang, Tettnanger, ο τσέχικος Saaz και ο Spalt Spalter. Είναι κυρίως αρωματικοί λυκίσκοι, με χαμηλή γενικά συγκέντρωση σε α-οξέα και χρησιμοποιούνται σε πολλές κλασσικές ευρωπαϊκές μύρες τύπου lager και για άρωμα και για πικράδα. Οι πραγματικοί ευγενείς λυκίσκοι (επίσης αποκαλούνται, ίσως λόγω ότι είχαν πολύ υψηλή τιμή) μπορούν να καλλιεργηθούν στη σωστή περιοχή-παρόμοια με τις ονομασίες προέλευσης στον οίνο. Οι ευγενείς λυκίσκοι χαρακτηρίζονται από ένα λόγο άλφα: βήτα 1:1 κατά προσέγγιση, μπορεί και χαμηλότερο π.χ. ο Τσέχικος Saaz με 0,68:1 (Jelínek et al., 2010), με σχετικά χαμηλά ποσοστά και στα δύο οξέα και ένα υψηλό επίπεδο σε χουμουλένιο. Τα επίπεδα της κοχομουλόνης και το μυρσενίου είναι χαμηλά και οι λυκίσκοι δεν έχουν την τάση να αποθηκεύονται καλά. Υπάρχει ένας αριθμός ποικιλιών οι οποίες αποδίδουν περίπου με το ίδιο τρόπο κατά την ζυθοποίηση και ενώ δεν είναι «πραγματικοί» ευγενείς λυκίσκοι, είναι άριστοι αντικαταστάτες για τον βορειοαμερικανό καλλιεργητή (Kneen, 2022).

Συμβατικές ποικιλίες μπορούν να αναπτυχθούν σε χαμηλό σύστημα υποστύλωσης αλλά ειδικές νάνες ποικιλίες, που αναπτύχθηκαν στο Wye, είναι πιο επιτυχημένες. Οι νάνες ποικιλίες λυκίσκου περιέχουν ένα ειδικό γονίδιο το οποίο παράγει μικρότερα μεσογονάτια διαστήματα, έτσι τα φυτά αναπτύσσονται στο μισό ύψος από τα συμβατικά φυτά. Οι αποδόσεις ανά εκτάριο από αυτές τις νάνες ποικιλίες σε χαμηλό σύστημα υποστύλωσης μπορούν να συγκριθούν με αυτές σε κανονικό σύστημα υποστύλωσης.

Οι λυκίσκοι που παράγονται στην Victoria της Αυστραλίας και στην Tasmania της Νέας Ζηλανδίας γύρω από το Νέλσον στο Νότιο Νησί, ως γεωγραφικά απομονωμένες, είναι

απαλλαγμένοι από τα έντομα και ασθένειες που απαντώνται στο Βόρειο Ημισφαίριο. Μόνο το ακάρεο τετράνυχος (*Tetranychus urticae* Koch) και το ακάρεο τετράνυχος ερυθρό αραχνοειδές (*Pnonychus ulmi*) αποτελούν πρόβλημα περιστασιακά. Έτσι αυτές οι περιοχές μπορούν να παράγουν «βιολογικούς» λυκίσκους, χωρίς την χρήση εντομοκτόνων, πιο εύκολα από οπουδήποτε αλλού στο κόσμο (Briggs et al., 1991).

2.2.3.3 Παράγοντες επιλογής ποικιλίας προς φύτευση

Για την επιλογή της ποικιλίας λυκίσκου προς φύτευση θα πρέπει να εκτιμηθούν κάποιοι παράγοντες. Το κλίμα και το μικροκλίμα της τοποθεσίας της καλλιέργειας που επηρεάζει την ευδοκίμηση και την παραγωγικότητα του φυτού, η επιδεκτικότητα σε ασθένειες, οι απαιτήσεις της ποικιλίας, όπως απαιτήσεις σε άρδευση και ύψος υποστύλωσης, η απόδοση της ποικιλίας που σχετίζεται άμεσα με τα οικονομικά στοιχεία της καλλιέργειας, τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας όπως το ποσοστό σε άλφα οξέα και το ποσοστό των αιθέριων ελαίων που σχετίζονται με οικονομικά στοιχεία και θα πρέπει να είναι σύμφωνα με την ζήτηση και τις απαιτήσεις της αγοράς. Για πειραματικούς σκοπούς πιθανώς να επιλέγονται ποικιλίες που δεν ικανοποιούν κάποια κριτήρια, αλλά όσον αφορά επαγγελματικές καλλιέργειες θα πρέπει η επιλογή της ποικιλίας να γίνει με λεπτομερή εκτίμηση αυτών των παραγόντων. Η εμπειρία των τοπικών καλλιεργητών, αν υπάρχουν καλλιεργητές, είναι σχεδόν απαραίτητη αφού αποτελεί εφαρμοσμένη γνώση για το ποια ποικιλία ευδοκίμει στην περιοχή.

Εάν δεν υπάρχουν καλλιέργειες λυκίσκου κοντά στην περιοχή της μελλοντικής καλλιέργειας, προτείνεται η δοκιμή διαφορετικών ποικιλιών, π.χ. 3 - 4 ποικιλίες, προτού αγοραστούν πολλά φυτά από μια ποικιλία. Έτσι θα υπάρχει η δυνατότητα της εκτίμησης για το ποια ή ποιες ποικιλίες ευδοκίμούν, αναπτύσσονται καλύτερα στο συγκεκριμένο τόπο και κυριότερα ποια ή ποιες ποικιλίες θα είναι υγιείς.

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν επίσης και η περίοδος ανάπτυξης των φυτών. Εάν η περιοχή έχει μεγαλύτερη περίοδο ανάπτυξης και επιθυμείτε η επιμήκυνση της συγκομιδής, μπορούν να συνδυαστούν πρώιμες ποικιλίες με ποικιλίες που ωριμάζουν αργότερα (Fisher & Fisher, 1998). Οι απαιτήσεις τη αγοράς και η καλλιεργητική επίδοση στην τοποθεσία καλλιέργειας θα οδηγήσει στην επιλογή της ποικιλίας. Οι απαιτήσεις των ζυθοποιών για τα χαρακτηριστικά των λυκίσκων είναι σημαντικές, διότι το φυτό χρησιμοποιείται κυρίως στην ζυθοποιία. Θα πρέπει να δοθεί χρόνος για συνεννόηση με του τοπικούς ζυθοποιούς και από εκεί και πέρα να εξακριβωθούν ποιες ποικιλίες και ποια χαρακτηριστικά λυκίσκου αναζητούν. Οι ποικιλίες λυκίσκου μπορεί να διαφέρουν σε υψηλό βαθμό στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα τους σε διαφορετικές τοποθεσίες. Συστήνεται σε νέους καλλιεργητές να αξιολογήσουν τις ποικιλίες

στην δικιά τους τοποθεσία καλλιέργειας προτού επιχειρηθεί οποιαδήποτε επένδυση μεγάλης κλίμακας (Dodds, 2017).

Οι συνθήκες που αποτελούν τη μεγαλύτερη πρόκληση για την καλλιέργεια λυκίσκου, είναι ξηρές και θερμές περιοχές κάτω από το 35° παράλληλο. Σε τέτοιες περιοχές ίσως οι πικρικοί λυκίσκοι είναι καλύτερη επιλογή για δοκιμή από τους αρωματικούς (Tweten & Teashon, 2015). Υπάρχει και η δυνατότητα καλλιέργειας κατοχυρωμένων ποικιλιών οι οποίες έχουν αναπτυχθεί από ιδιωτικά προγράμματα και όχι από κρατικούς φορείς όπως η ποικιλία λυκίσκου Citra® της Yakima Valley Hops, όμως η έκταση, η ποιότητα και η τιμή πώλησης ελέγχεται από την εταιρία κατοχύρωσης η οποία έχει την δυνατότητα ελέγχου της έκτασης καλλιέργειας, της τιμής πώλησης καθώς και της απόρριψης της σοδειάς εφόσον δεν καλύπτονται τα πρότυπα ποιότητας που έχει θέσει.

2.2.3.4 Γενετική βελτίωση και ανάπτυξη νέων ποικιλιών λυκίσκου

Νέες ποικιλίες λυκίσκου με επιθυμητά χαρακτηριστικά όπως υψηλότερη απόδοση, ανθεκτικότητα σε ασθένειες, διαφορετική σύνθεση και περιεκτικότητα ρητινών και ελαίων αναπτύσσονται μέσω γενετικών διασταυρώσεων (Αρβανιτίδου, 2017).

Υπάρχουν διάφορα κριτήρια επιλογής για βελτίωση και ανάπτυξη ποικιλιών όπως απόδοση ανά εκτάριο, αγρονομική καταλληλότητα ή ζυθοποιητική ποιότητα και χημικά χαρακτηριστικά (Bellaio, 2016). Η γενετική βελτίωση και ανάπτυξη αποτελεί υψηλής σημασίας διαδικασία για την καλλιέργεια λυκίσκου στις μέρες μας.

Η γενετική βελτίωση των λυκίσκων στοχεύει να ικανοποιήσει και τους ζυθοποιούς, οι οποίοι επιθυμούν λυκίσκους πλούσιους σε ρητίνες και αιθέρια έλαια τα οποία δεν υποβαθμίζονται απότομα και τους καλλιεργητές, οι οποίοι επιθυμούν ποικιλίες ανθεκτικές σε ασθένειες. Επιπλέον οι καλλιεργητές επιθυμούν λυκίσκους, οι οποίοι θα ωριμάζουν σε διαφορετικούς χρόνους κατά την διάρκεια της περιόδου συγκομιδής και έτσι να μην θραύονται κατά την διάρκεια της μηχανικής συγκομιδής (Hough et al., 1981).

Οι άγριοι λυκίσκοι είναι πολύ σημαντικοί για τα προγράμματα γενετικής βελτίωσης. Είναι τυπικά ευρείας γενετικής παραλλακτικότητας και έτσι εμπλουτίζουν την συλλογή των πηγών γενετικού υλικού λυκίσκου. Υπάρχει υψηλή μοριακή γενετική παραλλακτικότητα εντός των άγριων ευρωπαϊκών λυκίσκων.

Οι άγριοι λυκίσκοι δείχνουν γενετική, χημική και φαινοτυπική παραλλακτικότητα. Επίσης τυπικά έχουν υψηλότερα ποσοστά βήτα οξέων (μέσος όρος 3,33%) και χαμηλότερα ποσοστά άλφα οξέων (μέσος όρος 2,18%) (Krofta & Kučera, 2009).

Σύμφωνα με τους Trojak - Goluch & Skomra (2013), με χρήση εργαστηριακής μεθόδου πολυπλοειδισμού, με χρήση κολχικίνης και αξιολόγηση του βαθμού πολυπλοειδούς των φυτών επιτράπηκε να αποκτηθούν έξι σταθερές τετραπλοειδείς παραλλαγές του λυκίσκου «Sybilla». Οι γενότυποι που μελετήθηκαν σε αυτό τον πεδίο πειραματισμού χαρακτηρίστηκαν από ικανοποιητικά μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως επίσης και από επιθυμητή χημική σύσταση των κώνων των λυκίσκων. Τα τετραπλοειδή με τα καλύτερα εμπορικά χαρακτηριστικά επιλέχθηκαν και μπορούν αποτελέσουν υλικό εκκίνησης για περαιτέρω γενετική βελτίωση άσπορων τριπλοειδών.

Επίσης αυθόρμητες μεταλλάξεις που τροποποιούν δύο διαφορετικούς χαρακτήρες του φυτού έχουν καταγραφεί. Η τεχνητή έναρξη μεταλλάξεων δεν είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνική αλλά διάφοροι έχουν προσπαθήσει να εργαστούν με αυτήν (Neve, 1991).

Σημειώνεται ότι ο χρόνος από την έναρξη πειραματισμού έως την κανονική εμπορική καλλιέργεια και κυκλοφορία μιας νέας ποικιλίας που αναπτύχθηκε μπορεί και να ξεπεράσει τα 10 - 11 έτη. Χρειάζεται 5 έτη κανονικά για την ταυτοποίηση εν δυνάμει νέων ποικιλιών και άλλα 6 έτη μέχρι να γίνουν εμπορικές. Το όλο εγχείρημα παρουσιάζει επίσης υψηλό κόστος.

2.2.3.5 Παράδειγμα ποικιλίας λυκίσκου *Cascade*

Η Cascade είναι μια από τις πολλές ποικιλίες λυκίσκου. Οι λυκίσκοι ποικιλίας Cascade έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως από τις ζυθοποιίες χειροποίητου ζύθου στις Η.Π.Α (Wikipedia, 2022). Ενώ παραμένει ακόμα δημοφιλής, κάποτε ήταν τόσο διαδεδομένος που όρισε εικονικά την γεύση του ζύθου της αμερικάνικης μικροζυθοποιίας.

Η ποικιλία λυκίσκου Cascade αναπτύχθηκε από το πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης και αναπαραγωγής λυκίσκου του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ (USDA) στο Πανεπιστήμιο του Όρεγκον από τους Δρ. Stanley Nelson Brooks και Jack Horner. Αναπτύχθηκε κατά την δεκαετία του 1960 και διατέθηκε εμπορικώς ως μια αμερικάνικη αρωματική ποικιλία το 1971. Ήταν ο πρώτος αμερικάνικης ανάπτυξης αρωματικός λυκίσκος από αυτό το πρόγραμμα. Η ποικιλία Cascade έχει χαμηλό ως μέτριο περιεχόμενο άλφα οξέων (4,5% - 7,0% w/w) και μέσου εύρους περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια (0,7 – 1,4 ml/100 g). Προέκυψε από μια συλλογή σπόρων που γονιμοποιήθηκε ελεύθερα το 1956 και στην γενεαλογία του συμπεριλαμβάνεται ο αγγλικός Fuggle, ο ρωσικός Serebrianker και ένας άγνωστος αρσενικός λυκίσκος. Αρχικά θεωρούταν παρόμοιος με το εισαγόμενο γερμανικό αρωματικό λυκίσκο Hallertauer mittelfueh. Έχει παρόμοιο λόγο άλφα προς βήτα οξέα με αυτόν τον γερμανικό λυκίσκο, αλλά άλλοι ποιοτικοί παράγοντες (κυρίως η κοχομουλόνη και τη σύσταση των αιθέριων ελαίων) είναι αρκετά διαφορετικοί. Ο Cascade είναι ανθεκτικός στο περονόσπορο και στο ωίδιο,

ιδιαίτερα στο ρίζωμα του, αλλά είναι σε κάποιο βαθμό ευαίσθητος στο στάδιο παραγωγής κώνων και φυλλοφορίας. Είναι ημιπρώιμης έως ημιόψιμης ωρίμανσης και έχει προσαρμοστεί στην Ουάσιγκτον και στο Όρεγκον, αλλά η κύρια έκταση που καλλιεργείται είναι στην Ουάσιγκτον (συνολική παραγωγή Αμερικάνικου Cascade στο 2009: 8785 στρέμματα, 2 εκατομμύρια kg, αντιπροσωπεύει το 4,8% της συνολικής παραγωγής των ΗΠΑ). Η ποικιλία Cascade έχει άριστο δυναμικό απόδοσης, αλλά φτωχή σταθερότητα κατά την αποθήκευση. Συνεπώς, ο λυκίσκος Cascade που είναι σε δέματα θα πρέπει να αφηθεί να πέσει η θερμοκρασία του μετά το δεμάτιασμα, προτού τοποθετηθεί στην ψυχρή αποθήκευση. Ως ένα κοινό κηπευτικό φυτό για πολλούς ενθουσιώδεις της μπύρας, είναι ιδιαίτερα ταχείας ανάπτυξης ανθεκτική ποικιλία. Τα αρωματικά χαρακτηριστικά του Cascade μπορεί να περιγράψουν ως ανθικά και εσπεριδοειδών, με νότες γκρέιπφρουτ και πευκοβελονών (Oliver, 2012).

Η ποικιλία Cascade πήρε το όνομα της από την οροσειρά Cascade η οποία απλώνεται στις πολιτείες Ουάσιγκτον, Όρεγκον, Καλιφόρνια και την καναδικής διοικητικής περιφέρειας της British Columbia. Η ποικιλία λυκίσκου χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά εμπορικώς το 1975 από τη Ζυθοποιία Anchor, η οποία εγκαθίδρυσε ως χαρακτηριστικό λυκίσκο για το ζύθο τύπου αμερικάνικη pale ale.

Ένα εικονικό χαρακτηριστικό του φυτού είναι οι σκούροι πράσινοι επιμηκυμένοι κώνοι που περιέχουν από μέτριες έως σχετικά υψηλές ποσότητες άλφα οξέων συγκριτικά με πολλές άλλες ποικιλίες λυκίσκου. Το φυτό αυτής της ποικιλίας λυκίσκου καλλιεργείται σε διάφορα μέρη στις Η.Π.Α, Alberta και British Columbia, στον Καναδά, στην Αργεντινή και στην Αυστραλία, Tasmania, Victoria και New South Wales (Wikipedia, 2022c).



Εικόνα 23. Κώνοι αμερικάνικης ποικιλίας λυκίσκου Cascade (Northwestbeerguide, 2019).

Το άρωμα που προκύπτει είναι μέτριας έντασης και πολύ χαρακτηριστικό. Έχει ένα ευχάριστο, ανθικό, πικάντικο, τύπου εσπεριδοειδών χαρακτήρα με ελαφριά χαρακτηριστικά γκρέιπφρουτ. Είναι καλός και για αρωματική και γευστική χρήση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πικρικός αποτελεσματικά. Τέλος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή οποιουδήποτε τύπου ale ζύθου και πράγματι αποτελεί χαρακτηριστικό των αμερικανικών ζύθων τύπου pale ale. Ακόμα και για κάποιους ζύθους τύπου lager χρησιμοποιείται, παραδείγματος χάρη Sam Adams '76 (Wikipedia, 2022c).

Σε γενικές γραμμές ο αρωματικός χαρακτήρας εξαρτάται από την ποικιλία, ωστόσο διαφορές υπάρχουν ανάμεσα στην ίδια ποικιλία σύμφωνα με τις περιοχές καλλιέργειας και τα έτη συγκομιδής (Forteschi et al., 2019).

Μια ποικιλία λυκίσκου Cascade, έχει πολλαπλασιαστεί στην Tasmania της Αυστραλίας. Αποδίδει παρόμοια χαρακτηριστικά με την ποικιλία των Η.Π.Α. Η ποικιλία της Tasmania περιέχει λιγότερο μυρσένιο και περισσότερο χουμουλένιο, επίσης παρουσιάζει και άλλες μικρότερες διαφορές.

Άλλη μια ποικιλία Cascade έχει επίσης αναπαραχθεί στη Νέα Ζηλανδία. Ομοιότητες υπάρχουν μεταξύ των ποικιλιών των Η.Π.Α και της Νέας Ζηλανδίας με την εκδοχή της Νέας Ζηλανδίας να περιγράφεται ως εσπεριδοειδής και να προσεγγίζει περισσότερο χαρακτηριστικά από γκρέιπφρουτ. Η αγρονομική και η κλιματολογική επιρροή της περιοχής, έχουν χαρακτηριστεί ως θετικές για το τύπο την Νέας Ζηλανδίας. Από τον Αύγουστο 2016, ο καλλιεργούμενος στη Νέα Ζηλανδία Cascade αναφέρεται ως Taiheke (Wikipedia, 2022c).

Η σύσταση των αιθέριων ελαίων της ποικιλίας Cascade που καλλιεργήθηκε στην Σαρδηνία, είναι σύμφωνη με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας. Τα βήτα - μυρσένιο και άλφα - χουμουλένιο ήταν τα δύο κύρια συστατικά όλων των αιθέριων ελαίων και ακολουθούν τα βήτα-καρνοφυλένιο και βήτα- φαρνεσένιο, τα οποία είναι τα δευτερεύοντα συστατικά (Forteschi et al., 2019).

Στα αποτελέσματα της έρευνας των Rodolfi et al. (2019), οι λυκίσκοι ποικιλίας Cascade από διαφορετικές προελεύσεις, κατείχαν διακριτά χαρακτηριστικά, σχετιζόμενα με την παραγωγή πικρικών οξέων και στον χαρακτήρα των αιθέριων ελαίων.

Η ποικιλία Cascade βρέθηκε λιγότερο ανθεκτική στην ξηρασία υπό τους όρους αναπνοής και ανάπτυξης συγκριτικά με άλλες ποικιλίες όπως Challenger σε καλλιέργειες στην Ιταλία (Bellaiο, 2016).

Ωστόσο, σύμφωνα με την έρευνα των Ruggeri et al. (2018) προτείνεται ότι σε Μεσογειακό περιβάλλον οι πρώιμης ανάπτυξης γενότυποι όπως ο Cascade, ο Yeoman και ο H. Magnum ήταν εκείνοι με το υψηλότερο δυναμικό ανάπτυξης βλαστών και κόνων (Ruggeri et al., 2018).

Η επιλογή ποικιλίας προς φύτευση αποτελεί πρόκληση για το καλλιεργητή και ιδιαίτερα σε μέρη όπως η Ελλάδα που δεν υπάρχουν αρκετές αναφορές και πολλές καλλιέργειες λυκίσκου. Η ποικιλία λυκίσκου Cascade, σύμφωνα και με τα προαναφερθέντα αποτελεί μια ανθεκτική σε ασθένειες ποικιλία, μια ποικιλία που έχει καλλιεργηθεί σε πολλά διαφορετικά μέρη του κόσμου, σε μεσογειακές περιοχές με παρόμοιο κλίμα με την Ελλάδα αλλά και στην Ελλάδα με επιτυχία.

Πίνακας 4. Καλλιεργητικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αμερικάνικης ποικιλίας Cascade (Hop Growers of America, 2012)

CASCADE	
Απόδοση (κιλά ανά στρέμμα)	179,2 - 224
Άλφα οξέα	4,5 - 7,0%
Βήτα οξέα	4,8 - 7,0%
Κοχομουλόνη (% των άλφα οξέων)	33 - 40%
Συνολικά Έλαια: (Mls. ανά 100 grams αποξηραμένων λυκίσκων)	0,7 - 1,4
Μυρσένιο (ως ποσοστό % των συνολικών ελαίων)	45 - 60%
Καρυφυλένιο (ως ποσοστό % των συνολικών ελαίων)	3,5 - 5,5%
Χομουλένιο (ως ποσοστό % των συνολικών ελαίων)	8,0 - 13%
Φαρνεσένιο (ως ποσοστό % των συνολικών ελαίων)	3,0 - 7,0%
Αποθήκευση (ποσοστό % άλφα οξέων που παραμένουν μετά από αποθήκευση 6 μηνών στους 20° C)	48 - 52%
Πιθανοί αντικαταστάτες	Centennial, Amarillo

Πίνακας 5. Καλλιεργητικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αμερικάνικης ποικιλίας Cascade (Morton, 2013).

Ποικιλία Λυκίσκου	Ωρίμανση	Ευπάθεια σε Ασθένειες & Εχθρούς	Απόδοση kg/στρέμμα	Καλλιεργητικές συνήθειες	Ποσοστό % Άλφα οξέων
Cascade	Μεσοπρώιμη έως μεσοόψιμη	Καλή αντοχή στο περονόσπορο, ανθεκτική στη βερτισιλλίωση, Ευάλωτη σε έντομα και αφίδες	259 - 356	Καλή ως εξαιρετική	4.5 - 7

Πίνακας 6. Καλλιεργητικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά αμερικάνικης ποικιλίας Cascade (Lemmens, 1998).

Ποικιλία	Εύρος Άλφα Οξέων	Εύρος Βήτα Οξέων	Κοχομουλόνη ως ποσοστό % των άλφα οξέων	Συνολικά Έλαια %	Αντοχή στο μαρασμό	Ανθεκτικότητα στο Περονόσπορο
Cascade	4,4 – 6,5	4,5 – 6,5	37	0.8 - 1.4	Αρκετά Ανθεκτική	Ανθεκτική

2.2.4 Σχεδιασμός και Εγκατάσταση Καλλιέργειας

2.2.4.1 Χειρισμοί Προετοιμασία Εδάφους

Δειγματοληπτικός έλεγχος της σύστασης του εδάφους

Ένας έλεγχος του εδάφους θα πρέπει να είναι το πρώτο βήμα στην προετοιμασία της τοποθεσίας καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα του ελέγχου εδάφους παρέχουν τα εξής: pH εδάφους, ποσοστό οργανικής ύλης και επίπεδα φωσφόρου, καλίου, μαγνησίου, ασβεστίου και ψευδαργύρου. Τα επίπεδα του αλουμινίου, σιδήρου και μαγνησίου επίσης περιλαμβάνονται για το προσδιορισμό πιθανών τοξικοτήτων παρά τροφοπενιών (Cornell Cooperative Extension, 2018). Ενδιαφέρον είναι ότι δεν παρέχει αποτελέσματα για τα επίπεδα αζώτου, το οποίο είναι ένα από τα πιο σημαντικά θρεπτικά. Αυτό διότι τα επίπεδα αζώτου μπορούν να αλλάξουν πολύ γρήγορα (Eyck & Gehring, 2015). Οι λυκίσκοι έχουν βαθύ ριζικό σύστημα, έτσι έχει αξία η λήψη διαφορετικών δειγμάτων ανώτερου εδάφους (0 - 15 cm) και υπεδάφους (15 - 90 cm) για έλεγχο. Το δείγμα του ανώτερου εδάφους θα δώσει καλές πληροφορίες της γενικότερης γονιμότητας του εδάφους και το δείγμα υπεδάφους βοηθά για την ταυτοποίηση εν δυνάμει προβλημάτων όπως οξύτητας και πιθανόν τοξικοτήτων (Dodds, 2017).

Συστήνεται να επιτελούνται έλεγχοι του εδάφους και των ποδίσκων σε κάθε ποικιλία, το ελάχιστο κάθε 3 χρόνια. Ο έλεγχος του ποδίσκου είναι ιδιαίτερα κρίσιμος για την απόκτηση πληροφοριών που χρειάζονται, για την λήψη αποφάσεων διαχείρισης σε προβληματικές περιοχές της καλλιέργειας λυκίσκου και θα πρέπει να επιτελείται πιο συχνά αν χρειάζεται.

Συχνός έλεγχος του εδάφους και έλεγχος των ποδίσκων των φυτών θα βοηθήσει την παρακολούθηση του επιπέδου θρεπτικών (Cornell Cooperative Extension, 2018).

Ο δειγματολήπτης εδάφους θα πρέπει να είναι αρκετά επιμήκης για παρθεί δείγμα σε βάθος 30,5 με 38,1 cm. Σε ολόκληρο το φάσμα του αγρού, σε ζιγκ ζαγκ σχηματισμό, θα πρέπει να συλλεχτούν 15 με 20 δείγματα από διάφορα σημεία όλου του αγρού και έπειτα τοποθετούνται σε ένα κουβά. Όταν η συλλογή είναι πλήρης, θα πρέπει λεπτομερώς να ανακατευτούν όλα τα δείγματα εδάφους μαζί έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα ομοιογενές μείγμα. Μια κούπα από αυτό το μείγμα είναι το δείγμα εδάφους.



Εικόνα 24. Δειγματολήπτης εδάφους (Eyck & Gehring, 2015).

Το εργαστήριο ελέγχου θα ζητήσει πληροφορίες για το βάθος οργώματος του εδάφους. Αυτό διότι τα επίπεδα του pH αλλάζουν με το βάθος, έτσι οι συστάσεις για τροποποιήσεις pH θα λάβουν υπόψιν το βάθος οργώματος.

Θα πρέπει επίσης να δοθούν πληροφορίες για το τι καλλιεργείται τώρα σε αυτή την έκταση, το οποίο θα επηρεάσει το έδαφος όταν αναποδογυρίσει με το όργωμα, όπως και για το ιστορικό των καλλιεργειών σε αυτή την έκταση τα τελευταία τρία χρόνια. Τέλος θα πρέπει να δοθούν πληροφορίες για το τι καρπός θα καλλιεργηθεί.

Τα αποτελέσματα του εδαφολογικού ελέγχου παρέχουν μια ομάδα συστάσεων π.χ. για το πόσο ασβέστη χρειάζεται να ενσωματωθεί, για να επιτευχθεί το κατάλληλο επίπεδο pH για την προοριζόμενη καλλιέργεια (Eyck & Gehring, 2015).

Στα εδάφη στα οποία θα καλλιεργηθούν λυκίσκοι θα πρέπει να γίνεται δειγματοληψία το ελάχιστο μια φορά ανά τρία χρόνια. Το pH των περισσότερων εδαφών που καλλιεργούνται λυκίσκοι μπορεί να αλλάξει με την απομάκρυνση των φυτικών υλικών της καλλιέργειας. Ο ετήσιος έλεγχος δίδει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της εκτίμησης και είναι κατάλληλος όταν σημαντικές αλλαγές έχουν γίνει στο πρόγραμμα λίπανσης (π.χ., εφαρμογή λιγότερου φώσφορου ή καλίου όταν ο έλεγχος του προηγούμενου έτους έδειξε υψηλές τιμές) (Cornell Cooperative Extension, 2018).

Τροποποίηση εδάφους

Εφόσον υπάρχουν ζιζάνια στο έδαφος προτού την φύτευση, προτείνεται βαθιά άροση προκειμένου να καταστραφούν.

Το βάθος της βαθιάς άροσης φύτευσης εξαρτάται από τις μηχανικές ιδιότητες του εδάφους και από την ποιότητα του υπεδάφους. Γενικά το βάθος οργώματος είναι 35 με 60 cm. Σε γη με παχύ χουμώδη ορίζοντα θα πρέπει να γίνεται όργωμα φύτευσης σε βάθος 50 - 60 cm, αλλά όπου ο ορίζοντας είναι λεπτός, οργώνεται μόνο 35 - 50 cm. Υπερβολικό όργωμα φύτευσης αναμιγνύει μόνο λιγότερο καλό υπέδαφος με τις αρόσιμες καλλιεργούμενες στρώσεις και παράγει φτωχές φυσικές ιδιότητες, περιορισμένη μικροβιακή δραστηριότητα και μειωμένη γονιμότητα εδάφους. Σε έδαφος με αργιλώδες υπέδαφος, αυτή η στρώση δεν θα πρέπει να έρθει στην επιφάνεια αλλά θα πρέπει να χαλαρώσει με άροτρο. Μετά το βαθύ όργωμα φύτευσης η επιφάνεια θα πρέπει να ισοπεδωθεί με βαριά σβάρνα.

Αυτό το βαθύ όργωμα φύτευσης ίσως φέρει έδαφος με χαμηλή μικροβιακή δραστηριότητα και φτωχότερη γονιμότητα στην επιφάνεια. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να βελτιωθούν οι μηχανικές και φυσικές ιδιότητες αυτής της ανώτερης στρώσης και να προωθηθεί η μικροβιακή δραστηριότητα. Για να γίνει αυτό διασπείρεται καλά αποσυνθεμένο κομπόστ το φθινόπωρο και ενσωματώνεται στην ανώτερη στρώση κατά την άνοιξη. Εάν το υπέδαφος έχει οργωθεί, μπορεί να λιπασματοωθεί καλά με χλωρή λίπανση.

Η ανώτερη στρώση χρειάζεται να εμπλουτιστεί με εφαρμογή λιπασμάτων και συγκεκριμένα θρεπτικά μπορούν να προστεθούν για να διατηρηθούν τα αποθησαυριστικά.

Η χλωρή λίπανση μπορεί να συνδυαστεί με κοπριά και να παραδοθεί στο έδαφος σε δύο δόσεις, σε δύο διαφορετικά βάθη. Η πρώτη λίπανση (κοπριά) παραδίδεται μαζί με χλωρή λίπανση με χρήση ενός βαθιού αρότρου και έπειτα εφαρμόζεται όργωμα φύτευσης για να ενσωματωθεί η κοπριά βαθιά στο έδαφος. Εάν ο αγρός λυκίσκου εγκαθίστανται σε μια έκταση στην οποία έχουν καλλιεργηθεί λυκίσκοι στο παρελθόν, έπειτα κατά το φθινόπωρο μια δεύτερη εφαρμογή λίπανσης (κοπριάς) θα ενσωματωθεί με όργωμα σε βάθος 25 cm. Αλλά αν ο αγρός εγκαθίστανται σε νέο έδαφος και έτσι απαιτεί μακροπρόθεσμη λίπανση, η δεύτερη εφαρμογή λίπανσης (κοπριάς) θα ενσωματωθεί με όργωμα, μαζί με μια νέα εφαρμογή χλωρής λίπανσης μέχρι και το επόμενο έτος, που το έδαφος θα είναι έτοιμο για την φθινοπωρινή φύτευση των λυκίσκων (Rybáček, 1991).

Η αύξηση του pH σε εδάφη που είναι όξινα και η ενσωμάτωση φωσφόρου σε εδάφη φτωχά σε φώσφορο θα πρέπει να γίνεται πριν την φύτευση, όταν υπάρχει η δυνατότητα της ενσωμάτωσης τροποποιήσεων π.χ. υπερφωσφορικού ή ασβέστη. Ο βέλτιστος χρόνος για την προσθήκη και ενσωμάτωση οργανικής ουσίας, αν είναι απαραίτητο, είναι πριν την φύτευση. Ένα χαλαρό έδαφος με καλή αποστράγγιση ενδείκνυται για καλλιέργεια λυκίσκου. Η καλλιέργεια του

εδάφους πριν την φύτευση δημιουργεί την καλύτερη δυνατή δομή του εδάφους για καλή ανάπτυξη και εγκαθίδρυση των νεαρών λυκίσκων. Για εδάφη με υπεδάφη με αργιλώδη στρώση ή σκληρή αδιαπέραστη στρώση προτείνεται κατεργασία του εδάφους ή βαθιά καλλιέργεια, αφού αυτό θα βοηθήσει την αποστράγγιση και της διείσδυση των ριζών. Η αναχωμάτωση της σειράς φύτευσης μπορεί επίσης να ενισχύσει την αποστράγγιση εάν θεωρείται απαραίτητο στην τοποθεσία καλλιέργειας. Αυτή η πρακτική είναι συνήθης σε επίπεδες εδαφικές περιοχές με ιλύ ανά το κόσμο (Dodds, 2017).

Προσθήκες οργανικής ουσίας με τη μορφή καλλιεργειών εδαφοκάλυψης, κομπόστ ή κοπριάς δημιουργούν ένα έδαφος το οποίο είναι βιοενεργό με καλή δομή και δυνατότητα διατήρησης των θρεπτικών και του νερού (Cornell Cooperative Extension, 2018).

Οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης, είναι μια σημαντική μέθοδος για το έλεγχο των ζιζανίων στη έκταση της μελλοντικής καλλιέργειας λυκίσκου προτού φυτευτούν οι λυκίσκοι. Όταν η καλλιέργεια εδαφοκάλυψης ενσωματωθεί στο έδαφος είναι επίσης μια πηγή αζώτου και οργανικής ύλης.

Οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης γενικά εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς. Το πιο απλό είναι να φυτεύονται για να προστατεύουν την έκταση από το άνεμο και την υδατική διάβρωση κατά την περίοδο λήθαργου έπειτα από την συγκομιδή της πρωταρχικής καλλιέργειας. Επίσης βοηθούν το έδαφος να διατηρεί υγρασία. Όταν η καλλιέργεια εδαφοκάλυψης οργωθεί και ενσωματωθεί στο έδαφος, προστίθεται χλωρή λίπανση (Eyck & Gehring, 2015).

Οι λυκίσκοι προτιμούν pH εδάφους από 6,0 μέχρι 6,8. Η αλλαγή του επιπέδου pH εδάφους χρειάζεται τουλάχιστον ένα χρόνο. Το pH του εδάφους μπορεί να αλλάξει με προσθήκες ανόργανων αλάτων στο έδαφος. Για παράδειγμα εάν το έδαφος είναι πολύ όξινο, προστίθεται ασβέστης. Εάν το έδαφος είναι πολύ βασικό προστίθεται θειάφι (θείο).

Η προετοιμασία τους εδάφους πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας λυκίσκου είναι διαφορετική από άλλες καλλιέργειες. Ο λυκίσκος είναι πολυετές φυτό με βαθύ ριζικό σύστημα και η καλλιέργεια θα παραμένει σε αυτήν την τοποθεσία για 20 με 25 έτη. Έτσι, το έδαφος πρέπει να αποδομηθεί ενδελεχώς και οι ανώτερες στρώσεις τους θα πρέπει να αναμειχτούν καλά με τα απαραίτητα ανόργανα λιπάσματα, προτού φυτευτεί η καλλιέργεια.

Μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας το έδαφος θα πρέπει να οργωθεί βαθιά το καλοκαίρι και 3 - 4 εβδομάδες αργότερα θα πρέπει να ενσωματωθεί ικανοποιητική ποσότητα κοπριάς, η οποία θάβεται επιτόπου άμεσα με άροση. Αυτή οργανική λίπανση (κοπριά) αποσυντίθεται σχετικά γρήγορα κατά την διάρκεια του φθινοπώρου και τα θρεπτικά της απελευθερώνονται από τη μικροβιακή δραστηριότητα στο έδαφος. Πριν το χειμώνα η περιοχή οργώνεται σε μεγάλο βάθος. Η οργανική ύλη, κοπριά έχει αποσυντεθεί μερικώς και έτσι έχει αναμιχθεί με το έδαφος. Παραμένει στη άνω μισή οργωμένη στρώση φύτευσης και είναι

διαθέσιμη κατά την διάρκεια της πρώτης περιόδου ανάπτυξης στο ριζικό σύστημα των νέων φυτών. Αυτό το βαθύ όργωμα τη φυτείας χαλαρώνει τις βαθύτερες στρώσεις του εδάφους και συμβάλλει στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σε αυτές τις στρώσεις. Συνεπώς η θρέψη των φυτών είναι βελτιωμένη και το βαθιά οργωμένο έδαφος έχει τη δυνατότητα να διατηρεί καλύτερα την θερμότητα και το νερό. Η αποικοδόμηση της κοπριάς προϋποθέτει αερόβιες συνθήκες και έτσι η κοπριά δεν θα πρέπει να ενσωματώνεται στην βαθιά στρώση άροσης, διότι αυτό θα μετατοπίσει την κοπριά στο πυθμένα της άροσης και η διαθεσιμότητα της στα φυτά θα είναι σημαντικά περιορισμένη.

Προτού γίνει η φύτευση το έδαφος θα πρέπει ισοπεδωθεί επαρκώς με σβάρνα και κύλινδρο ισοπέδωσης για να διευκολύνει την φύτευση στο κατάλληλο βάθος. Αυτό είναι συγκεκριμένα απαραίτητο για σπαρτική μηχανή. Βαθύτερη χαλάρωση του επιφανειακού εδάφους πριν από την φύτευση ίσως απαιτείται ανάλογα το πόσο συμπακνωμένο είναι το έδαφος και την μέθοδο φύτευσης. Υπερβολική χαλάρωση του εδάφους μπορεί όμως να προκαλέσει προβλήματα με τις τρύπες φύτευσης (Rybáček, 1991).

2.2.4.2 Υποστύλωση

Ιστορικά

Ο λυκίσκος είναι ένα αναρριχώμενο φυτό και για να καλλιεργηθεί είναι απαραίτητη η παροχή μιας υποστήριξης σε αυτόν. Αρχικά τοποθετούσαν ένα στύλο, για να αναρριχηθεί κάθε φυτό. Παρέμενε στο έδαφος ως την εποχή της συγκομιδής και έπειτα τον απομακρύναν και τον αποθηκεύαν μέχρι την έναρξη της επόμενης περιόδου.

Η συνήθης τεχνική, από το τέλος του 19ου αιώνα ως και σήμερα, είναι η παροχή μόνιμης υποστήριξης στύλων και συρματόσχοινου, στο οποίο κάθε έτος σχοινιά ή λεπτά σύρματα συνδέονται για την παροχή υποστήριξης στους κληματοειδείς βλαστούς. Το ύψος τέτοιων υποδομών ποικίλει από χώρα σε χώρα. Στην ηπειρωτική Ευρώπη είναι συνήθως 7 - 8 m, στην Αγγλία σπάνια περισσότερο από 5 m, ενώ στις Η.Π.Α ένα ενδιάμεσο ύψος είναι κανονικό.

Αρχικά όλοι οι στύλοι ήταν, φυσικά, ξύλινοι αλλά έχουν γίνει κάποιες αλλαγές, κατά τα τελευταία 30 έτη, προς χάλυβα και τσιμέντο. Το τσιμέντο έχει ευρέως υιοθετηθεί στην Ανατολική Ευρώπη λόγω της έλλειψης κατάλληλων στύλων από έλατο αλλά είναι κατά πολύ ακριβότερο από το ξύλο και σπάνια έχει χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε αλλού (Neve, 1991).

Τι είναι το σύστημα υποστύλωσης

Η συμβατική υποστύλωση σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο, αποτελείται από ένα σύστημα από υψηλούς στύλους που υποστηρίζουν οριζόντια διασταυρούμενα συρματόσχοινα. Τα συρματόσχοινα διατρέχουν και διασχίζουν τον αργό από άκρη σε άκρη, προς και τις δύο κατευθύνσεις (Kneen, 2022), δηλαδή και κατά μήκος κάθε γραμμής, από στύλο σε στύλο, αλλά και εγκάρσια οριζόντια για πρόσθετη υποστήριξη (Eyck & Gehring, 2015).

Τα κύρια ή οριζόντια συρματόσχοινα μπορούν να τοποθετηθούν σε γραμμικό σχήμα που καθιστά δυνατή και αποτελεσματική την υποστήριξη και των φυτών και των φορτίων του ανέμου (Sirrine et al., 2010). Τα ελαφρύτερα συρματόσχοινα ή σύρματα απλώνονται εγκάρσια, αγκιστρωμένα στα εξωτερικά συρματόσχοινα (Kneen, 2022).

Τα συρματόσχοινα σφίγγονται και συνδέονται με άγκιστρα εδάφους σε κάθε τέλος σειράς (Sirrine et al., 2010).

Συνήθως, δύο σχοινιά εκτείνονται από κάθε στέμμα (φυτό λυκίσκου) ψηλά ως τα συρματόσχοινα (Kneen, 2022), γενικά σε σχήμα «V» έτσι ώστε να αφήνεται ένας διάδρομος μέσω του οποίου αγροτικά μηχανήματα μπορούν να περάσουν (Sirrine et al., 2010).

Οι στύλοι τοποθετούνται υπό πλαίσιο σκακιέρας στις περισσότερες καλλιέργειες, έτσι ώστε το φορτίο του βάρους των φυτών να διανέμεται περισσότερα ομοιόμορφα. Οι εξωτερικοί στύλοι έχουν κλίση προς τα έξω, για να βοηθά να εξισώνεται η τάση των συρματόσχοινων και αγκιστρώνονται με ένα απλό, αλλά στέρεο σύστημα ακριανών συρματόσχοινων (Kneen, 2022).



Εικόνα 25. Σύστημα υποστύλωσης λυκίσκου (Holland et al., 2017).

Επιφάνεια αγρού

Το πρώτο βήμα είναι η μέτρηση του προτεινόμενου αγρού για να προσδιοριστεί η συνολική επιφάνεια της καλλιέργειας, (Cochran & Takle, 2016), προκειμένου να σχεδιαστεί το σύστημα υποστύλωσης.

Μερικές επιλογές, όπως το μήκος και το πλάτος της καλλιέργειας λυκίσκου, θα υπαγορεύεται από τις διαστάσεις της τοποθεσίας που έχει επιλεγεί.

Ο σχεδιασμός της έκτασης καλλιέργειας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το επιθυμητό μέγεθος παραγωγής. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών είναι κατά κύριο λόγο για τους ελκυστήρες, για να μετακινούνται πάνω κάτω στις γραμμές και να υπάρχει η δυνατότητα κλαδέματος, αποκοπής και συγκομιδής των λυκίσκων κατά την διάρκεια διαφορετικών περιόδων του έτους. Έχοντας έναν αγρό ο οποίος είναι καλά σχεδιασμένος με χώρο για ευκινησία, δίνει την δυνατότητα σε ολόκληρη την διαδικασία της φύτευσης, της συντήρησης και της συγκομιδής να επιτελούνται άνετα περιορίζοντας το χαμένο χρόνο. Εν τέλει, οι αγροί σχεδιάζονται να είναι αποτελεσματικοί ως προς το κόστος επένδυσης τους, έτσι ώστε να μεγιστοποιούν την παραγωγή ανά στρέμμα και να αποδίδουν τα μέγιστα δυνατά κέρδη (Way, 2014).

Ποικιλίες Λυκίσκου

Προτού ερευνηθούν οι πραγματικές διατάξεις και σχηματισμοί του συστήματος υποστύλωσης, είναι σημαντικό να εξεταστεί τι ποικιλίες λυκίσκου πρόκειται να καλλιεργηθούν αφού αυτό μπορεί να επηρεάσει τις προϋποθέσεις και ύψους και απόστασης.

Κάποιες αποφάσεις θα βασίζονται στο μέτρο της αντοχής που επιλέγεται να έχει το σύστημα υποστύλωσης, το οποίο προσδιορίζεται από το τυπικό μέγεθος των ώριμων κληματοειδών βλαστών των ποικιλιών που επιλέχθηκαν να φυτεύουν.

Το βάρος ενός ώριμου φυτού λυκίσκου μπορεί να είναι 22,7 kg (Eyck & Gehring, 2015). Άλλες πηγές αναφέρουν ότι το βάρος φυτού πλήρους ανάπτυξης, κατά μέσο όρο είναι 15,8 kg, χρησιμοποιείται 20,4 kg για τον υπολογισμό της βροχής και του αέρα (Schmidthops, 2022a)

Οι ποικιλίες λυκίσκου διαφέρουν στο που διαμορφώνουν τους κώνους χαμηλά, σε μεσαίο επίπεδο ή ψηλά στους κληματοειδείς βλαστούς. Η ανάπτυξη μιας ποικιλίας λυκίσκου που διαμορφώνει τους κώνους ψηλά σε ένα χαμηλό σύστημα υποστύλωσης θα έφερνε καταστροφικά αποτελέσματα (Kempe, 2013).

Η εγκατάσταση του συστήματος υποστύλωσης θα πρέπει να ολοκληρωθεί πριν την φύτευση.

Περιοχή

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος μπορεί να επηρεάσει την διάταξη του συστήματος υποστύλωσης είναι η περιοχή. Εάν η περίοδος ανάπτυξης είναι μικρότερη ίσως οι λυκίσκοι να μην φτάσουν ποτέ το μέγιστο ύψος, επιτρέποντας την χρήση ελαφρώς χαμηλότερων στύλων με επιτυχία.

Επίσης εάν είναι βιολογική ή συμβατική η καλλιέργεια και κλιματολογικοί παράγοντες που συνδέονται με την τοποθεσία όπως η πιθανότητα ισχυρών ανέμων και βροχοπτώσεων (Eyck & Gehring, 2015), αποτελούν παράγοντες επιρροής.

Ύψος Στύλων

Το ύψος των στύλων, συνεπώς και του συστήματος υποστύλωσης, ποικίλει από χώρα σε χώρα και εξαρτάται από κάποιους παράγοντες, όπως το ύψος ανάπτυξης της ποικιλίας, τα διαθέσιμα κεφάλαια, το υλικό κατασκευής κ.α.

Η δυναμικότητα της ποικιλίας και οι συνθήκες ανάπτυξης προσδιορίζουν το πόσο ψηλά θα αναπτυχθούν οι λυκίσκοι και ακολούθως, υπαγορεύει το ύψος της κορυφής του συστήματος υποστύλωσης που χρειάζεται. Γνώση και εμπειρία για τα τοπικά χαρακτηριστικά απαιτείται για τον προσδιορισμό του βέλτιστου ύψους του συστήματος υποστύλωσης (Dodds, 2017).

Χρειάζονται δύο τύποι στύλων. Οι στύλοι άγκυρας που αποκαλούνται επίσης τελικοί στύλοι ή εξωτερικοί στύλοι ή ακραίοι στύλοι και είναι οι στύλοι που εγκαθίστανται στο τέλος κάθε σειράς. Η μόνη τους λειτουργία των στύλων άγκυρας είναι να παρέχουν μηχανική αντοχή. Λόγω αυτού θα πρέπει να είναι μεγαλύτεροι σε διάμετρο και ύψος από τους εσωτερικούς στύλους που βρίσκονται εντός της καλλιέργειας λυκίσκου (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 26. Ακραίοι τεθλασμένοι στύλοι και ευθύγραμμοι στύλοι συστήματος υποστύλωσης λυκίσκου (Fedderson, 2016).

Οι εσωτερικοί στύλοι τοποθετούνται κάθετα και οι ακριανοί στύλοι είναι τεθλασμένοι υπό γωνία 60° με 65° για να προσθέσουν δύναμη στο σύστημα στο σύστημα υποστύλωσης (Morton, 2013). Οι εξωτερικοί στύλοι είναι αγκιστρωμένοι στο έδαφος με αντηρίδες που συνδέονται στις άγκυρες του εδάφους. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι αγκίστρων εδάφους για επιλογή. Μερικοί από αυτούς ενσωματώνονται κατευθείαν στο έδαφος και άλλοι σε τσιμέντο ή πέτρα (Eyck & Gehring, 2015). Σύμφωνα με τους Arnett & Sonco (2018), η τελευταία σειρά και οι περιμετρικοί στύλοι είναι συνήθως 7 m σε μήκος και εγκατεστημένοι υπό γωνία 65° από το έδαφος της καλλιέργειας σε ένα ξύλινο συμβατικό σύστημα υποστύλωσης. Σε εμπορικές καλλιέργειες λυκίσκου, είναι σύνηθες οι περιμετρικοί στύλοι να είναι κεκλιμένοι για την αύξηση την δύναμης συγκράτησης (Agehara et al., 2020).

Άλλες πηγές αναφέρουν, ότι οι εξωτερικοί στύλοι της εγκατάστασης, οι οποίοι βρίσκονται εκεί για ενδυνάμωση του συστήματος υποστύλωσης, μπορεί να είναι όσο ψηλοί είναι και οι στύλοι σειράς (Eyck & Gehring, 2015).

Στην καλλιέργεια των Agehara et al (2020), όλοι οι στύλοι τοποθετήθηκαν κάθετα στο έδαφος για καθιστούν την μελλοντική επέκταση πιο εύκολη και δεν έχει παρατηρηθεί καμία δομική ζημιά.

Σε αντίθεση με ένα συμβατικό ξύλινο σύστημα υποστύλωσης λυκίσκου, σε ένα χαλύβδινο σύστημα υποστύλωσης όλοι οι στύλοι εγκαθίστανται κάθετα. Δεν είναι απαραίτητο το πλάγιασμα των ακραίων στύλοι (περιμετρικών) στύλων (Arnett & Sonco, 2018).



Εικόνα 27. Χαλύβδινο σύστημα υποστύλωσης λυκίσκου (Arnett & Sonco, 2018).

Σε ένα πρότυπο σύστημα υποστύλωσης οι στύλοι χρειάζεται να έχουν μήκος 6 - 6,7 m. Τα εξαρτήματα θα πρέπει να συνδέονται στους στύλους πριν την εγκατάσταση τους για να κάνουν την υποστύλωση ευκολότερη (Morton, 2013).

Η τρέχουσα βιομηχανική προδιαγραφή είναι 5,5 m άνω του εδάφους(εσωτερικοί στύλοι), γιατί η έρευνα έχει δείξει ότι η υψηλότερη απόδοση των κώνων του λυκίσκου επιτυγχάνεται όταν ο κληματοειδής βλαστός του λυκίσκου αφήνεται να φτάσει ένας ύψος 5 - 6 m, ανάλογα και την ποικιλία. Αφού κάθε στύλος θα πρέπει να ενσωματωθεί σε βάθος 1 m στο έδαφος, θα χρειάζεται προμήθεια εσωτερικών στύλων μήκους 7 m, ανάλογα το πόσο ψηλά επιθυμείτε να φτάσει ο λυκίσκος (Eyck & Gehring, 2015). Σύμφωνα με τον Dodds (2017), το ύψος κορυφής ανά το κόσμο τυπικά ποικίλει μεταξύ 4 m και 6 m για το σύστημα υποστύλωσης σχήματος «V», ή 3 με 4 m για το τύπο χαμηλού συστήματος υποστύλωσης.

Η εξέταση της ανάπτυξης σε διαφορετικά ύψη έδειξε ότι η κύρτωση, ή η θραύση, των βλαστών στο κορυφαίο συρματόσχοινο προκαλούσε πλευρική ανάπτυξη.

Εφόσον αυτό συνέβαινε νωρίτερα στα χαμηλότερα συρμάτινα στηρίγματα η ποσότητα της ανάπτυξης της κορυφής ήταν μεγαλύτερη στα 4,3 m και μικρότερη στα 5,5 m. Η ανάπτυξη στο σύστημα των 5,5 m ήταν περισσότερο κατάλληλη για μηχανική συγκομιδή αφού υπήρχαν λιγότεροι κυρτωμένοι πλευρικοί κληματοειδείς βλαστοί αλλά η μειωμένη πλευρική ανάπτυξη τους έδωσε μικρότερες αποδόσεις εκτός της πολύ ρωμαλέας ποικιλίας Bullion (Neve, 1991).

Πρώιμες ενδείξεις για τη περιοχή του Batlow της Νέας Νότιας Ουαλίας για τις ποικιλίες Cascade και Chinook σε σύστημα υποστύλωσης τύπου «V» με δυο σχοινιά ανά φυτό, υποδεικνύουν ότι το ύψος του συστήματος υποστύλωσης θα πρέπει να είναι 5 m κατά προσέγγιση, για να είναι κατάλληλο. Παρόλο, περισσότερη εμπειρία για τα τοπικά χαρακτηριστικά απαιτείται για να επιβεβαιωθεί αυτό με σιγουριά.

Στην πολιτεία Ουάσιγκτον (Η.Π.Α), στις εμπορικές καλλιέργειες χρησιμοποιείται περισσότερο το σύστημα υποστύλωσης σχήματος «V» με ύψος κορυφής περίπου 6 m, ενώ στην Νέα Ζηλανδία το ύψος του συστήματος υποστύλωσης σχήματος «V» είναι περίπου στα 5 m. Το σύστημα υποστύλωσης τύπου «V» είναι επίσης κοινό στις υπάρχουσες εμπορικές καλλιέργειες λυκίσκου στην Αυστραλία με το ύψος κορυφής να είναι ίδιο με αυτό της Νέας Ζηλανδίας (Dodds, 2017).

Εν κατακλείδι, το ύψος των στύλων, κατ' επέκταση του συστήματος υποστύλωσης, διαφέρει από χώρα σε χώρα και ανά καλλιέργεια. Συμφωνά και με τα προαναφερθέντα οι εσωτερικοί στύλοι θα πρέπει να κυμαίνονται σε ύψος από 5 - 6 m πάνω από το έδαφος. Οι εξωτερικοί στύλοι μπορεί να είναι υψηλότεροι από τους εσωτερικούς ή και όχι και να είναι υπό γωνία ή κάθετοι στο έδαφος.

Μήκος στύλου εντός εδάφους

Οι στύλοι μπορεί να θαφτούν σε βάθος μεταξύ 0,6 και 1,2 m. Το θάψιμο των στύλων σε βάθος 1,2 m συνιστάται ένθερμα. Σε μερικές περιπτώσεις κάποιои έχουν θάψει και σε μικρότερο βάθος διότι το έδαφος της καλλιέργειας λυκίσκου ήταν τόσο βραχώδες και δεν μπορούσαν να σκάψουν πιο βαθιά. Περισσότερο βάθος σημαίνει περισσότερη αντοχή της καλλιέργειας λυκίσκου, και η αντοχή είναι καθοριστική (Eyck & Gehring, 2015).

Σύμφωνα με τον Morton (2013), οι στύλοι θα πρέπει να τοποθετηθούν σε βάθος 1,2 m μέσα στο έδαφος, με επέκταση κάτω από την γραμμή παγετού. Οι στύλοι θα χρειαστούν να αλλάξουν με το χρόνο αφού τελικώς θα φθαρούν και θα σπάσουν.

Κάθε ακραίος στύλος θα πρέπει να τοποθετηθεί στο έδαφος υπό γωνία 65° - 70° , σε βάθος 10% ολόκληρου του στύλου συν 0,6 m. Για παράδειγμα, εάν οι στύλοι είναι μήκους 7 m, το 10% ολόκληρου του στύλου ισούται με 0,7 m συν 0,6 m. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να θαφτούν 1,3 m. Οι στύλοι θάβονται κατά αυτόν τον τρόπο για να διασφαλιστεί μακροχρόνια σταθερότητα και να αποφευχθεί ο παγετός κατά την διάρκεια των χειμερινών μηνών. Οι τρύπες θα πρέπει να είναι περίπου διπλάσιες από την διάμετρο του στύλου για να επιτραπεί η επιχωμάτωση και το γέμισμα τους. Το τσιμέντο δεν είναι απαραίτητο όταν εγκαθιστάς στύλους, αλλά επιχωμάτωση με χονδρό χαλίκι και γέμισμα συστήνεται (Cochran & Takle, 2016).

Όλοι οι στύλοι σε ένα συμβατικό ξύλινο σύστημα υποστύλωσης, είναι τοποθετημένοι 1,2 m κάτω από το έδαφος (ανάλογα το επίπεδο παγετού) με χρήση ενός τρυπανιού και με τεχνική επαναπλήρωσης, αφήνοντας 5,5 m του στύλου πάνω από το έδαφος. Παρομοίως και σε ένα χαλύβδινο σύστημα υποστύλωσης οι στύλοι εγκαθίστανται 1,2 m εντός εδάφους. Προτείνεται ως βέλτιστη μέθοδος εγκατάστασης του κάτω μέρους (βάσης) του χαλύβδινου στύλου μήκους 1,8 m, η διάτρηση με τρυπάνι μιας τρύπας βάθους 1,2-1,8 m και 20 - 30 cm σε διάμετρο κατά προσέγγιση. Τα 15 cm της βάσης της τρύπας μπορεί να πληρωθούν με χαλίκι για ενίσχυση της αποστράγγισης. Τοποθετείται η βάση του στύλου στην τρυπά έτσι ώστε τα 0,6 m της βάσης του στύλου θα παραμένουν πάνω από το επίπεδο του εδάφους και η τρύπα πληρώνεται με τσιμέντο έως 5 cm από την κορυφή. Αυτά τα 5cm που παραμένουν μπορούν να πληρωθούν με χώμα (Arnett & Sonco, 2018).

Παρόλο που ένα φτυάρι ή χειροκίνητο ανοιχτήρι τρυπών για πασσάλους θα δούλευαν για ένα μικρό αριθμό τρυπών, δεν είναι πρακτικό για σκάψιμο τρυπών για μια εμπορική καλλιέργεια λυκίσκου. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ένας ελκυστήρας με τρυπάνι ή με ανοιχτήρι τρυπών για πασσάλους, το οποίο μπορεί να πάει σε βάθος 1,2 m θα ήταν επαρκές (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 28. Οι τρύπες μπορούν να σκαφτούν με έναν εκσκαφέα τρυπών για πασσάλους ή με ένα τρυπάνι για τρύπες πασσάλων. Το βάθος της τρύπας θα πρέπει να είναι 10 % ολοκλήρου του στύλου συν 0,6 m και το πλάτος θα πρέπει να είναι περίπου το διπλάσιο σε πλάτος από την διάμετρο του στύλου. Εάν οι εξωτερικοί στύλοι τοποθετηθούν τεθλασμένα θα πρέπει οι τρύπες να σκαφτούν υπό γωνία (Cochran & Takle, 2016).

Είναι απαραίτητο να μετακινηθεί κάθε στύλος στην τοποθεσία της τρύπας στην οποία θα εισαχθεί. Οι στύλοι είναι πολύ βαριοί, και παρόλο που μπορούν μεταφερθούν από μια ομάδα ανθρώπων, όταν γίνεται τοποθέτηση για 4 στρέμματα, αυτό γίνεται γρήγορα μη πρακτικό. Ένας ελκυστήρας είναι απαραίτητος. Οι στύλοι μπορούν αλυσοδεθούν στο μπροστινό άκρο του φορτωτήρα του ελκυστήρα ή να ανυψωθούν από τα πιρούνια του ελκυστήρα για μεταφορά (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 29. Τοποθέτηση και μετακίνηση στύλων με ελκυστήρα (Eyck & Gehring, 2015).

Αφού σηματοδοτεί η τοποθεσία των στύλων σειράς, είναι η ώρα της εγκατάστασής τους. Κάθε στύλος γραμμής θα πρέπει να εγκαθίσταται με παρόμοιο τρόπο όπως οι ακραίοι στύλοι, μόνο κάθετα.

Προτείνεται η χρήση ενός αλφαδιού ή βαριδίου για τη διασφάλιση της ευθύτητας τους (Cochran & Takle, 2016).

Υλικό Στύλων

Είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται στύλοι από κέδρο ή λάριξ για να επεκταθεί η διάρκεια ζωής των στύλων και να μειωθεί η αποσάθρωση τους (Morton, 2013).

Ενδεδειγμένοι τύποι ξύλου περιλαμβάνουν κέδρο, μαύρη χαρουπιά, οξιά, πεύκο και άλλα πευκώδη δέντρα. Είναι σημαντικό όταν εξετάζεται το ξύλο των στύλων να γίνεται προσπάθεια απόκτησης ξύλου μακράς διάρκειας ζωής για να ελαχιστοποιείται η συχνότητα αντικατάστασης του.

Δεν είναι απαραίτητη η χρήση συντηρητικού ξύλου εάν χρησιμοποιείται ένα ξύλο με μακρά διάρκεια ζωής. Είναι σημαντικό να αποφευχθεί η χρήση συντηρητικού ξύλου, καθώς είναι τοξικό και εκπλένεται στο έδαφος.

Εάν αγοραστούν οι στύλοι κατευθείαν από ξυλοκόπους είναι καλύτερο να είναι κομμένοι και να έχουν αποσταλεί ένα χρόνο πριν από την χρήση τους. Αυτό επιτρέπει στο ξύλο να ξηραθεί. Ξύλο ξηρό σημαίνει πιο ελαφριοί στύλοι. Επιπλέον, όταν το ξύλο είναι ξηρό, ο φλοιός του χαλαρώνει και πέφτει κάτω, ή μπορεί ευκολά να απομακρυνθεί, είναι σημαντικό εάν σχεδιάζεται η μεταχείριση ξύλου με κάποιο συντηρητικό ή όχι, αφού το χαμηλότερο κομμάτι του ακόμα και ενός ανεπεξέργαστου στύλου θα πρέπει να απογυμνωθεί από το φλοιό προτού θαφτεί. Εάν όχι, θα αποσαθρωθεί γρηγορότερα.

Είναι σημαντικό ότι οι κορμοί των δέντρων που επιλέγονται για στύλοι για την καλλιέργεια λυκίσκου να είναι όσο πιο ευθύς γίνεται. Παραμορφωμένοι στύλοι θα περιορίσουν την σταθερότητα και την αντοχή του συστήματος υποστύλωσης (Eyck & Gehring, 2015)

Σύμφωνα με τους Fisher & Fisher, (1998), στην καλλιέργεια λυκίσκου τους, χρησιμοποίησαν επιτυχώς ένα σύστημα υποστύλωσης φτιαγμένο από δύο μεγάλης αντοχής αλουμινένιους στύλους μήκους περίπου 4 m με απόσταση περίπου 6 m ο ένας από τον άλλο.

Χρησιμοποιείται και ο ανοξείδωτος ή γαλβανιζέ χάλυβας ως υλικό στύλων. Η προστασία του γαλβανιζέ χάλυβα δεν προϋποθέτει επιπλέον εργασία πέρα από την εγκατάσταση. Το γαλβάνισμα του εξωτερικού του χάλυβα είναι 99.99% καθαρός ψευδάργυρος με ομοιόμορφη επικάλυψη. Η ζωή του γαλβανιζέ χάλυβα ξεπερνά τα 40 χρόνια, διπλάσια από την ζωή ενός μέσου ξύλινου συστήματος υποστύλωσης. Αυτός ο παράγοντας πρέπει να ληφθεί υπόψιν όταν εκτιμάται το κόστος και συγκρίνεται το ξύλο με τον χάλυβα (Arnett & Sonco, 2018).

Παρόλο μερικοί που ανεγείρουν μικρότερες καλλιέργειες λυκίσκου έχουν πειραματιστεί χρησιμοποιώντας στύλους φτιαγμένους από μέταλλο ή συμβατικούς σωλήνες PVC, το σύνηθες είναι χρήση στύλων κατασκευασμένων από σκληρό ξύλο (Eyck & Gehring, 2015).

Διάμετρος στύλων

Παρατίθενται διάφορες αναφορές παρακάτω σχετικά με την διάμετρο των στύλων. Όσο μεγαλύτερη η διάμετρος τόσο μεγαλύτερη μηχανική αντοχή αλλά ταυτόχρονα αυτό σημαίνει υψηλότερο κόστος και βάρος στύλου.

Σύμφωνα με τον Morton (2013), σε ένα πρότυπο σύστημα υποστύλωσης όλοι οι στύλοι χρειάζεται να έχουν το ελάχιστο διάμετρο 15 cm. Άλλες αναφορές, ισχυρίζονται ότι οι στύλοι σειράς (εσωτερικοί) είναι 10 - 13 cm σε διάμετρο (Arnett & Sonco, 2018) άλλοι αναφέρουν από 7,5 έως 13 cm, ανάλογα και το ύψος τους (Eyck & Gehring, 2015) και άλλοι 13 cm σε διάμετρο (Agehara et al., 2020).

Όσον αφορά τους εξωτερικούς στύλους αναφέρεται ότι θα πρέπει να έχουν διάμετρο 15 με 18 cm (Eyck & Gehring, 2015), που συμφωνεί με τους Arnett & Sonco (2018), που αναφέρουν ότι η τελευταία σειρά και οι περιμετρικοί στύλοι είναι συνήθως 15-18 cm σε διάμετρο και με τους Agehara et al. (2020), που αναφέρουν ότι οι περιμετρικοί στύλοι θα πρέπει είναι 15 cm σε διάμετρο.

Η διάμετρος των λάκκων είναι συνήθως η διπλάσια της διαμέτρου των στύλων (Arnett & Sonco, 2018).

Απόσταση Στύλων

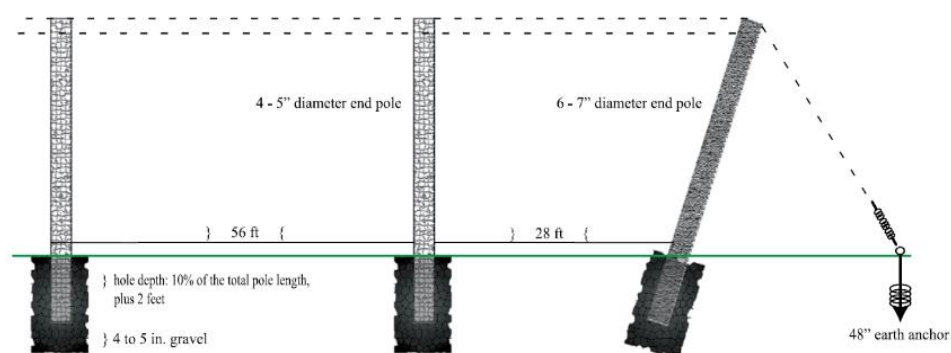
Θα πρέπει να ληφθούν διάφορα πράγματα υπόψιν όταν επιλέγεται το πόσο θα απέχουν οι στύλοι. Ένας παράγοντας είναι το μέγεθος του στύλου. Εάν χρησιμοποιούνται μικρότεροι στύλοι, το ότι έχουν έλλειψη αντοχής μπορεί να αντισταθμιστεί με τον αριθμό τους. Επίσης αν δεν είναι δυνατόν να θαφτούν στο μέγιστο βάθος τους, 1 m, περισσότεροι στύλοι θα βοηθήσουν να στηριχθεί το βάρος των κληματοειδών βλαστών. Ένα άλλος παράγοντας προς θεώρηση είναι το μήκος των γραμμών. Πολύ επιμήκεις σειρές χρειάζονται περισσότερη αντοχή και αυτό μπορεί να επιτευχθεί με υψηλότερη πυκνότητα στύλων.

Η απόσταση των στύλων επηρεάζεται επίσης και από το υλικό κατασκευής των στύλων και ουσιαστικά δημιουργεί την αντοχή του συστήματος υποστύλωσης. Λόγω της μεγάλης σημασίας της μηχανικής αντοχής της υποστύλωσης θα πρέπει να ληφθούν οι κατάλληλες αποφάσεις. Η εξασφάλιση της αντοχής αποτελεί προτεραιότητα και παρόλο που μπορεί να αυξάνει το κόστος εγκατάστασης είναι προτιμότερο να υπάρχει ασφάλεια. Το ενδεχόμενο πτώσης του συστήματος υποστύλωσης είναι πιθανό και πολύ επιζήμιο μελλοντικά. Εφόσον το κόστος εγκατάστασης δεν είναι επαναλαμβανόμενο συμφέρει να μην γίνουν εκπτώσεις σε αυτόν τον τομέα.

Έτσι αφού διευθετεί το μήκος των στύλων είναι ώρα να επιλεγθεί η απόσταση μεταξύ των στύλων.

Σύμφωνα με Eyck & Gehring (2015), η απόσταση των στύλων στην σειρά θα πρέπει να κυμαίνεται από 6 μέχρι 15 μέτρα. Σύμφωνα με τον Morton (2013), οι στύλοι εγκαθίστανται κατά προσέγγιση κάθε 5 με 6 φυτά ανάλογα την απόσταση. Στον σχεδιασμό του πανεπιστημίου του Vermont οι στύλοι έχουν απόσταση μεταξύ τους 6 με 10,6 m.

Άλλες αναφορές, προτείνουν ότι οι στύλοι της σειράς μπορούν να τοποθετηθούν με απόσταση 17 m. Προτείνεται η χρήση νήματος ή τοπογραφικών συσκευών για τη δημιουργία της γραμμής βορρά νότου στη πρώτη γραμμή, εξαιρώντας την περιμετρική σειρά. Αφού σημαδευτεί η γραμμή, πρέπει να μετρηθούν διαστήματα 17 m μέχρι το τέλος της γραμμής. Στο τέλος της η γραμμή θα πρέπει να είναι 8,5 m από το τελευταίο στύλο γραμμής ως το ανατολικό κεκλιμένο ακραίο στύλο. Επαναλαμβάνεται αυτό το βήμα για κάθε γραμμή, εναλλάσσοντας τα σημεία αφετηρίας από βόρεια σε νότια (Cochran & Takle, 2016).



Εικόνα 30. Οι εσωτερικοί στύλοι απέχουν όχι περισσότερο από 17 m εντός σειράς εάν χρησιμοποιείται η διάταξη σκακιέρας. Ο στύλος θα πρέπει να τοποθετηθεί σε βάθος 10% του στύλου συν 0,6 m. Στο τέλος της σειράς, οι εσωτερικοί στύλοι θα απέχουν 8,5 m από τους ακραίους τεθλασμένους στύλους, αλλάζοντας από βόρεια σε νότια όπως απεικονίζεται παραπάνω (Cochran & Takle, 2016).

Η απόσταση στύλων στην καλλιέργεια της *Myhtodea Hellas Hops* είναι κατά προσέγγιση 10 m καθώς και απόσταση φύτευσης 0,8 m (Προσωπική επικοινωνία, 2021).

Η απόσταση μεταξύ χαλύβδινων στύλων μπορεί να είναι κατά το μέγιστο 27,4 m. Σημείωση, λόγω της εκτεταμένης απόστασης μεταξύ των στύλων σειράς, το χαλύβδινο σύστημα υποστύλωσης προϋποθέτει ένα συρματόσχοινο διαμέτρου 0,95 cm και σχεδιασμού 1:7 καθώς και προ διαμορφωμένους συνδετήρες συρματόσχοινου ή εντατήρες συρματόσχοινου. Αυτό το αποκλειστικό σύστημα υποστύλωσης επιτρέπει ½ λιγότερους στύλους να εγκατασταθούν συγκριτικά με το ξύλινο σύστημα υποστύλωσης, με αποτέλεσμα εξοικονόμηση εργατοωρών και μία αύξηση στον αριθμό των φυτών τα οποία μπορεί να φυτευτούν σε κάθε σειρά. Εάν δεν

εγκατασταθεί ένας στύλος μπορεί να εγκατασταθεί ένα φυτό στη θέση του (Arnett & Sonco, 2018).

Πλάτος και Απόσταση Σειρών

Ο επόμενος παράγοντας προς θεώρηση είναι το πόσο θα είναι το πλάτος των σειρών. Το κανονικό πλάτος σειράς σε μια καλλιέργεια λυκίσκου είναι 4,3 m στο κέντρο. Αυτό σημαίνει ότι η απόσταση μεταξύ του κέντρου μιας φυτεμένης λωρίδας από στέμματα λυκίσκων (φυτά) απέχει 4 m από το άλλο κέντρο της γειτονικής λωρίδας. Οι λυκίσκοι οι ίδιοι καταλαμβάνουν χώρο 0,6 m σε πλάτος λωρίδας. Η χρήση του κανονικού πλάτους παρέχει ανοιχτούς διαδρόμους αρκετά μεγάλους, 3 m σε πλάτος, όπου εξοπλισμοί όπως ελκυστήρες μπορούν εύκολα να κινούνται.

Αντίθετα, καλλιεργητές που θέλουν να αυξήσουν την πυκνότητα της καλλιέργειας λυκίσκου μπορούν να προσθέσουν επιπλέον σειρές μεταξύ των στύλων (Eyck & Gehring, 2015).

Με βάση αυτή τη λογική, η απόσταση μεταξύ σειρών είναι 1,8 m στην καλλιέργειά των *Mythodea Hops*, στην οποία δεν χρησιμοποιούνται ελκυστήρες για βασικές εργασίες. Ο κύριος παράγοντας θεώρησης είναι αν η καλλιέργεια θα είναι μηχανική, ή πρόκειται να γίνει μελλοντικά. Είναι απαραίτητη για εκτενείς καλλιέργειες, μια ικανοποιητική απόσταση στύλων περίπου 4 m, διότι αποτελεί την δίοδο των ελκυστήρων.

Η επιλογή της απόστασης μεταξύ των σειρών και των φυτών εξαρτάται από πρακτικά θέματα όπως η πρόσβαση του ελκυστήρα, ο τύπος της άρδευσης και η πρόσβαση σε φως στους αναπτυσσόμενους λυκίσκους (Krottenthaler, 2009).

Ο υπολογισμός της απόστασης σειρών αλλά και φύτευσης, που θα δώσει την βέλτιστη οικονομική απόδοση είναι αρκετά περίπλοκος, αφού είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός του κόστους που σχετίζεται με το αριθμό των φυτών και σχοινιών (όπως κόστη φύτευσης, σχοινιών, περιτύλιξης και συγκομιδής) και αυτών που σχετίζονται με την επιφάνεια του αγρού (ενοικίαση γης, συρματοποιίας, υλικά οργανικής λίπανσης και ψεκασμού) (Neve, 1991).

Στην πολιτεία Ουάσιγκτον (Η.Π.Α), στις εμπορικές καλλιέργειες χρησιμοποιείται περισσότερο το σύστημα υποστύλωσης σχήματος «V» και απόσταση σειρών 3,5 - 4 m, ενώ στην Νέα Ζηλανδία οι αποστάσεις σειρών περίπου στα 2,5 m. Το σύστημα υποστύλωσης τύπου «V» είναι επίσης κοινό στις υπάρχουσες εμπορικές καλλιέργειες λυκίσκου στην Αυστραλία με το ύψος κορυφής και την απόσταση των σειρών να είναι ίδια με αυτό της Νέας Ζηλανδίας (Dodds, 2017).

Ακολουθεί ο Πίνακας 7, όπου παρουσιάζονται ενδεικτικά, τυπικές αποστάσεις σειρών σε διάφορες χώρες που παραδοσιακά καλλιεργούνται λυκίσκοι.

Πίνακας 7. Τυπικές αποστάσεις σειρών σε διάφορες χώρες που καλλιεργούνται λυκίσκοι (Dodds, 2017).

Χώρα	Περιοχή	Κυρίαρχο σύστημα υποστύλωσης	Τυπική απόσταση μεταξύ των σειρών (m)
Γερμανία	Hallertau	Σύστημα Υποστύλωσης τύπου «V»	3,2
Η.Π.Α	Washington State	Σύστημα Υποστύλωσης τύπου «V»	4,0
Δημοκρατία της Τσεχίας	Saaz, Trschitz και Auscha West	Σύστημα Υποστύλωσης τύπου «V»	3,0
Ηνωμένο Βασίλειο	Midlands και south-east	Χαμηλό δύο διαστάσεων Σύστημα Υποστύλωσης	2,5
Νέα Ζηλανδία	Nelson	Σύστημα Υποστύλωσης Τύπου «V»	2,5

Γωνία κλίσης ανάπτυξης βλαστών

Τα διάφορα ύψη και αποστάσεις στα πειράματα στο Wye έδωσαν αποτελέσματα για σχοινιά που έχουν διαφορετικές γωνίες κλίσης. Όσο πιο επίπεδη ήταν η κλίση, τόσο υψηλότερες ήταν οι αποδόσεις (Neve, 1991).

Συνήθως η γωνία κλίσης ανάπτυξης των φυτών ορίζεται από το είδος του συστήματος υποστύλωσης, π.χ. τύπου «V» ή ευθύγραμμο, το ύψος των στύλων και τις αποστάσεις φύτευσης.

Αριθμός βλαστών ανά φυτό

Δύο ή τρεις από τους πιο δυνατούς κληματοειδείς βλαστούς θα πρέπει να περιτυλίγονται σε κάθε σχοινί (σχοινί από ίνες κοκοφοίνικα) τυλίγοντας τους με κατεύθυνση της φοράς των δεικτών ρολογιού για να βοηθήσει τους βλαστούς του λυκίσκου να αναπτυχθούν κάθετα. Αφού περιτυλιχθούν οι κληματοειδείς βλαστοί θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται στο σχοινί χωρίς βοήθεια για το υπόλοιπο της περιόδου επιμήκυνσης (Holland et al., 2017).

Αντίστοιχα σύμφωνα με τον Neve (1991), σε γενικές γραμμές δύο με τρεις από τους πιο δυνατούς, υγιείς βλαστούς περιτυλίγονται, καθένας στα υποστηρικτικά σχοινιά ή σύρματα αφού αυτό παράγει την βέλτιστη πυκνότητα ανάπτυξης για υψηλή απόδοση και καλή ποιότητα. Οι υπόλοιποι κλαδεύονται.

Αποστάσεις Φύτευσης

Ο υπολογισμός για το ποια απόσταση, σειρών αλλά και φύτευσης, θα δώσει την βέλτιστη οικονομική απόδοση είναι αρκετά περίπλοκος, όπως προαναφέρθηκε, αφού είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός του κόστους που σχετίζονται με το αριθμό των φυτών και σχοινιών (όπως κόστη φύτευσης, σχοινιών, περιτύλιξης και συγκομιδής) και αυτών που σχετίζονται με την επιφάνεια του αγρού (ενοικίαση γης, συρματοποιίας, υλικά οργανικής λίπανσης και ψεκασμού).

Όλες οι ποικιλίες παρήγαγαν την υψηλότερη απόδοση ανά φυτό με ευρύτερες αποστάσεις αλλά η απόδοση ανά μονάδα επιφανείας ήταν μεγαλύτερη με τις κοντινότερες αποστάσεις (Neve, 1991).

Αυξημένη πυκνότητα μπορεί να επιτευχθεί προσθέτοντας περισσότερα φυτά σε μια δεδομένη απόσταση. Αυτό μπορεί να σημαίνει φύτευση των λυκίσκων με απόσταση 0,6 m ο ένας από τον άλλον ή λιγότερο εντός των σειρών ή μερικές φορές ακόμα και η φύτευση επιπλέον φυτών στους διαδρόμους που προκύπτουν ανάμεσα από τις σειρές. Η επιλογή της αύξησης της πυκνότητας με φύτευση περισσότερων λυκίσκων σε μια δεδομένη επιφάνεια χώρου θα πρέπει να γίνει με πολύ προσοχή. Αν θα λειτουργήσει ή όχι εξαρτάται από την ποικιλία λυκίσκου. Κάποιες ποικιλίες έχουν πολύ επιμήκη πλευρική ανάπτυξη και αν φυτευτούν σε πολύ κοντινή απόσταση μαζί, θα μπλεχτούν πολύ εύκολα (Eyck & Gehring, 2015). Το μήκος της πλευρικής ανάπτυξης που φέρει κώνους διαφέρει ανά ποικιλία και αυτό, εν μέρει, προσδιορίζει τη κατάλληλη απόσταση μεταξύ φυτών και κληματοειδών βλαστών (Dodds, 2017). Επίσης εάν οι φυτεύσεις των λυκίσκων είναι πολύ πυκνές οι λυκίσκοι πιθανόν να μην έχουν τόση έκθεση σε ηλιακό φως, από συνδυασμένη έλλειψη έκθεσης ηλιακού φωτός και κυκλοφορίας αέρα, τα επίπεδα υγρασίας μπορεί να αυξηθούν, δημιουργώντας ένα υγρό περιβάλλον ευνοϊκό για την διάδοση ασθενειών (Eyck & Gehring, 2015).

Η απόσταση μεταξύ των σειρών και μεμονωμένα των φυτών του λυκίσκου προσδιορίζεται από τον συνδυασμό του μεγέθους του φυτού, το πλευρικό μήκος ανάπτυξης και την ευαισθησία σε ασθένειες. Εάν φυτευτούν πολύ κοντά η πλευρική ανάπτυξη του λυκίσκου θα ανακατευτεί με τα γειτονικά φυτά λυκίσκου και σχοινιά, με αποτέλεσμα ένα μπλεγμένο δέσιμο κατά την ώρα της συγκομιδής. Η πολύ κοντινή απόσταση επίσης δημιουργεί υψηλότερα επίπεδα υγρασίας και λιγότερη κίνηση αέρα στη χαμηλή φυλλωσιά, δημιουργώντας ένα περιβάλλον που ο περονόσπορος και οι μυκητιάσεις ευδοκιμούν. Δίνοντας μεγάλη απόσταση μεταξύ των λυκίσκων δημιουργεί άλλα αρνητικά. Μειώνει εκθετικά την απόδοση ανά στρέμμα, αυξάνει τα προβλήματα με τα ζιζάνια και δημιουργεί θερμές συνθήκες στην χαμηλή φυλλωσιά και στο έδαφος. Θερμές και ξηρές συνθήκες σε αυτή την ζώνη θα αυξήσουν τα προβλήματα με ακάρεα, με έντομα και περιορίζει την ανάπτυξη του βαθέως ριζικού συστήματος και μυκοριζών από τις

οποίες οι λυκίσκοι εξαρτώνται για την απότομη ανάπτυξη τους. Οι καλλιέργειες λυκίσκου με υπερβολική απόσταση μεταξύ των φυτών συχνά βιώνουν θερινή καταπόνηση, κιτρινισμό, ημιτελή ανάπτυξη από την υπερθέρμανση και δεν φτάνουν το ύψος του συρματόσχοινου ή δεν αναπτύσσουν κώνους κατάλληλα (Kempe, 2013).

Μεγάλες καλλιέργειες τείνουν να χρησιμοποιούν πιο πλατιά απόσταση μεταξύ των φυτών (περίπου ένα 2,1m), επιτρέποντας να δουλεύει ο ελκυστήρας σε δύο κατευθύνσεις στον αγρό. Μικρότερος εξοπλισμός, όμως, επιτρέπει πιο στενή και αποτελεσματική απόσταση των φυτών χωρίς να θυσιάζονται ο αερισμός και το μέγεθος του φυτού. Σε περίπτωση που καλλιεργούνται έστω και δυο ή και περισσότερες διαφορετικές ποικιλίες σε ένα αγρό, είναι απαραίτητη η επαρκής απόσταση μεταξύ τους (Kneen, 2022).

Ο αριθμός των σχοινιών περιτύλιξης που χρησιμοποιούνται για κάθε στέμμα και το μήκος της πλευρικής ανάπτυξης κάθε ποικιλίας ορίζει την βέλτιστη απόσταση φύτευσης κατά μήκος της σειράς. Δεν υπάρχει αυστηρός κανόνας για το προσδιορισμό της απόστασης φύτευσης εντός της σειράς, η καλλιεργητική εμπειρία του τόπου θα παίξει σημαντικό ρόλο σε αυτήν την απόφαση. Η απόσταση φύτευσης σε συστήματα υποστύλωσης σχήματος «V» στις κύριες χώρες παραγωγής λυκίσκου κυμαίνεται από 0,8 έως 1,5m. Ο στόχος είναι η ανάπτυξη μιας κομοστέγης η οποία μεγιστοποιεί τον χώρο που είναι διαθέσιμος και επιτρέπει κάποια διείσδυση φωτός γύρω από τους κληματοειδείς βλαστούς είναι ο στόχος (Dodds, 2017).

Σύμφωνα με τους Eyck και Gehring (2015), οι λυκίσκοι φυτεύονται με απόσταση 1 m ο ένας από τον άλλον. Οι ποικιλίες Cascade και Centennial έχουν μικρότερη πλευρική ανάπτυξη έτσι φυτεύονται κανονικά με απόσταση εντός της σειράς 0,9 m (Kempe, 2013). Στην καλλιέργεια της Mythodea Hellas Hops η απόσταση φύτευσης είναι 0,8 m, η αποκοπή των βλαστών κατά την συγκομιδή γίνεται χειρωνακτικά.

Στην Κίνα επειδή η συγκομιδή του λυκίσκου γίνεται τυπικά με το χέρι (Neve, 1991) πιο κοντινές αποστάσεις φύτευσης είναι πιθανές και συνεπώς μεγαλύτερες αποδόσεις ανά στρέμμα αποκτούνται. Ακολουθεί ο Πίνακας 8, όπου παρουσιάζεται η τυπική απόσταση φύτευσης κατά μήκος σειράς, ανά χώρα, περιοχή και σύστημα υποστύλωσης.

Πίνακας 8. Τυπική απόσταση φύτευσης κατά μήκος σειράς, ανά χώρα, περιοχή και σύστημα υποστύλωσης (Dodds, 2017).

Χώρα	Περιοχή	Κυρίαρχο σύστημα υποστύλωσης	Τυπική απόσταση φύτευσης κατά μήκος σειράς (m)
Γερμανία	Hallertau	Σύστημα Υποστύλωσης τύπου «V»	1,3 - 1,7
Η.Π.Α	Washington State	Σύστημα Υποστύλωσης τύπου «V»	0,9
Δημοκρατία της Τσεχίας	Saaz, Trschitz and Auscha	Σύστημα Υποστύλωσης τύπου «V»	1,0
Ηνωμένο Βασίλειο	West Midlands and south-east	Χαμηλό δύο διαστάσεων Σύστημα Υποστύλωσης	0,6 - 0,9
Νέα Ζηλανδία	Nelson	Σύστημα Υποστύλωσης Τύπου «V»	1,2

Συρματόσχοινο

Το συρματόσχοινο χρειάζεται για να αγκιστρωθούν οι εξωτερικοί στύλοι στο έδαφος και επίσης να απλωθεί μεταξύ των κορυφών των εσωτερικών στύλων, για να διαμορφώσουν το υπερυψωμένο σύστημα υποστύλωσης το οποίο θα υποστηρίξει την κατακόρυφη ανάπτυξη των λυκίσκων (Eyck & Gehring, 2015). Τα συρματόσχοινα τα οποία διασφαλίζουν την υποστύλωση σε όλες τις κατευθύνσεις συνδέονται με τους στύλους (Morton, 2013).



Εικόνα 31. Το συρματόσχοινο χρησιμοποιείται για να αγκιστρώνει τους ακραίους στύλους στο έδαφος. Επίσης διατρέχει κατά μήκος στις κορυφές των στύλων, διαμορφώνοντας το υψωμένο σύστημα υποστύλωσης που θα στηρίζει τους λυκίσκους (Eyck & Gehring, 2015).

Ένα συρματόσχοινο υψηλής αντοχής θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ώστε να υποστηριχθεί ολόκληρο το βάρος των ώριμων φυτών του λυκίσκου. Τυπικά γαλβάνιζε συρματόσχοινο αεροσκαφών διαμέτρου 6,3 mm (1/4"), συνδέεται στους κεκλιμένους ακραίους στύλους γύρω από την περίμετρο. Χρησιμοποιείστε κατ' ελάχιστον 7,9 mm (5/16") γαλβάνιζε συρματόσχοινο αεροσκαφών για την σύνδεση των στύλων γραμμής (Cochran & Takle, 2016). Γενικά

συνίσταται η χρήση συρματόσχοινου αεροσκαφών στις καλλιέργειες λυκίσκου (Eyck & Gehring, 2015).

Τα κύρια συρματόσχοινα χρειάζονται δύναμη. Συστήνεται 9,5 mm (3/8") ή 7,9 mm (5/16") συρματόσχοινο αεροσκαφών που είναι ευλύγιστο, εύκολο στη χρήση και έχει βρεθεί ότι είναι πολύ ανθεκτικό (Morton, 2013).

Θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα πιο βαριάς κατασκευής συρματόσχοινο για την στήριξη των ακραίων στύλων το οποίο αγκιστρώνει του ακραίους στύλους στο έδαφος σε σύγκριση με το συρματόσχοινο που θα χρησιμοποιηθεί για την διαμόρφωση του συστήματος υποστύλωσης και διατρέχει από τις κορυφές των στύλων στο έδαφος (Eyck & Gehring, 2015).

Ο χάλυβας είναι το προτιμότερο μέταλλο για την υποστήριξη (συρματόσχοινο) του συστήματος υποστύλωσης για καλλιέργεια λυκίσκου και ανάλογα τις συνθήκες μπορεί να επιλεγεί γαλβανιζέ ή ανοξείδωτος. Ο γαλβανιζέ χάλυβας είναι επενδυμένος με ψευδάργυρο για να προστατεύει από την διάβρωση και είναι εγκεκριμένος από τον F.D.A για να χρησιμοποιείται σε επαφή με τρόφιμα, εκτός από όξινα φρούτα όπως εσπεριδοειδή, τα οποία διαβρώνουν την επένδυση του ψευδάργυρου.

Παράγοντες προς εκτίμηση πριν την αγορά, είναι το βάρος του ίδιου συρματόσχοινου, το όριο φορτίου λειτουργίας, η δύναμη θραύσης, η ελαστικότητα και η αντίσταση στην καταπόνηση. Η δύναμη του συρματόσχοινου που θα χρειαστεί εξαρτάται από το μήκος των σειρών και τον αριθμό των φυτών σε κάθε σειρά (Eyck & Gehring, 2015).

Τα κοινά συρματόσχοινα συστημάτων υποστύλωσης σε εμπορικές καλλιέργειες λυκίσκου είναι συρματόσχοινα γαλβανιζέ χάλυβα με πλέξη 1x7 (μία δεσμίδα με 7 σύρματα) ή 7x19 (7 δεσμίδες με 19 σύρματα σε κάθε δεσμίδα) (Arnett & Sonco, 2018). Η αντοχή ενός γαλβανιζέ χαλύβδινου συρματόσχοινου εξαρτάται από το βαθμό, την διάμετρο και τον τύπο πλέξης του (Agehara et al., 2020). Τα συρματόσχοινα διατίθενται σε διαφορετικές διαμέτρους.

Για την εύρεση της αντοχής συρματόσχοινου που χρειάζεται, θα πρέπει να είναι γνωστό πόσο θα είναι το μήκος της γραμμής και πόσα φυτά θα έχει κάθε σειρά, συνυπολογίζοντας το βάρος του καθενός από αυτά τα φυτά κατά την ωρίμανση τους και μαζί και με το βάρος του ίδιου συρματόσχοινου. Κάθε τύπος και διάμετρος συρματόσχοινου έχει διαφορετική δύναμη θραύσης, η οποία υποδεικνύει το βάρος το οποίο μπορεί να ανεχθεί πριν σπάσει (Eyck & Gehring, 2015).

Υπάρχουν διαφορετικές βαθμίδες γαλβανιζέ συρματόσχοινου ακραίας στήριξης και πλέξης 1x7. Θα πρέπει με σιγουριά να επιλεγθεί «Υπερύψηλης Αντοχής» συρματόσχοινο το οποίο κρατάει περισσότερο. Υπάρχουν διαθέσιμα πιο οικονομικά συρματόσχοινα και συνήθως είναι ενός τύπου, τα οποία συγκρατούν λιγότερο βάρος. Χρειάζεται προσοχή στην επιλογή του συρματόσχοινου.

Η επιλογή της σωστής διαμέτρου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες:

- Απόσταση της σειράς
- Αριθμός φυτών ανά σειρά
- Βάρος φυτού πλήρους ανάπτυξης (Κατά μέσο όρο είναι 16 kg, χρησιμοποιείται 20 kg για το υπολογισμό της βροχής και του αέρα)

Συστήνεται η χρήση του συρματόσχοινο 1 x 7 πλέξης το οποίο έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε καλλιέργειες λυκίσκου σχήματος «V». Πολλοί χρησιμοποιούν συρματόσχοινο 7 x 19 πλέξης το οποίο δεν συστήνεται. Επειδή τα συρματόσχοινα τρίβονται, μετά από 5 - 7 έτη τα μικροσκοπικά σύρματα στο συρματόσχοινο 7 x 19 πλέξης αρχίζουν να σπάνε και μπορεί να προκαλέσουν ολική αποτυχία (Schmidthops, 2022a).

Ειδικότερα για χαλύβδινο σύστημα υποστύλωσης, λόγω της εκτεταμένης απόστασης μεταξύ των στύλων σειράς του, προϋποθέτει ένα συρματόσχοινο, 9,5 mm διαμέτρου και σχεδιασμού 1 x 7 πλέξης και προ διαμορφωμένοι συνδετήρες ή εντατήρες συρματόσχοινο. Αυτό το αποκλειστικό σύστημα συρματόσχοινο επιτρέπει ½ λιγότερους στύλους να εγκατασταθούν συγκριτικά με το ξύλινο σύστημα υποστύλωσης, με αποτέλεσμα εξοικονόμηση εργατοωρών και μία αύξηση στον αριθμό των φυτών τα οποία μπορεί να φυτευτούν στις θέσεις των στύλων (Arnett & Sonco, 2018).

Τα συρματόσχοινα της υποστύλωσης είναι δεμένα στο έδαφος με χρήση διάφορων εξαρτημάτων σφικτήρων και αγκίστρων. Η μέθοδος που συνηθίζεται για να αγκιστρώνονται τα συρματόσχοινα στο έδαφος, θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τις παραμέτρους της τοποθεσίας, στη δομή του εδάφους και σε ατομική επινόηση (κατασκευή). Είναι σημαντικό ότι τα άγκιστρα εδάφους είναι στερεωμένα με ασφάλεια, αφού θα πρέπει να υποστηρίξουν το βάρος ολόκληρου του συστήματος υποστύλωσης, των ώριμων βλαστών του λυκίσκου και να διατηρούν την μονάδα ακέραιη σε θυελλώδεις συνθήκες (Morton, 2013).

Λοιπά εξαρτήματα

➤ *Εξαρτήματα συρματοποιίας*

Στα εξαρτήματα της καλλιέργειας λυκίσκου περιλαμβάνονται όλα τα μεταλλικά εξαρτήματα που συνδέουν το συρματόσχοινο με τους στύλους και διατηρούν το σύστημα τεταμένο. Θα πρέπει να υπολογιστούν οι ανάγκες βασιζόμενες στο αναμενόμενο βάρος που θα δεχθούν τα εξαρτήματα. Το κόστος των εξαρτημάτων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν εξαρτάται και από το μέγεθος και από το υλικό του εξοπλισμού. Προφανώς όσο δυνατότερος ο εξοπλισμός, τόσο περισσότερο το κόστος (Eyck & Gehring, 2015).

Πέρα από το συρματόσχοινο χρειάζεται η προμήθεια των παρακάτω:

- Κόφτες Συρματόσχοινου
- Συνδετήρες Συρματόσχοινου
- Άγκιστρα Εδάφους
- Εντατήρες
- Εργαλείο Εντατήρων
- Κοχλίες και/ή Συνδετήρες ανάλογα το μήκος της γραμμής
- Σχοινιά - Νήματα

Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος και ίσως και τα πιο καθοριστικά από τα εξαρτήματα είναι τα άγκιστρα εδάφους, τα οποία διασφαλίζουν ότι η αντηρίδα (ακραίο συρματόσχοινο) υποστηρίζει το τελικό στύλο στο έδαφος. Διάφοροι τύποι αγκίστρων εδάφους είναι διαθέσιμοι στο εμπόριο (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 32. Το άγκιστρο εδάφους είναι ένα επιμηκυμένο μέταλλο, σχήματος βίδας, το οποίο τρυπάει το έδαφος, αγκιστρώνοντας το συρματόσχοινο στήριξης των ακραίων στύλων (Eyck & Gehring, 2015) (Schmidthops, 2022b).

Η ικανότητα συγκράτησης βασίζεται στη σωστή εγκατάσταση των αγκίστρων σε κανονικά εδάφη. Η ικανότητα συγκράτησης εξαρτάται από τις συνθήκες του εδάφους και την πυκνότητα του. Ιδιαίτερη προσοχή στην εγκατάσταση θα πρέπει να δοθεί σε βραχώδη εδάφη. Για την επιτυχία της βέλτιστης ικανότητας συγκράτησης, βιδωτά άγκιστρα θα πρέπει να βιδωθούν βαθιά στο έδαφος μέχρι το μάτι του αγκίστρου. Αφού εισαχθεί μια μεταλλική ράβδος μέσα στο μάτι του αγκίστρου, βιδώνεται το άγκιστρο εντός εδάφους ή χρησιμοποιείται δράπανο (Schmidthops, 2022b).

Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες επιλογές για συστήματα αγκίστρωσης για αγρούς λυκίσκου με ξύλινα συστήματα υποστύλωσης. Όλα, από σιδερόβερρες και ταμπέλες έως ελικοειδή διάτρητα άγκιστρα. Όλα τα άγκιστρα θα πρέπει να εγκατασταθούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Για κάθε στύλο στο τέλος της σειράς, όπως επίσης και για κάθε πλευρικό στύλο στην περίμετρο του αγρού θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα άγκιστρο. Σε αυτούς τους ακραίους στύλους και στους περιμετρικούς στύλους θα πρέπει να γίνει εγκοπή βάθους περίπου 1,27 cm (1/2'') και 15 cm (6'') από την κορυφή του στύλου κατά προσέγγιση, για να προλαμβάνεται το γλίστρημα του συρματόσχοινου (Εικόνα 33) (Arnett & Sonco, 2018).



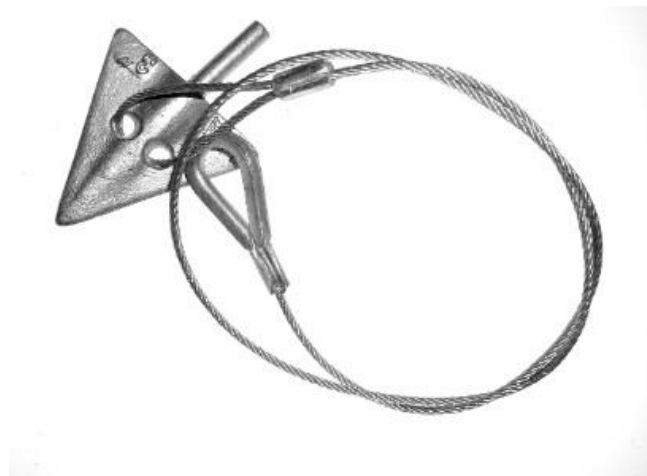
Εικόνα 33. Εγκοπή ξύλινου στύλου για την αποφυγή γλίστρήματος του συρματόσχοινου (Arnett & Sonco, 2018).

Το χαλύβδινο σύστημα υποστήλωσης χρησιμοποιεί δύο άγκιστρα για κάθε στύλο στην άκρη της κάθε σειράς. Αυτό ίσως δείχνει ότι χρειάζονται περισσότερα άγκιστρα συγκριτικά με το ξύλινο σύστημα υποστήλωσης αλλά στο χαλύβδινο σύστημα υποστήλωσης οι περιμετρικοί στύλοι δεν αγκιστρώνονται. Ουσιαστικά, ο αριθμός των αγκιστρών που απαιτούνται μπορεί να μειωθεί.



Εικόνα 34. Σύνδεση άγκιστρων εδάφους με την κορυφή του στύλου σχήματος «Τ» στην κορυφή του σε χαλύβδινο σύστημα υποστήλωσης (Arnett & Sonco, 2018).

Συστήνεται η χρήση 25,4 cm (10") άγκιστρων σχήματος μαστουνιού (σχήμα φτυαριού) (Εικόνα 35).



Εικόνα 35. Άγκιστρο σχήματος μαστουνιού (Arnett & Sonco, 2018).

Το άγκιστρο σε σχήμα μαστουνιού εγκαθίστανται κάθετα στο έδαφος προσεγγιστικά σε απόσταση 4,6 - 5,2 m (15 - 17 πόδια) από το ακραίο στύλο. Αυτό θα πρέπει να δημιουργηθεί μια γωνία 45° από την κορυφή του ακραίου στύλου ως κάτω στο άγκιστρο (Arnett & Sonco, 2018).

➤ *Εντατήρας*

Ο εντατήρας είναι ένα εξάρτημα το οποίο συνδέει την βάση του ακραίου συρματόσχοινου με το άγκιστρο εδάφους. Είναι φτιαγμένος από ένα μακρύ σχήματος «U» μεταλλικό κομμάτι, το οποίο αγκιστρώνει διαμέσου μιας τρύπας στην κορυφή του άγκιστρου εδάφους και είναι

εφαρμοστό με μια κυλινδρική συσκευή από την οποία περνάει μέσα το συρματόσχοινο αυτό λειτουργεί σαν κινέζικη φάκα (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 36. Ο εντατήρας του ακραίου συρματόσχοινου συνδέει το ακραίο συρματόσχοινο με το άγκιστρο εδάφους (Eyck & Gehring, 2015).

Για την σύσφιξη της σύνδεσης του άγκιστρου εδάφους με το ακραίο συρματόσχοινο μια επιλογή είναι η χρήση μια συσκευής εντατήρα η οποία δεν επιτρέπει στο συρματόσχοινο να κάνει πισωγύρισμα. Το συρματόσχοινο μπορεί να σφιχτεί οποιαδήποτε ώρα με συνεχή έλξη μέσω ενός εντατήρα (Εικόνα 37).



Εικόνα 37. Συσκευή εντατήρα η οποία δεν επιτρέπει στο συρματόσχοινο να κάνει πισωγύρισμα (Arnett & Sonco, 2018).

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί κοχλιωτός εντατήρας (Εικόνα 38), ο οποίος δίνει την δυνατότητα τεντώματος του συρματόσχοινου μετά την εγκατάσταση. Επιπλέον του κοχλιωτού εντατήρα, ένα προδιαμορφωμένο κομμάτι συρματόσχοινου, ένας σύνδεσμος ροδάτζας και περίβλημα σύσφιξης προϋποτίθενται επίσης (Arnett & Sonco, 2018).



Εικόνα 38. Κοχλιωτός εντατήρας (Arnett & Sonco, 2018).

➤ *Γάντζοι*

Ενώ το άγκιστρο εδάφους συνδέεται με το ακραίο συρματόσχοινο στο έδαφος, ο γάντζος είναι το εξάρτημα το οποίο συνδέει το ακραίο συρματόσχοινο με τη κορυφή του εξωτερικού (ακραίου) στύλου.

Είναι ένας γάντζος σχήματος «T» με λαβίδες στη πίσω μέρος του, οι οποίες χώνονται στο στύλο (Εικόνα 39). Είναι προσαρμοσμένος στη πλευρά του στύλου βλέποντας το άγκιστρο εδάφους (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 39. Ο γάντζος συνδέει τον εντατήρα από το άγκιστρο εδάφους στην κορυφή του ακραίου στύλου (Eyck & Gehring, 2015).

Για το χαλύβδινο σύστημα υποστήλωσης, το ακραίο συρματόσχοινο που εκτείνεται από το άγκιστρο εδάφους ως την κορυφή του ακραίου στύλου, θα πρέπει να συνδεθεί στην κορυφή του ακραίου στύλου περίπου 30 cm (12") με 45 cm (18") από τα άκρα του κομματιού σχήματος «Τ», σε κάθε πλευρά. Το συρματόσχοινο που διατρέχει το μήκος της σειράς μπορεί να έπειτα να συνδεθεί πιο κοντά στο άκρο του κομματιού σχήματος «Τ» (έξω από τη σύνδεση του ακραίου συρματόσχοινου).

Το συρματόσχοινο για τις σειρές κρεμίζεται από το σταυρωτό μέρος (ή «Τ») που είναι εγκατεστημένο σε ύψος 5,4 m (18') (πάνω από το έδαφος) των στύλων στο χαλύβδινο σύστημα υποστήλωσης. Αυτό το «Τ» διαμορφώνεται εγκαθιστώντας ένα τετραγωνικό, 5 cm (2"), γαλβανιζέ κομμάτι το οποίο είναι σε μήκος 1,8 m (6'), μέσω μιας τρύπας τετραγωνικού σχήματος λείζερ κοπής, κοντά στην κορυφή, 10 cm (4"), του τετραγωνικού στύλου. Ένα συρματόσχοινο περνάει από κάθε άκρη του «Τ» σε ολόκληρο το μήκος της σειράς μέσω βιδών σχήματος «U» σε όλους τους ενδιαμέσους στύλους σειράς (Εικόνα 34).

Σε ένα σύστημα υποστήλωσης χαλύβδινων στύλων δεν υπάρχουν διασταυρούμενα συρματόσχοινα (Arnett & Sonco, 2018).

➤ Βίδες και Παξιμάδια

Μια επιμήκης, μεγάλου πάχους βίδα περνά μέσα στην κορυφή κάθε στύλου. Το εξάρτημα (γάντζος) που υποστηρίζει το συρματόσχοινο είναι δεμένος στο άκρο της βίδας με παξιμάδι (Eyck & Gehring, 2015)



Εικόνα 40. Βίδες που ασφαλίζουν με παξιμάδια, συνδέουν τα εξαρτήματα του συρματόσχοινου με την κορυφή των στύλων (Eyck & Gehring, 2015).

➤ *Αδιέξοδα*

Τα αδιέξοδα είναι επιμήκη, παραμορφωμένα μεταλλικά κομμάτια σχήματος «U» (Εικόνα 41). Τα αδιέξοδα χρησιμοποιούνται για να γαντζώνουν το συρματόσχοινο στο εξάρτημα που είναι στην κορυφή κάθε στύλου. Το συρματόσχοινο μετά είναι ασφαλές μέσω του στριψίματος των δύο παραμορφωμένων λαβίδων του αδιεξόδου, γύρω από το τέλος του συρματόσχοινου (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 41. Τα αδιέξοδα ασφαλίζουν το συρματόσχοινο και συνδέεται στα εξαρτήματα πάνω στο στύλο (Eyck & Gehring, 2015).

➤ *Παξιμάδια Δακτυλήθρας Οφθαλμών και Πλάκες*

Το παξιμάδι δακτυλήθρας οφθαλμού δένεται στην βίδα στην κορυφή του ακραίου στύλου στην αντίθετη πλευρά από το άγκιστρο εδάφους. Μια πλάκα τοποθετείται μεταξύ του παξιμαδιού δακτυλήθρας οφθαλμού και του ίδιου του στύλου. Το συρματόσχοινο το οποίο διατρέχει όλο το μήκος του αγρού είναι συνδεδεμένο στο παξιμάδι δακτυλήθρας οφθαλμού χρησιμοποιώντας ένα αδιέξοδο, όπως με το ακραίο συρματόσχοινο και τον ακραίο γάντζο (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 42. Το παξιμάδι δακτυλήθρας οφθαλμού και η πλάκα συνδέει το συρματόσχοινο στην μεριά του ακραίου στύλου που βλέπει προς την μεριά του αγρού (Eyck & Gehring, 2015).

➤ *Δύο Βιδών Σφικτήρας και Συνδετήρες Συρματόσχοινου*

Το συρματόσχοινο απλώνεται κατά μήκος της καλλιέργειας είναι συνδεδεμένο στην κορυφή κάθε στύλου με συνδετήρα συρματόσχοινου. Σε κάθε πέμπτο στύλο το συρματόσχοινο ασφαλίζεται με σφικτήρα δύο βιδών, ο οποίος είναι ουσιαστικά ένα ορθογώνιο μεταλλικό κομμάτι διαιρούμενο στη μέση κατά μήκος (Εικόνα 43). Το συρματόσχοινο εισέρχεται ανάμεσα στα δύο μισά. Αυτά ύστερα είναι ασφαλισμένα στην κορυφή του στύλου με παξιμάδια και βίδες (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 43. Ο Σφικτήρας Δύο Βιδών και οι συνδετήρες ασφαλίζουν το συρματόσχοινο στην κορυφή των στύλων στο αγρό λυκίσκου (Eyck & Gehring, 2015).

➤ *Σχοινιά*

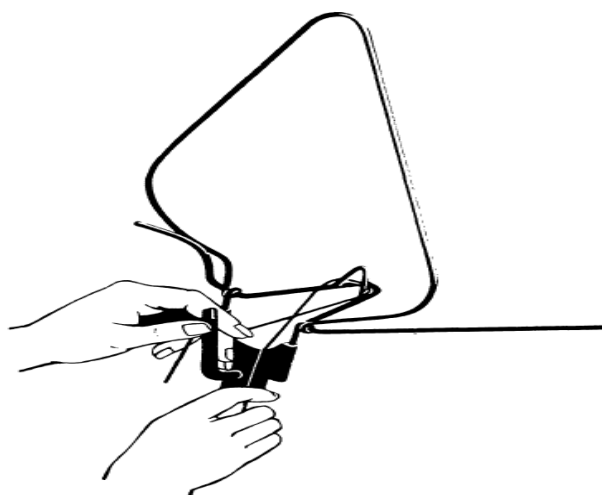
Τα κλασσικά σχοινιά για λυκίσκους είναι φτιαγμένα από ίνες κοκοφοίνικα. Είναι μεγάλης αντοχής, τεντώνονται όταν έχουν υγρασία αλλά σφίγγονται ξανά όταν ξηραθούν. Εάν κομποστοποιηθούν, θα αποσυντεθούν μέσα σε ένα χρόνο, παρόλο που μερικές φορές παίρνει περισσότερο χρόνο για πλήρη αποσύνθεση. Το νήμα από ίνες κοκοφοίνικα είναι ένα τέλειο υλικό αναρρίχησης για τους βλαστούς του λυκίσκου.

Έχει χρησιμοποιηθεί και σχοινί από ακατέργαστο σιζάλ από τους Left Fields με καλά αποτελέσματα (Kneen, 2022).

Θα μπορούσε το υλικό κατασκευής των σχοινιών να είναι κάποιο συνθετικό πλαστικό, το οποίο είναι και πολύ οικονομικό.

Τα σχοινιά από ίνες κοκοφοίνικα είναι τεταμένα σε σχήμα «V» από το συρματόσχοινο κορυφής και αγκιστρώνονται σε κάθε φυτό στο έδαφος (Morton, 2013).

Τα σχοινιά είτε προσδένονται στο συρματόσχοινο κορυφής χειροκίνητα με ένα ανυψωτήρα είτε με χρήση του «κούκου» (Εικόνα 44) που τοποθετείται στο άκρο ενός κονταριού.



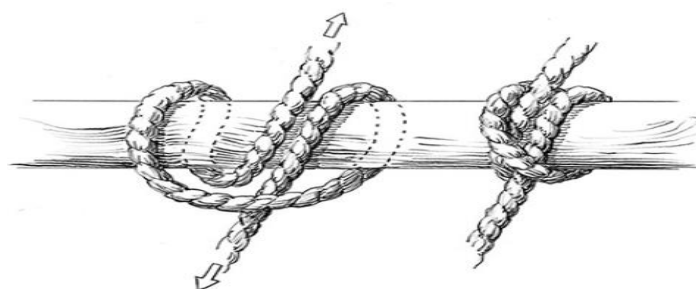
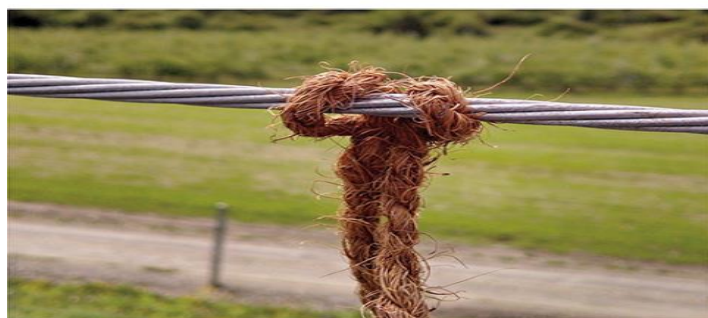
Εικόνα 44. Ο «Κούκος» χρησιμοποιείται για την σύνδεση των περιτυλιγμένων σχοινιών στο συρματόσχοινο κορυφής, στην Γερμανία (Neve, 1991).



Εικόνα 45. Δέσιμο σχοινιών στα συρματόσχοινα (Roguefarmsblog, 2015).

Η τοποθέτηση των σχοινιών είναι μια ετήσια εργασία η οποία περιλαμβάνει το δέσιμο σχοινιών στα συρματόσχοινα και το κρέμασμα τους ώστε να κατεβαίνουν σε κάθε στέμμα λυκίσκου (φυτό) στο έδαφος. Αυτό μπορεί να γίνει με έναν ανυψωτήρα που χρησιμοποιείται και κατά την περίοδο της συγκομιδής.

Το σχοινί από ίνες κοκοφοίνικα δένεται στο συρματόσχοινο υποστύλωσης με ένα ναυτικό κόμπο. Προτού δεθεί το σχοινί θα πρέπει να αφηθεί το σχοινί σε νερό για είκοσι τέσσερις ώρες. Αυτό το κάνει πιο εύπλαστο και όπως ξηραίνεται θα συρρικνωθεί, σφίγγοντας το κόμπο που το κρατάει στο συρματόσχοινο υποστύλωσης (Eyck & Gehring, 2015).

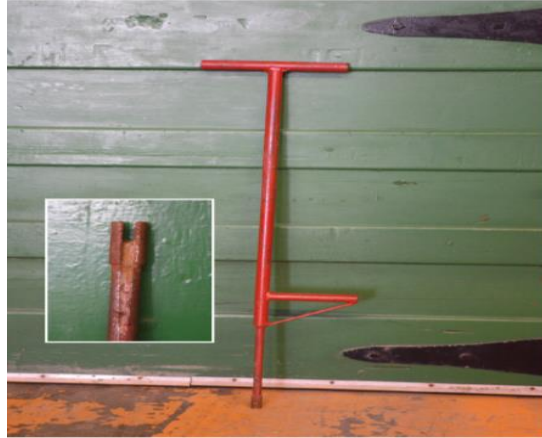


Εικόνα 46. Ένας ολοκληρωμένος ναυτικός κόμπος και πως δένεται (Eyck & Gehring, 2015).

Αφού δεθεί ο κόμπος, ρίχνεται το υπόλοιπο σχοινί στο έδαφος. Μετά ενσωματώνεται εντός του εδάφους προσκείμενα στο στέμμα του λυκίσκου αφού αγκιστρώνεται με ένα μικρό μεταλλικό εργαλείο που αποκαλείται συνδετήρας «W» (Εικόνα 47). Ο συνδετήρας «W» εισέρχεται στο έδαφος χρησιμοποιώντας ένα εργαλείο που αποκαλείται εφαρμογέας συνδετήρα «W», το οποίο έχει διχλωτό άκρο. Ο συνδετήρας «W» εισέρχεται 15,2 cm εντός εδάφους εφαρμόζοντας δύναμη με το πόδι στον εφαρμογέα (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 47. Ο συνδετήρας «W» είναι ένα εργαλείο το οποίο αγκιστρώνει το άκρο του σχοινιού εντός του εδάφους (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 48. Εφαρμογέας συνδετήρα «W» (Eyck & Gehring, 2015).

Ο συνδετήρας «W» συγκρατώντας το άκρο του σχοιγιού, εισέρχεται στο έδαφος χρησιμοποιώντας τον εφαρμογέα του συνδετήρα «W» (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 49. Ενσωμάτωση του συνδετήρα «W» που συγκρατεί το σχοινί προσκείμενα στο φυτό του λυκίσκου (Eyck & Gehring, 2015).

Διατάξεις Συστημάτων Υποστύλωσης

Το πιο κοινό επαγγελματικό σύστημα υποστύλωσης που χρησιμοποιείται για την παραγωγή λυκίσκου παγκόσμια είναι το σύστημα υποστύλωσης σχήματος «V». Το χαμηλό σύστημα υποστύλωσης και άλλα συστήματα έχουν δοκιμαστεί, αλλά δεν έχουν υιοθετηθεί ευρέως διότι οι αποδόσεις ανά στρέμμα ή εκτάριο είναι χαμηλότερες. Τα συστήματα υποστύλωσης και τα συστήματα ανάπτυξης διαφέρουν στο ύψος κορυφής, στις αποστάσεις γραμμής, στις αποστάσεις φύτευσης, στο αριθμό σχοινίων και στις αποστάσεις των κληματοειδών βλαστών

του λυκίσκου συμφωνά με την τοποθεσία, την ποικιλία και την μέθοδο συγκομιδής που πρόκειται να εφαρμοστεί.

Το ίδιο το βάρος του συστήματος υποστύλωσης και την κομοστέγης, ειδικά υπό συνθήκες καταιγίδας και ανέμου θα πρέπει να υποστηριχθεί, για αυτό το λόγο το σύστημα υποστύλωσης αποτελείται από πολλά εξαρτήματα και μέρη που του αποδίδουν την κατάλληλη μηχανική αντοχή (Dodds, 2017).

Στις επαγγελματικές καλλιέργειες, το συνηθισμένο σύστημα υποστύλωσης είναι το τύπου «V», λόγω της υψηλότερης αποδοτικότητας του. Παρόλο που έχει χρησιμοποιηθεί και χαμηλό σύστημα υποστύλωσης τύπου «V» σε επαγγελματικές καλλιέργειες, οι αποδόσεις του ήταν μειωμένες συγκριτικά με το συμβατικό υψηλό.

Επίσης σε επαγγελματικές καλλιέργειες έχουν χρησιμοποιηθεί και το ευθύγραμμο σύστημα υποστύλωσης και το σύστημα υποστύλωσης με ευθύγραμμο σχεδιασμό με εντός γραμμής σχήμα τύπου «V», αλλά όπως και στο χαμηλό σύστημα υποστύλωσης οι αποδόσεις ανά στρέμμα είναι χαμηλότερες. Προφανώς τα προαναφερθέντα συστήματα υποστύλωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε μια ερασιτεχνική ή πιλοτική καλλιέργεια. Οι άλλες ερασιτεχνικές διατάξεις που αναφέρονται παρακάτω είναι πιο απλές και λιγότερο κοστοβόρες από τα προαναφερθέντα συστήματα υποστύλωσης.

Χαμηλό Σύστημα Υποστύλωσης

Για να μειωθεί το κόστος, ένα αριθμός καλλιεργητών πειραματίζονται με σχεδιασμό χαμηλού συστήματος υποστύλωσης. Ένα χαμηλό σύστημα υποστύλωσης έχει ουσιαστικά το μισό ύψος από το υψηλό σύστημα υποστύλωσης. Η ίδια ποσότητα συρματοποιίας χρειάζεται, αλλά οι στύλοι είναι εμφανώς μικρότεροι και συνεπώς και πιο φθηνοί. Το μειωμένο κόστος επένδυσης κάνει πιο εύκολο για τον επαγγελματία καλλιεργητή, να στήσει μια καλλιέργεια λυκίσκου προκειμένου να αναπτύξει μια νέα ποικιλία όταν το απαιτεί η αγορά. Σε γενικές γραμμές όμως, η αγορά απαιτεί σε υπερβολικό βαθμό λυκίσκους με υψηλά α - οξέα, οι οποίοι είναι μεγάλου μεγέθους και γρήγορης ανάπτυξης φυτά, τα οποία δεν αποδίδουν καλά σε χαμηλό σύστημα υποστύλωσης. Μερικές παραδοσιακές ποικιλίες με υψηλά α - οξέα όπως Centennial και Galena μπορούν να αναπτυχθούν σε χαμηλό σύστημα υποστύλωσης, αλλά χρειάζεται τεχνάσματα από το μέρος του καλλιεργητή (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 50. Χαμηλό σύστημα υποστύλωσης (Morton, 2013).

Ερασιτεχνικές Διατάξεις

Υπάρχουν τέσσερις βασικές ερασιτεχνικές διατάξεις συστημάτων υποστύλωσης για τη ανάπτυξη λυκίσκων.

➤ Κοντάρι Σημαίας

Ο πιο βασικός σχεδιασμός και η πιο γρήγορη μέθοδος κατασκευής. Το σύστημα υποστύλωσης κοντάρι σημαίας, απλά αποτελείται από ένα κύριο στύλο με τρεις γραμμές να προεκτείνονται από αυτόν (Pinerivergroup, 2021).

Μια διάταξη υποστύλωσης κονταριού σημαίας ενσωματώνει ένα υπάρχον διαθέσιμο στύλο σημαίας. Οι στύλοι σημαίας είναι συνήθως από 4,6 έως 7,6 m, σε ύψος και συχνά διαθέτουν ένα εγκατεστημένο σύστημα τροχαλίας. Αυτό το σύστημα είναι χρήσιμο για υψωθεί η σειρά κατά την άνοιξη και να κατέβει κατά την περίοδο της συγκομιδής, περιορίζοντας την ανάγκη για σκάλα. Οι σειρές ξεκινούν όπως ένα αντίσκηνο με τρεις ή περισσότερες σειρές να διατρέχουν από το κεντρικό στύλο σημαίας. Το πλεονέκτημα αυτής της διάταξης υποστύλωσης είναι η ευκολία της συγκομιδής. Το μειονέκτημα είναι ότι οι κληματοειδείς βλαστοί ίσως συνωστίζονται μεταξύ τους στην κορυφή του στύλου, μειώνοντας της ποσότητα του ηλιακού φωτός το οποίο μπορούν να απορροφήσουν, με αποτέλεσμα μια μειωμένη απόδοση (Grant, 2020).

Η διάταξη κοντάρι σημαίας δουλεύει καλά για πολλά φυτά λυκίσκων, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε θέματα κόμπων στην κορυφή εάν καλλιεργούνται ποικιλίες που αναπτύσσουν κώνους ψηλά (Pinerivergroup, 2021).



Εικόνα 51. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστήλωσης λυκίσκου «κοντάρι σημαίας» (Pinterest, 2022a).

➤ *Αντίσκηνο*

Παρόμοιο με το κοντάρι σημαίας, αλλά μεγαλύτερου μεγέθους και αντοχής. Αυτός ο σχεδιασμός περιέχει ένα δομικό σκελετό με στύλους, ένα αντίσκηνο, όπου αναπτύσσονται οι βλαστοί λυκίσκου εξωτερικά από αυτόν, όπως θα γινόταν και με το κοντάρι σημαίας. Αυτός ο σχεδιασμός είναι σχετικά μεγάλος, αλλά καλός για να κρατά χαμηλά, πολύ πυκνές ποικιλίες για περιοχές που ισχυροί άνεμοι μπορούν να σπρώξουν τους κορυφαίους βαριούς λυκίσκους (Pinerivergroup, 2021).



Εικόνα 52. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστήλωσης λυκίσκου «αντίσκηνο» (Pinterest, 2022b).

➤ Γραμμή Απλώματος Ρούχων

Ένας πολύ χρήσιμος και αποτελεσματικός σχεδιασμός. Όπως και το όνομα αναφέρει, το σύστημα υποστήριξης γραμμή απλώματος ρούχων είναι κατασκευασμένο παρόμοια όπως θα κατασκευαζόταν μια απλώστρα ρούχων (Pinerivergroup, 2021). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια υπάρχουσα απλώστρα ρούχων ή μπορεί να φτιαχτεί μία, από 4 x 4 στύλους, μεγέθους 5 x 10 cm, ξύλινους, χαλύβδινους ή σωλήνες χαλκού ή σωλήνες PVC. Ιδανικά χρησιμοποιείται ένα βαρύτερο υλικό για τον κεντρικό στύλο και ένα ελαφρύτερο υλικό για την κορυφαία υποστήριξη. Ο κύριος δοκός μπορεί να είναι οποιουδήποτε μήκους, όποιο λειτουργεί για το καθένα και οι υποστηρικτικές σειρές έχουν το πλεονέκτημα να είναι επιμηκυμένες (Grant, 2020). Ο υποστηρικτικός στύλος θα έχει σχήμα «Τ», επιτρέποντας σχεδόν 3 γραμμές να επεκτείνονται από κάθε πλευρά. Αυτό επιτρέπει μέγιστη παραγωγή και απουσία προβλημάτων μπλεξίματος των βλαστών στην κορυφή, πράγμα που μπορεί να συμβεί στο σχεδιασμό κοντάρι σημαίας (Pinerivergroup, 2021).



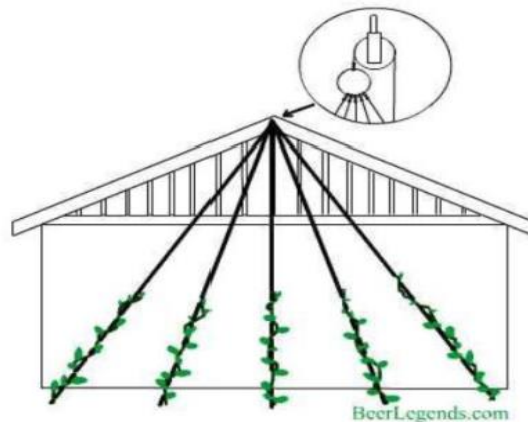
Εικόνα 53. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστήριξης λυκίσκου «γραμμή απλώματος ρούχων» (Pinterest, 2022c).

➤ Οικιακό Γείσο

Η ίδια ιδέα όπως το κοντάρι σημαίας, αλλά οι σειρές φτάνουν ως την κορυφή ενός σπιτιού ή ενός άλλου κτιρίου. Είναι χρήσιμο για ιδιοκτησίες όπου η ανάπτυξη των λυκίσκων δεν είναι το κύριο στόχος, αλλά αντίθετα κάτι επιπλέον το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί γύρω από κτίρια και έτσι να μην χρησιμοποιείται χώρος από τον κήπο (Pinerivergroup, 2021)

Μια διάταξη υποστήριξης γείσου οικίας, χρησιμοποιεί τα υπάρχοντα γείσα του σπιτιού σαν κύρια υποστήριξη ως σύστημα υποστήριξης. Όπως η διάταξη κονταριού σημαίας, οι σειρές διατάσσονται και αναδύονται όπως ένα αντίσκηνο. Επίσης, όπως και στο σύστημα κοντάρι σημαίας, η υποστήριξη γείσου σπιτιού χρησιμοποιεί μια πρόσδεση, τροχαλία και σπάγκους ή

σύρματα. Ο σπάγκος θα επιτρέψει να κατέβουν οι κληματοειδείς βλαστοί για συγκομιδή. Βαριοί σπάγκοι, συρματόσχοινο ή συρματόσχοινο αεροσκαφών είναι όλα κατάλληλα για υποστήριξη των κληματοειδών βλαστών. Εάν είναι σοβαρή η ενασχόληση, θα ήταν καλύτερη η επένδυση σε υψηλότερης τάξης αντοχής υλικά τα οποία θα αντέξουν για χρόνια (Grant, 2020).



Εικόνα 54. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστήριξης λυκίσκου «οικιακό γείσο» (Pinterest, 2022d).

➤ *Υποστήριξη πέργκολας*

Αυτή η διάταξη χρησιμοποιεί 4 x 4 στύλους. Οι λυκίσκοι φυτεύονται στην βάση των κολώνων και έπειτα αφού αναπτυχθούν κάθετα ως την κορυφή, περιτυλίγονται για να αναπτυχθούν οριζόντια κατά μήκος των συρματόσχοινων τα οποία είναι συνδεδεμένα στο κτίριο (σπίτι) ή σε άλλη δομή. Τα συρματόσχοινα είναι συνδεδεμένα με κοχλίες οφθαλμών ή ξυλόβιδες ή λοξές βίδες για κατασκευές από τούβλα ή σοβά. Αυτή η διάταξη απαιτεί λίγο περισσότερη εργασία αλλά είναι καλαίσθητη και ανθεκτική (Grant, 2020).



Εικόνα 55. Διάταξη ερασιτεχνικής υποστύλωσης λυκίσκου «πέργκολα» (Pinterest, 2022e).

Οι σχεδιασμοί κοντάρι σημαίας, αντίσκηνο και γραμμή απλώματος ρούχων ταιριάζουν καλύτερα για ερασιτεχνικές καλλιέργειες όπου η μέγιστη ανάπτυξη είναι ο στόχος. Η διάταξη οικιακό γείσο είναι ιδανική για οικιστικές τοποθεσίες όπου ο καλλιεργητής απλά διατηρεί κάποια φυτά λυκίσκου για προσωπική χρήση (Pinerivergroup, 2021).

Επαγγελματικές Διατάξεις

➤ Σχεδιασμός Απλός Ευθύγραμμος

Το ευθύγραμμο σύστημα υποστύλωσης διαθέτει μόνο ένα συρματόσχοινο ανά σειρά (Agehara et al., 2020).

Ένας κληματοειδής βλαστός διατηρείται, αναπτύσσεται, περιτυλίγεται σε ένα σχοινί από κάθε φυτό του λυκίσκου και έτσι διαμορφώνεται αυτή η διάταξη συστήματος υποστύλωσης. Αποτελεί το πιο απλό σύστημα υποστύλωσης λυκίσκου που χρησιμοποιείται σε επαγγελματικές, ερασιτεχνικές καλλιέργειες ή σαν έκθεμα.



Εικόνα 56. Επαγγελματικός απλός ευθύγραμμος σχεδιασμός συστήματος υποστύλωσης (Pinterest, 2022f).

Χαρακτηριστικά:

- Απόσταση Στύλων: 11 m (35')
- Απόσταση Φύτευσης: 1,05 m (3' 6")
- Πλάτος Σειράς: 3 - 3,7 m (10' - 12') (Διαφέρει ανάλογα τον εξοπλισμό)
- 2 στρέμματα (1/2 acre) ή λιγότερο
- Επαγγελματική και ερασιτεχνική απασχόληση/ έκθεμα (Schmidt, 2021).



Εικόνα 57. Επαγγελματικός ευθύγραμμος σχεδιασμός συστήματος υποστύλωσης (Schmidt, 2021).

➤ Ευθύγραμμος Σχεδιασμός με εντός γραμμής σχήμα τύπου «V»

Το ευθύγραμμο σύστημα υποστύλωσης με εντός γραμμής σχήμα τύπου «V» διαθέτει μόνο ένα συρματόσχοινο ανά σειρά όπως και το ευθύγραμμο απλό.

Δύο κληματοειδείς βλαστοί διατηρούνται, αναπτύσσονται, περιτυλίγονται σε δύο σχοινιά από κάθε φυτό του λυκίσκου και έτσι διαμορφώνεται αυτή η διάταξη συστήματος υποστύλωσης. Αποτελεί απλό σύστημα υποστύλωσης λυκίσκου που χρησιμοποιείται σε επαγγελματικές, ερασιτεχνικές καλλιέργειες ή σαν έκθεμα.

Χαρακτηριστικά:

- Απόσταση Στύλων: 11 m (35')
- Απόσταση Φύτευσης: 1,8 - 2,1 m (6 - 7')
- Πλάτος Σειράς: 3 - 3,7 m (10'-12') (Διαφέρει ανάλογα τον εξοπλισμό)
- 2 στρέμματα (1/2 acre) ή λιγότερο
- Επαγγελματική και ερασιτεχνική απασχόληση/ έκθεμα (Schmidt, 2021).



Εικόνα 58. Ευθύγραμμος σχεδιασμός με εντός γραμμής σχήμα τύπου «V» (Schmidt, 2021).

➤ Υψηλής Πυκνότητας Σχεδιασμός τύπου «V»

Στις εμπορικές καλλιέργειες χρησιμοποιούν μια διάταξη παρόμοια με τις συμβατικές διατάξεις, αλλά οι κληματοειδείς βλαστοί είναι περιτυλιγμένοι σε ένα σχήμα «V» κατά μήκος των σειρών. Αυτό επιτρέπει την μέγιστη διείσδυση τους φωτός στα φύλλα και επίσης χαμηλώνει ολόκληρη την κατασκευή κατά κάποιο τρόπο για πιο εύκολη πρόσβαση (Lee, 2015).

Το σύστημα υποστύλωσης σχήματος «V» διαθέτει τρία ή δύο συρματόσχοινα ανά σειρά: το μεσαίο συρματόσχοινο (αν υπάρχει) χρησιμοποιείται για να κρεμιούνται οι λαμπτήρες τύπου LED και τα άλλα δύο χρησιμοποιούνται για την εγκατάσταση των σχοινιών. Το σύστημα υποστύλωσης σχήματος «V» έχει επίσης σταυρωτά συρματόσχοινα (Agehara et al., 2020). Αυτά τα συρματόσχοινα επιτρέπουν στο καλλιεργητή να περιτυλίξει δύο βλαστούς λυκίσκου από ένα φυτό, διπλασιάζοντας την παραγωγή κάθε στέμματος (φυτού). Τα σχοινιά διατρέχουν από αυτά τα συρματόσχοινα σχηματίζοντας γωνία και αγκιστρώνονται στο έδαφος δημιουργώντας το σχήμα «V». Ο καλλιεργητής έπειτα περιτυλίγει τους δύο (ή και περισσότερους) βλαστούς, έναν από κάθε φυτό του λυκίσκου και καθένας αναρριχάται σε ένα σχοινί σχηματίζοντας το «V» (Eyck & Gehring, 2015).

Παρόλο που το σύστημα υποστύλωσης σχήματος «V» απαιτεί υψηλότερο κόστος υλικών συγκριτικά με το ευθύγραμμο σύστημα, ο σχεδιασμός «V» κάνει μέγιστη χρήση του χώρου ανάπτυξης (Εικόνα 59).

Χαρακτηριστικά:

- Απόσταση Στύλων: (Πλέγμα)
- Απόσταση φύτευσης: 1,05 m (3' 6")
- Πλάτος Σειράς: 3,6 - 4,2 m (12' - 14') (Διαφέρει ανάλογα τον εξοπλισμό)
- 2 στρέμματα (1/2 acre) και περισσότερο.
- Επαγγελματική/Εμπορική (Schmidt, 2021).

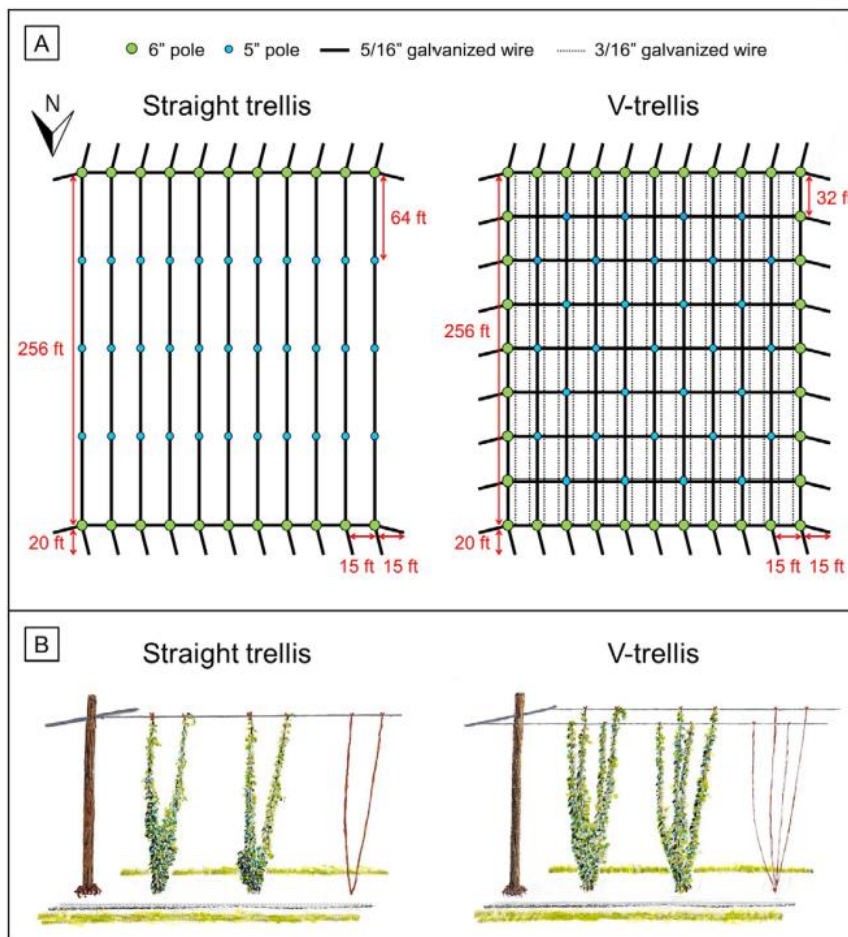


Εικόνα 59. Υψηλής πυκνότητας επαγγελματικός σχεδιασμός τύπου «V» (Schmidt, 2021).



Εικόνα 60. Λυκίσκοι λίγο πριν την συγκομιδή, ανεπτυγμένοι σε σύστημα υποστύλωσης υψηλής πυκνότητας τύπου «V» (Dodds, 2017).

Η Εικόνα 61 απεικονίζει τους δυο σχεδιασμούς συστήματος υποστύλωσης που εγκαταστάθηκαν στην καλλιέργεια λυκίσκου της GCREC: ευθύγραμμο σύστημα υποστύλωσης και σύστημα υποστύλωσης σχήματος «V» (Agehara et al., 2020).



Εικόνα 61. Ευθύγραμμος σχεδιασμός και σχεδιασμός τύπου «V» που χρησιμοποιήθηκαν στην καλλιέργεια λυκίσκου GCREC: A) κατόψεις συστημάτων υποστύλωσης, και B) διαγράμματα συστημάτων υποστύλωσης (Agehara et al., 2020).

2.2.4.3 Άρδευση

Γενικά

Η άρδευση αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα επιτυχίας μιας εμπορικής και όχι μόνο, καλλιέργειας λυκίσκου, διότι από αυτήν εξαρτάται η παραγωγικότητα και η επιβίωση του φυτού. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε αυτήν την παράμετρο. Θα πρέπει εκπονηθεί μελέτη, σχεδιασμός, κατάλληλη εγκατάσταση, παρακολούθηση της άρδευσης και αν χρειάζονται οι απαραίτητες παρεμβάσεις να λάβουν χώρα.

Στις περισσότερες περιοχές καλλιέργειας λυκίσκου σε όλο τον κόσμο η άρδευση είναι απαραίτητη προκειμένου τα φυτά να αναπτυχθούν καλά και να είναι παραγωγικά.

Σε περιοχές με περιορισμένη ή χαμηλή ετήσια βροχόπτωση, οι ανοιξιάτικες/ θερινές αρδεύσεις είναι απαραίτητες για τη διατήρηση επαρκούς υγρασία εδάφους (Dodds, 2017).

Όταν οι ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας είναι μεγαλύτερες από το διαθέσιμο νερό, δεν είναι ικανό το φυτό του λυκίσκου να εκτελέσει τις ζωτικές λειτουργίες και η ανάπτυξη του αναστέλλεται. Έτσι το φυτό καταπονείται με πιθανές συνέπειες, χαμηλότερες αποδόσεις ακόμα και θάνατο του φυτού (Jackson, 2019).

Σε ξηρές καιρικές συνθήκες και κατά την διάρκεια της παραγωγής των κόνων, οι νέοι βλαστοί λυκίσκου θα πρέπει να αρδεύονται καθημερινά (Fisher & Fisher, 1998). Ο συνδυασμός ελεγχόμενης παροχής νερού και ο ζεστός καιρός με ηλιοφάνεια παρέχει κάποιες από τις καλύτερες συνθήκες για παραγωγή λυκίσκου. Σε πιο ξηρές περιοχές του κόσμου, η άρδευση είναι απαραίτητη για την παραγωγή λυκίσκου, όχι μόνο λόγω των χαμηλών βροχοπτώσεων αλλά επίσης διότι υπό θερμές και ξηρές συνθήκες οι λυκίσκοι, παρουσιάζουν υψηλότερες απαιτήσεις σε νερό.

Σύμφωνα με τους Nakawuka et al (2017), η απόδοση των λυκίσκων αυξήθηκε με την αύξηση του επιπέδου άρδευσης. Η μείωση της απόδοσης είχε ως αποτέλεσμα σπουδαιότερη απώλεια κέρδους συγκριτικά με τη οικονομία στο συνολικό κόστος παραγωγής που οφείλεται στο περιορισμό του νερού άρδευσης.

Οι λυκίσκοι μπορούν να καλλιεργηθούν και αναπτυχθούν χωρίς να αρδεύονται, αλλά οι αποδόσεις τους δεν παρουσιάζουν καλά οικονομικά στοιχεία.

Στην ανατολική Ευρώπη, το νερό που απαιτείται κατά την διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης για την απόκτηση υψηλών αποδόσεων, παρέχεται κανονικά από την φυσική βροχόπτωση (Neve, 1991).

Στις περισσότερες περιοχές των Η.Π.Α, η άρδευση γενικώς χρειάζεται για να ικανοποιηθούν απαιτήσεις σε νερό των φυτών του λυκίσκου (Sirtine et al., 2010).

Το κλίμα της Ελλάδας είναι μεσογειακό, σε πολλές περιοχές είναι ξηρό-μεσογειακό και το επίπεδο βροχοπτώσεων είναι χαμηλό συγκριτικά με περιοχές που καλλιεργείται παραδοσιακά ο λυκίσκος.

Ωστόσο λόγω του ιδιαίτερου ανάγλυφου και της ποικιλομορφίας του, υπάρχουν περιοχές που ενδείκνυται περισσότερο η καλλιέργεια του λυκίσκου, π.χ. δυτικά της οροσειράς της Πίνδου, Ιωάννινα και Άρτα όπου είχε γίνει και το πρώτο εγχείρημα εμπορικής καλλιέργειας του φυτού από της ζυθοποιία Φιξ (Καββαδάς, 2015). Ωστόσο αυτό δεν αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για άλλες περιοχές ως προς την παράμετρο αυτή, λόγω της δυνατότητας τεχνητής άρδευσης π.χ. Πελοπόννησος Mythodea Hellas Hops.

Το σημαντικότερο θέμα είναι η διανομή του νερού στους λυκίσκους (Kneen, 2022). Η συχνότητα ποτίσματος και η διάρκεια εξαρτάται από παράγοντες όπως η διάταξη του συστήματος, το είδος του εδάφους και οι εποχιακές συνθήκες. Θα πρέπει να παρακολουθείται το επίπεδο υγρασίας του εδάφους σε βάθος 60 cm το ελάχιστο και η καλλιέργεια να αρδεύεται όπως προϋποτίθεται από το στάδιο της βλάστησης μέχρι την συγκομιδή (Dodds, 2017). Όπως και για τα περισσότερα φυτά, οι ανάγκες σε νερό είναι υψηλότερες πρώιμα στην περίοδο ανάπτυξης (άνοιξη). Αφού οι κώνοι του λυκίσκου δημιουργηθούν, η άρδευση μπορεί σταδιακά να μειωθεί, μέχρι την συγκομιδή (Kneen, 2013).

Ο λυκίσκος είναι φυτό με βαθύ ριζικό σύστημα, όμως, ο κύριος όγκος του ριζικού συστήματος τροφοδοσίας βρίσκεται στο άνω μέρος του εδάφους κορυφής. Για βέλτιστη απόδοση και ποιότητα κώνου, αυτό το ριζικό σύστημα τροφοδοσίας χρειάζεται να διατηρείται σε ένα επίπεδο υγρασίας (όχι κορεσμού) κατά την διάρκεια των καθοριστικών περιόδων ανάπτυξης (Dodds, 2017). Οι λυκίσκοι μπορούν να αποκτούν νερό από μεγάλα βάθη λόγω του βαθέως ριζικού συστήματος τους, αλλά τα περισσότερα από τα θρεπτικά του εδάφους βρίσκονται στην άνω στρώση όπου η άρδευση τα καθιστά πιο διαθέσιμα (Neve, 1991).

Η επιπλέον άρδευση είναι επίσης πολύτιμη ως μέσο παροχής υγρασίας στις βιολογικά πιο δραστικές επιφανειακές στρώσεις του εδάφους. Σε αυτό το επίπεδο, το τριχοειδές ριζικό σύστημα είναι ενεργό, συνεπώς η ποσότητα των διαθέσιμων θρεπτικών για πρόσληψη, κατά την διάρκεια διαφορετικών αναπτυξιακών φάσεων του φυτού του λυκίσκου, ελέγχουν την ανάπτυξη του φυτού και προσδιορίζουν την απόλυτη απόδοση των λυκίσκων (Rybáček, 1991). Η διατήρηση κατάλληλου επιπέδου υγρασίας στην άνω στρώση του εδάφους δεν λειτουργεί μόνο για τις ανάγκες του φυτού σε νερό αλλά και για την προσβασιμότητα στα απαραίτητα θρεπτικά που βρίσκονται σε αυτήν την άνω στρώση του εδάφους.

Η υπερβολική άρδευση, κατ' επέκταση υπερβολική υγρασία, μπορεί να είναι προβληματική. Η υπερβολική άρδευση, οι εκτεταμένες βροχοπτώσεις και η φτωχή αποστράγγιση μπορεί να επιφέρουν έκπλυση των θρεπτικών του εδάφους καθώς και επιβάρυνση των υπόγειων υδάτων

από την έκπλυση θρεπτικών (λιπασμάτων), χημικών, φυτοφαρμάκων κ.α. Επίσης σε περιπτώσεις πλημμύρας, λόγω δημιουργίας ανοξικών συνθηκών, τα φυτά οδηγούνται σε νέκρωση.

Επίσης δεν θα πρέπει στην ζώνη του ριζικού συστήματος να επικρατούν παρατεταμένες συνθήκες υδατικού κορεσμού και έλλειψης οξυγόνου διότι προωθείται η αποσύνθεση των ριζών και μυκητιάσεις. Ο σκοπός της άρδευσης είναι η εξίσωση των απαιτήσεων σε νερό του φυτού και της διαθέσιμης υγρασίας έτσι ώστε το φυτό να μην καταπονείται και τα θρεπτικά του έδαφος παραμένουν στην ζώνη των ριζών (Jackson, 2019).

Σε βαριά, πλημμυρισμένα εδάφη, στα οποία το ενδεχόμενο πολλών ασθενειών είναι αυξημένο, η ευδοκίμηση του φυτού είναι αδύνατη (Sirrinc et al., 2010). Ο μαρασμός από περονόσπορο και από βερτισίλλιο επιδεινώνεται από περίσσεια υπομένουτος νερού στα φυτά, είτε από λιμνάζων νερό ή από συνεχή υγρασία στους μίσχους και στα φύλλα (Kneen, 2022).

Οι απαιτήσεις σε νερό των λυκίσκων, από το δεύτερο έτος, είναι 60,5 l (16 gal) ανά φυτό, ανά εβδομάδα, κατά την διάρκεια των θερμότερων περιόδων του καλοκαιριού (Sirrinc et al., 2010). Όπως τα περισσότερα πολυετή φυτά, το νερό του λυκίσκου θα πρέπει να αλλάζει καθώς προχωρά η ηλικία τους. Λόγω του πιο ευαίσθητου ριζικού συστήματος τους, τα νεαρά φυτά χρειάζονται συχνή βαθιά άρδευση για την διασφάλιση της υγείας τους (Kneen, 2022).

Ανεξάρτητα από την επιλογή του συστήματος άρδευσης των λυκίσκων η εγκατάσταση και ο έλεγχος λειτουργίας του θα πρέπει να γίνει πριν την φύτευση των λυκίσκων.

Υπολογισμός Απαιτήσεων Άρδευσης Λυκίσκου

Ο Evans (2003) ανέφερε ότι οι περισσότερες ποικιλίες λυκίσκου που καλλιεργούνται στην πολιτεία της Ουάσιγκτον απαιτούν 610 - 711 mm (24 - 28 ίντσες) νερού ανά καλλιεργητική περίοδο (Jackson, 2019).

Σε ξηρές και θερμές περιόδους, θα πρέπει να συμπληρώνεται το νερό των βροχοπτώσεων με νερό άρδευσης, δύο φορές την εβδομάδα, προκειμένου η συνολική ποσότητα του νερού να φτάνει ως και 25 - 35 mm (Elford, 2011).

Στοχεύοντας να χρησιμοποιούνται 50 mm (2 ίντσες) νερού άρδευσης συνολικά ανά εβδομάδα ως σημείο αναφοράς, είναι δυνατόν, αυτό να αποτελέσει αρχή υπολογισμού των απαιτήσεων του αρδευτικού συστήματος καλλιέργειας λυκίσκου. Ωστόσο, η συνολική ποσότητα άρδευσης θα πρέπει να προγραμματίζεται με βάση τις τιμές υγρασίας του εδάφους προκειμένου να αποφευχθεί η καταπόνηση του φυτού (Jackson, 2019).

Παράγοντες Επιρροής Άρδευσης

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την ποσότητα και την συχνότητα της συμπληρωματικής άρδευσης που απαιτείται, περιλαμβανομένου του κλίματος (βροχόπτωσης, θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας κ.α.), των χαρακτηριστικών του εδάφους (τύπος εδάφους, κλίση, βάθος, ικανότητα συγκράτησης νερού, κ.α.) και τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε φυτού (περιλαμβανομένου του σταδίου ανάπτυξης και τη βιομάζα του φυτού).

Εναλλακτικές πηγές νερού θα πρέπει να εξεταστούν, όπως αποθηκευτικές δεξαμενές ή άλλοι τρόποι για να αυξηθεί η ικανότητα συγκράτησης του νερού λειτουργίας (Jackson, 2019).

Κλιματικοί παράγοντες

Διάφοροι κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν τις απαιτήσεις της χρήσης νερού της καλλιέργειας, αλλά οι πιο σημαντικοί είναι η ποσότητα, η συχνότητα και η ώρα της βροχόπτωσης.

Οι θερινές βροχοπτώσεις μπορεί να είναι έντονες και να ξεπερνούν την ικανότητα συγκράτησης ύδατος του εδάφους και έτσι η περίσσεια νερού να εκπλένεται ή να χάνεται σαν απορροή.

Επιπρόσθετες κλιματικές συνθήκες, περιλαμβανομένου της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, του ανέμου, επηρεάζουν τις απαιτήσεις σε νερό του φυτού, αφού όλες επηρεάζουν το ρυθμό διαπνοής.

Τα ίδια κλιματικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν επίσης τις απώλειες υγρασίας από το έδαφος από εξάτμιση, η οποία, αθροιστικά με το ρυθμό διαπνοής, αποτελούν το ρυθμό εξατμισοδιαπνοής (Jackson, 2019).

Χαρακτηριστικά εδάφους

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους παίζουν σημαντικό ρόλο στις απαιτήσεις άρδευσης της καλλιέργειας, μέσω της επιρροής τους στις ικανότητες συγκράτησης θρεπτικών και ύδατος.

Ο κυρίαρχος παράγοντας που επηρεάζει την ικανότητα συγκράτησης νερού είναι η δομή του εδάφους, η οποία προσδιορίζεται από την σύσταση των σωματιδίων εντός του εδάφους που είναι λιγότερο από 2 mm σε μέγεθος. Σε αυτά τα σωματίδια περιλαμβάνεται η άμμος (μέγεθος > 0,05 mm), η ιλύς (μέγεθος: 0,05 - 0,002 mm) και ο άργιλος (μέγεθος < 0,002 mm). Οι λόγοι αυτών των σωματιδίων χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό του εδάφους, με βάση τα κυρίαρχα σωματίδια (Εικόνα 62).

Το μέγεθος των συγκεκριμένων σωματιδίων εντός του εδάφους προσδιορίζει την ποσότητα κενού χώρου ανάμεσα στα σωματίδια, κοινώς το πορώδες. Η δομή του εδάφους επηρεάζει

σημαντικά τον όγκο νερού στο έδαφος που περιέχεται ανά μονάδα όγκου σε υδροχωρητικότητα, το οποίο είναι επίσης γνωστό ως ικανότητα συγκράτησης ύδατος.

Σύμφωνα με το λόγο επιφανείας προς όγκο των σωματιδίων, εδάφη που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε άμμο έχουν χαμηλότερη ικανότητα συγκράτησης ύδατος. Τα αργιλώδη εδάφη έχουν μια πολύ υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης ύδατος διότι τα σωματίδια αργίλου είναι μικρότερα, έτσι το κενό μεταξύ των σωματιδίων είναι μικρότερο και συνεπώς τα μόρια του νερού κρατούνται πιο σφικτά σε αυτά τα μικρά διαστήματα (Jackson, 2019).



Εικόνα 62. Εύρος εδαφών που μπορεί να καλλιεργηθεί ο λυκίσκος (ελαφρά αμμώδη έως αργιλώδη) με βάση το τρίγωνο ταξινόμησης εδαφών (δομημένο βάσει των περιεχόμενων ποσοστών κατά βάρος της άμμου, της ιλύς, και του αργίλου εντός εδάφους (Jackson, 2019).

Ένα άλλο εσωτερικό χαρακτηριστικό που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη όταν εγκαθίσταται η καλλιέργεια λυκίσκου ή το πρόγραμμα άρδευσης, είναι το βάθος του εδάφους. Ρηχά εδάφη είναι εκείνα που περιέχουν πακτωμένες στρώσεις, οι οποίες σταματούν ή επιβραδύνουν την ροή του νερού κοντά στην ζώνη των ριζών. Αυτά τα ρηχά εδάφη έχουν μειωμένη ικανότητα συγκράτησης ύδατος και ξηραίνονται πιο γρήγορα, συνεπώς απαιτούν πιο συχνή άρδευση ώστε να αποφευχθεί η καταπόνηση των φυτών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και θα πρέπει εκτιμηθεί για φυτά με βαθιά ριζικά συστήματα όπως οι λυκίσκοι (Jackson, 2019).

Αρχικά θα πρέπει να εξεταστεί το έδαφος και η τοποθεσία της έκτασης του μελλοντικού αγρού λυκίσκου. Θα πρέπει να αποφεύγονται εδάφη με φτωχή αποστράγγιση όπου τα νερά λιμνάζουν. Μία έκταση με καλή αποστράγγιση η οποία πιθανώς να έχει «υποδεέστερη» ανώτερη στρώση εδάφους, μπορεί να τροποποιηθεί και να δομηθεί με το χρόνο, είναι πολύ ευκολότερο να διορθωθεί.

Παρόλο που η τοποθέτηση σωλήνων ή η πλακόστρωση εντός εδάφους μπορεί να βοηθά στην υπό-επιφανειακή απορροή, οι μεγάλες ρίζες των λυκίσκων πιθανώς να την διαταράξουν.

Πολλοί καλλιεργητές λυκίσκων φυτεύουν τους λυκίσκους τους σε λοφίσκους, ή σκάβουν, όχι σε υπερβολικό βαθμό, το διάστημα ανάμεσα από τις σειρές. Αυτό θα εμποδίσει την κίνηση του

νερού στην υπόλοιπη έκταση σε επαρκές βαθμό και διατηρεί το νερό χωρίς να λιμνάζει στις βάσεις των φυτών. Σταδιακά, το όργανο ανάμεσα από τις σειρές και η ανάπτυξη του στέμματος του λυκίσκου από μόνο του, θα βοηθήσει να δομηθούν τέτοιο λοφίσκοι (Kneen, 2022).

Σε περιοχές με αμμώδη εδάφη και υδροχωρητικότητα εδάφους (μέγιστη ποσότητα νερού που ένα έδαφος μπορεί να συγκρατήσει μέσω τριχοειδών δυνάμεων) χαμηλή, η άρδευση θα πρέπει να λαμβάνει χώρα συχνότερα, με διανομή μικρότερου όγκου νερού την φορά άρδευσης. Σε περιοχές με βαρύτερα, περισσότερο αργιλώδη ή πηλώδη εδάφη, η ικανότητα συγκράτησης ύδατος του εδάφους είναι πολύ υψηλότερη και έτσι μπορούν να δεχτούν μεγαλύτερους όγκους νερού κατά την διαδικασία της άρδευσης. Η καλλιέργεια φυτών λυκίσκου είναι υψηλής αξίας και επωφελείται από την άρδευση, ειδικά κατά την διάρκεια των θερμότερων εβδομάδων της εποχής ανάπτυξης. Οι καλλιεργητές λυκίσκου που αρδεύουν χρειάζεται να λάβουν υπόψη τον τύπο εδάφους της καλλιέργειας, τα διαφορετικά συστήματα άρδευσης, τις διάφορες μεθόδους παρακολούθησης υγρασίας του εδάφους για να εκτιμήσουν εάν υπέρ - αρδεύουν ή υπό - αρδεύουν και μετά να κάνουν βήματα για να διασφαλίσουν την κατάλληλη άρδευση (Jackson, 2019).

Χαρακτηριστικά του φυτού

Ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν τις απαιτήσεις σε νερό είναι ο ρυθμός διαπνοής, δηλαδή η απώλεια του νερού διαμέσου των στομάτων. Όσο το φυτό αναπτύσσεται και η βιομάζα του αυξάνεται ανά περίοδο, έτσι και ο ρυθμός διαπνοής του φυτού και η απαίτηση σε νερό αυξάνεται. Λόγω του κύκλου ανάπτυξης των λυκίσκων και την μεγάλη περιοδική μεταβλητότητα σε βιομάζα, οι απαιτήσεις σε νερό διαφέρουν σημαντικά ανάλογα το στάδιο ανάπτυξης. Προηγούμενες αναφορές εκτιμούν ότι το 75 - 80% του νερού το οποίο απαιτούν οι λυκίσκοι κάθε περίοδο (εποχή), χρειάζεται μεταξύ Ιουλίου και Αυγούστου, όταν τα φυτά είναι στη βιομάζα κορυφής (Jackson, 2019).

Άρδευτικά Συστήματα Παρακολούθηση εδαφικής υγρασίας

Πολλοί τύποι μετρητών υγρασίας εδάφους είναι διαθέσιμοι για να βοηθήσουν τους καλλιεργητές να διατηρήσουν κατάλληλη υγρασία εδάφους. Οι περισσότεροι από αυτούς τους αισθητήρες λειτουργούν χρησιμοποιώντας δυο βασικές λειτουργίες: μετράνε την τάση της εδαφικής υγρασίας ή προσδιορίζουν τον όγκο του νερού μέσω μετάδοσης ηλεκτρικού σήματος. Οι πιο κοινοί μετρητές τάσης εδάφους είναι τα τασίμετρα. Τα τασίμετρα μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτόματο αρδευτικό σύστημα, το οποίο ενεργοποιείται από ένα μαγνητικό διακόπτη όταν ο μετρητής φτάσει ένα προκαθορισμένο σημείο. Τα τασίμετρα μετρούν την

τάση που παράγεται όταν τα εδάφη ξηραίνονται και όχι τον όγκο νερού του εδάφους άμεσα, έτσι αυτοί οι μετρητές πρέπει να βαθμονομηθούν για την συγκεκριμένη καλλιέργεια και το είδος εδάφους.

Πολλοί τύποι αισθητήρων μετρούν τον όγκο υγρασίας του εδάφους. Γενικά, αυτοί οι αισθητήρες λειτουργούν χρησιμοποιώντας έναν ανιχνευτή ή πολλαπλούς ανιχνευτές, εντός του εδάφους, οι οποίοι εκπέμπουν σήμα (συνήθως ηλεκτρικό ρεύμα) και μετράνε την ένταση και τη διάρκεια μεταξύ δυο σημάτων αποκρίσεων, τα οποία είναι ανάλογα με την περιεκτικότητα του νερού στο έδαφος σε μια συγκεκριμένη απόσταση. Αυτοί οι αισθητήρες είναι υψηλής ακριβείας και επειδή μετρούν απευθείας το όγκο του νερού εντός του εδάφους, η άρδευση μπορεί να προγραμματιστεί βασιζόμενη στην ικανότητα συγκράτησης ύδατος, αφού έχει γίνει προσδιορισμός του τύπου εδάφους (Jackson, 2019).

Τύποι Αρδευτικών Συστημάτων

Οι τρεις κυρίαρχες διατάξεις αρδευτικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εκτάσεις καλλιεργούμενων φυτών είναι η εναέρια (ψεκασμός), σε αυλάκια και η σταλακτοφόρος άρδευση (Jackson, 2019). Καθένα από τα συστήματα άρδευσης έχει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του και αναλόγως τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας λυκίσκου, την τοποθεσία καλλιέργειας, το κλίμα, το μέγεθος καλλιέργειας, την επικινδυνότητα προσβολής από ασθένειες, το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης, κ.α. επιλέγεται ένας τύπος ή και συνδυασμός αυτών.

Άρδευση με εκτοξευτήρες

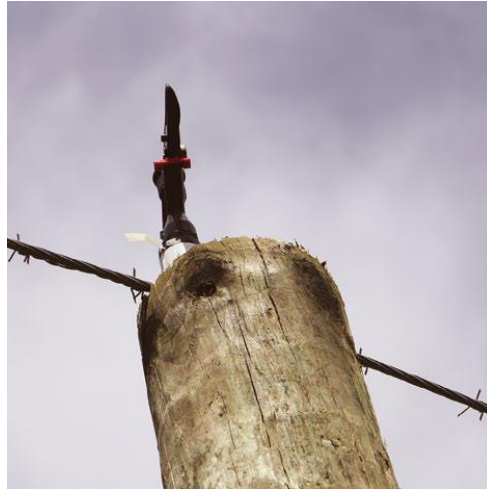
Η άρδευση με εκτοξευτήρες αποτελεί μια από τις πιο συνήθεις μεθόδους άρδευσης. Οι εκτοξευτήρες μπορεί να βρίσκονται επί του εδάφους ή να είναι υπερυψωμένοι και το νερό διανέμεται μέσω των εκτοξευτήρων εναέρια σε κάποια ορισμένη απόσταση.

Με την τοποθέτηση του αρδευτικού συστήματος πάνω από τους καρπούς (κόνους) αποφεύγεται η επικινδυνότητα, ζώα να προκαλέσουν ζημιές στους σωλήνες και στους ψεκαστήρες. Αυτή η προσέγγιση διατηρεί επίσης τη φυτεμένη σειρά απαλλαγμένη από σωλήνες ύδρευσης, απλοποιώντας τις καθημερινές δραστηριότητες διαχείρισης όπως το ανοιξιάτικο κλάδεμα (Dodds, 2017).

Οι μικρό-ψεκαστήρες που είναι τοποθετημένοι στους στύλους υποστύλωσης αρδεύουν ολόκληρη την έκταση των καλλιεργειών λυκίσκου. Η επιρροή του αέρα στο ψεκασμό έχει ένα αρνητικό, την απροσδόκητη διανομή του νερού άρδευσης. Αυξημένη απαίτηση σε νερό και

συνεπώς απαίτηση για ηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνονται στα μειονεκτήματα αυτού του αρδευτικού συστήματος (Ježek, 2009).

Επίσης, οι εκτοξευτήρες δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε περιοχές όπου η ασθένεια περονόσπορος αποτελεί πρόβλημα, διότι η υγρασία στα φύλλα θα βοηθήσει τα αερομεταφερόμενα σπόρια του περονόσπορου να βλαστήσουν (Fisher & Fisher, 1998).



Εικόνα 63. Ψεκαστήρας τοποθετημένος στον στύλο υποστύλωσης (Dodds, 2017).

Σύμφωνα με τον Ježek (2009), το σύστημα άρδευσης (ψεκασμός) λυκίσκου που τοποθετείται στα συρματόσχοινα του συστήματος υποστύλωσης όπως επίσης και ο μικρό-ψεκασμός, επηρεάζουν θετικά την ανάπτυξη των λυκίσκων και το μικροκλίμα εντός του αγρού λυκίσκου. Τα εναέρια συστήματα άρδευσης, όπως ψεκαστήρες ή εκτοξευτήρες, διανέμουν το νερό πάνω από το ύψος των φυτών αφήνοντας τις σταγόνες του νερού να πέφτουν μέσω της κομοστέγης και να συνεχίζουν στην επιφάνεια του εδάφους.

Παρόλο που χρησιμοποιούνται σε πολλές μεγάλες καλλιέργειες, τα εναέρια συστήματα άρδευσης γενικά αποφεύγονται λόγω του ότι έχουν πολύ χαμηλή αποτελεσματικότητα στην χρήση του νερού. Επιπλέον, τα εναέρια συστήματα άρδευσης δεν συστήνονται για καλλιέργεια λυκίσκου λόγω τη αυξημένης επικινδυνότητας ασθενειών που είναι αποτέλεσμα παρατεταμένης υγρασίας των φύλλων (Jackson, 2019).

Η άρδευση με εκτοξευτήρες είναι κατάλληλη για εκτάσεις με έδαφος με λόφους, για απορροφητικά εδάφη και για εδάφη με κλίση.

Η υπερυψωμένη άρδευση αγρών λυκίσκου έχει διάφορες παραλλαγές:

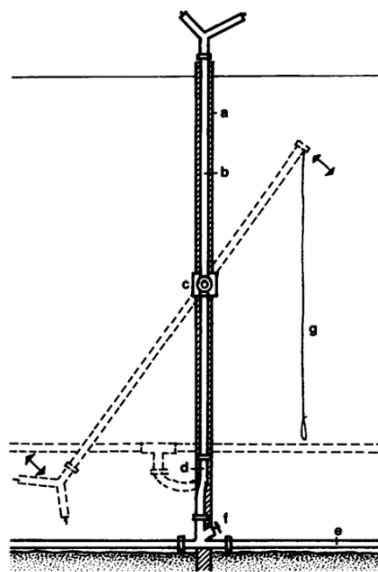
1. Άρδευση από ατομικούς εκτοξευτήρες που είναι τοποθετημένοι πάνω από τη κατασκευή (σύστημα υποστύλωσης). Αυτό είναι ένα σχετικά απλό σύστημα που αποτελείται από μία κινητή γραμμή σωλήνων με μια βαλβίδα απορροών και ένα κάθετο σωλήνα επέκτασης κάτω από κάθε εκτοξευτήρα. Ένας εκτοξευτήρας μακράς απόστασης είναι στερεωμένος από ένα

σύνδεσμο τύπου μπαγιονέτας στην κορυφή αυτού του σωλήνα. Η τοποθέτηση του σωλήνα και το κρέμασμα του πάνω στο συρματόσχοινο γίνεται χειροκίνητα.

2. Γραμμή άρδευσης 100 - ZLCH σχεδιασμένη από την Sigma (Olomouc, Μοραβία) σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Έρευνας Λυκίσκου στο Žatec. Αυτή η γραμμή έχει τρία κύρια μέρη: σταθερό, φορητό και συνδετικό. Το πιο σημαντικό σταθερό μέρος είναι η αλουμινένια γραμμή σωλήνων διανομής, που είναι τοποθετημένη σταθερά στους πυλώνες. Αυτή η γραμμή σωλήνων έχει κρουνοί, ενωμένους από ένα πλαστικό φορητό σωλήνα στους εκτοξευτήρες και στερεώνεται από μια ένωση τύπου μπαγιονέτας στο ανεγερμένο στηρικτικό σωλήνα. Ο εκτοξευτήρας ανυψώνεται στο επίπεδο της κατασκευής μέσω μιας τροχαλίας και ενός συρματόσχοινου.

Ο εκτοξευτήρας μπορεί να ανυψωθεί πάνω από την συρματοποιία με την περιστροφή του κάθετου στηρικτικού σωλήνα ο οποίος είναι στερεωμένος στον πυλώνα. Η περιστροφή του εκτοξευτήρα γύρω από το κεντρικό σημείο διευκολύνει την αντικατάσταση και την επισκευή του.

Αυτός ο σχεδιασμός καταργεί την ανάγκη για φορητές γραμμές σωλήνων, οι οποίες προϋποθέτουν περισσότερη εργασία, αλλά την ίδια ώρα περιλαμβάνει μία αξιοσημείωτη απαίτηση για την διατήρηση ενός σταθερού συστήματος διανομής και της αξιόπιστης λειτουργίας του (Rybáček, 1991).



Εικόνα 64. Διάταξη εκτοξευτήρα για άρδευση καλλιέργειας λυκίσκου: a – σταθερός πυλώνας, b – κάθετος σωλήνας επέκτασης, c – σημείο περιστροφής για ανύψωση και κατέβασμα του εκτοξευτήρα, d – λαστιχένιος σωλήνας, e – σταθερή γραμμή σωλήνων τοποθετημένη επί γης ή στους σταθερούς πυλώνες, f – σωλήνας διακλάδωσης με βαλβίδα, g – συρματόσχοινο για την ανύψωση και κατέβασμα του εκτοξευτήρα, συνεχείς γραμμές - εκτοξευτήρας σε θέση λειτουργίας, διακεκομμένες γραμμές - εκτοξευτήρας σε θέση συντήρησης (Rybáček, 1991).

Εκτοξευτήρες τύπου Zonal

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου άρδευσης είναι η αντικατάσταση ενός σταθερού ή κινητού συστήματος διανομής από έναν πλαστικό σωλήνα μήκους 200 - 300 m και ένα αυτόματο τύμπανο αέρα.

Ο σωλήνας ο οποίος έχει τον εκτοξευτήρα στο άκρο του, ξετυλίγεται από το αυτόματο τύμπανο με την βοήθεια ενός ελκυστήρα, ο οποίος τον μεταφέρει στο πιο απόμακρο σημείο που πρέπει να αρδευτεί. Η άρδευση ξεκινά και ο εκτοξευτήρας έπειτα σιγά τραβιέται πίσω στο τύμπανο. Έτσι μια λωρίδα τού αγρού του λυκίσκου αρδεύεται σε ένα πλάτος έως 27 m και ένα μήκος έως 300 m.

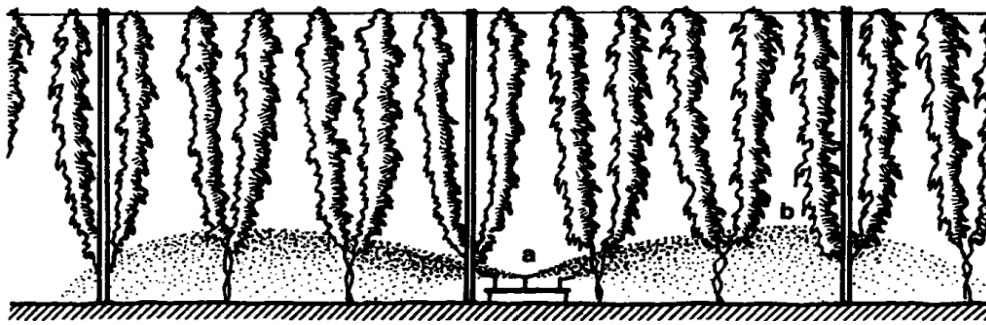
Ο εκτοξευτήρας για την zonal άρδευση θα πρέπει να έχει πολλά ακροφύσια διότι οι πίδακες νερού διεισδύουν τους όρθιους κατακόρυφους βλαστούς σε ένα ύψος 2 - 3 m και θα πρέπει να μην προκαλούν ζημιά στα φυτά.

Το ουσιαστικό πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η υψηλή αποδοτικότητα και η απλότητα του, όπως επίσης και το χαμηλό κόστος του, σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους που χρησιμοποιούνται σωληνώσεις. Αυτός ο εξοπλισμός μπορεί να εκμεταλλευτεί πλήρως μόνο σε αγρούς μεγάλου μεγέθους, διότι η ακτίνα δράσης του μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλήρως.

Ένα από τα μειονεκτήματα του είναι η υπερβολική άρδευση. Η μέση απαίτηση σε άρδευση για αργιλώδη εδάφη είναι 15 mm ανά ώρα, αλλά η άρδευση zonal παρέχει 2 - 6 φορές περισσότερο από αυτό. Παρέχει 29,5 mm ανά ώρα εάν χρησιμοποιούνται περιστροφικοί εκτοξευτήρες και μέχρι και 91,4 mm ανά ώρα, εάν χρησιμοποιούνται πλευρικοί πίδακες.

Αυτό το σπουδαιότερο επίπεδο άρδευσης απαιτεί ένα υψηλότερο ρυθμό απορρόφησης των εδαφών, ιδιαίτερα σε βαριά εδάφη, όπου η μέγιστη βροχόπτωση συνήθως κυμαίνεται από 6 έως 12 mm ανά ώρα.

Σε κάποιες περιπτώσεις οι επιφανειακές απορροές θα αποδώσουν συγκέντρωση του νερού στα χαμηλότερα σημεία του αγρού. Η διανομή της άρδευσης έτσι είναι αδύνατη και έχει αποτέλεσμα βαλτώδεις περιοχές που καθιστούν επερχόμενες καλλιέργειες και την εφαρμογή προστατευτικών ουσιών (μυοκτόνων) δύσκολη. Με μια πιο αυξημένη κλίση του αγρού του λυκίσκου, οι δυσκολίες άρδευσης αυξάνονται. Η άρδευση τύπου zonal είναι περισσότερο αποδοτική μόνο σε σχετικά επίπεδους αγρούς λυκίσκου, στους οποίους το έδαφος κατέχει ένα υψηλό ρυθμό απορρόφησης. Αυτός ο ρυθμός μπορεί να βελτιωθεί εάν το έδαφος χαλαρώσει πριν από την έναρξη της άρδευσης. Ένα εκτοξευτήρας τύπου zonal με ρυθμό διανομή νερού 340 λίτρα ανά ώρα, με το νερό υπό πίεση τάξεως 0,3 MPa και με μια ταχύτητα μετακίνησης του εκτοξευτήρα της τάξεως 35 cm ανά λεπτό, θα παρείχε 30 mm άρδευση για 1,1 ha ανά 24 h λειτουργίας (Rybáček, 1991).

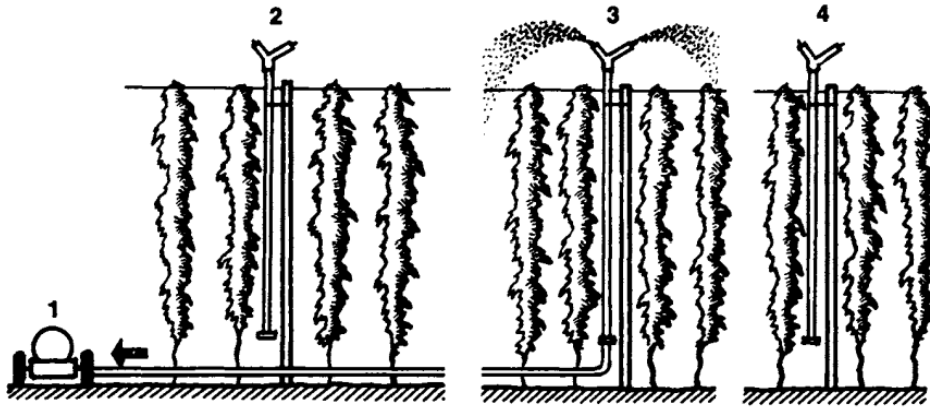


Εικόνα 65. Άρδευση τύπου zonal για αγρό λυκίσκου: a- μεταφερόμενος εκτοξευτήρας με πολλούς πίδακες, b- διανομή νερού (Rybáček, 1991).

Συνδυασμός σταθερών εκτοξευτήρων με τυλιγμένη μάνικα

Τα μειονεκτήματα αυτών των δύο μεθόδων άρδευσης μπορεί, ως ένα βαθμό, να περιοριστούν από τον συνδυασμό σταθερών εκτοξευτήρων πάνω από την κατασκευή (σύστημα υποστύλωσης), με άρδευση τύπου zonal, με περιτυλιγμένη μάνικα και σύστημα παροχής νερού. Οι εκτοξευτήρες τύπου zonal με υψηλή απόδοση λόγω της χρήσης επιμηκυμένων σωλήνων πολυθενίου (έως και 300 m), μεγάλης διαμέτρου (90 mm), με αυξημένο ρυθμό παροχής (600 και 900 λίτρα ανά λεπτό) κάνουν δυνατή την χρήση των πιδάκων που έχουν μεγαλύτερη ακτίνα βολής (35 έως 39 m). Η άρδευση έτσι παρέχεται πιο ομογενοποιημένη, καλύπτει μια μεγαλύτερη περιοχή από κάθε τραβέρσα και η ποσότητα νερού άρδευσης εφαρμογής δεν ξεπερνά τις μέγιστες απαιτούμενες τιμές.

Η περιτυλιγμένη μάνικα είναι ισαπέχοντα τοποθετημένη ανάμεσα από τις δύο γειτονικές σειρές των σταθερών εκτοξευτήρων. Οποδήποτε οι εκτοξευτήρες είναι σε λειτουργία το τύμπανο είναι καλυμμένο. Έτσι το υπερυψωμένο νερό άρδευσης δεν έρχεται σε επαφή με το μηχανισμό οδηγού και καθιστά δυνατή την παροχή θρεπτικών στα φυλλώματα από την υπερυψωμένη άρδευση. Η παραγωγή εκτοξευτήρων τύπου zonal με σπουδαιότερη απόδοση ξεκίνησε στην Τσεχοσλοβακία κατά το τέλος της δεκαετίας του 1970 και η χρήση του σε μεγάλης έκτασης καλλιέργειες λυκίσκου έχει επαληθευτεί σήμερα (Rybáček, 1991).



Εικόνα 66. Συνδυασμός σταθερού εκτοξευτήρα με σύστημα περιτυλιγμένης μάνικας: 1 – αυτό - τυλιγόμενο τύμπανο της γραμμής άρδευσης, 2 - σταθερός εκτοξευτήρας λίγο πριν την λειτουργία του, 3 - σταθερός εκτοξευτήρας σε λειτουργία, 4 - σταθερός εκτοξευτήρας μετά την λειτουργία του (Rybáček, 1991).

Άρδευση με αυλάκια

Η άρδευση με αυλάκια έχει μικρότερη αποτελεσματικότητα στην χρήση του νερού λόγω των επιφανειακών απωλειών και της διήθησης βάθους μέσω του εδάφους. Λόγω της διάταξης τους, τα συστήματα άρδευσης με αυλάκια παράγουν μεγάλες διακυμάνσεις στην υγρασία του εδάφους ενώ το έδαφος κυμαίνεται μεταξύ κορεσμού και υστέρησης και έτσι μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την καταπόνηση του φυτού.

Τα συστήματα άρδευσης με αυλάκια χρησιμοποιούν ένα κανάλι ή αυλάκι μεταξύ των σειρών και μπορεί να πλημμυρίσουν, αφήνοντας το νερό να διηθηθεί από το έδαφος ως στη ζώνη του ριζικού συστήματος του φυτού (Jackson, 2019).

Η άρδευση με εσωτερικά αυλάκια σειρών μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργειες λυκίσκου, όπου δεν είναι διαθέσιμοι οι εκτοξευτήρες υπό την προϋπόθεση ότι είναι κατάλληλες η εδαφολογική κατάσταση και η γεωμορφολογία του εδάφους. Το αποτέλεσμα των απωλειών από την χρήση αυτής της μεθόδου είναι συνήθως μεγαλύτερο από τους εκτοξευτήρες αλλά το πλεονέκτημα της είναι ότι απαιτείται ελάχιστος εξοπλισμός, διότι νερό έρχεται κατευθείαν μέσω στροφίγγων από γραμμές σωλήνων διανομής.

Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου άρδευσης μπορούν να συνοψιστούν ως τα παρακάτω:

1. Εκτενής κατανάλωση του νερού άρδευσης σε ανισόρροπες συνθήκες πεδίου, ως αποτέλεσμα αναρρόφησης.
2. Η κατανομή του νερού δεν είναι ομοιόμορφη.
3. Αξιόλογη επιδείνωση της δομής του εδάφους.
4. Η ποσότητα άρδευσης για κάθε φυτό δεν μπορεί να ρυθμιστεί πλήρως και να μετρηθεί.
5. Το νερό συγκεντρώνεται στα χαμηλότερα μέρη της καλλιέργεια λυκίσκου, με αποτέλεσμα την δημιουργία λασπωδών περιοχών που παρεμποδίζουν τον μηχανικό εξοπλισμό (Rybáček, 1991).



Εικόνα 67. Πλημμυρισμένη καλλιέργεια λυκίσκου από άρδευση με αυλάκια (Google, 2022).

Οι αρχές που πρέπει να διέπουν την άρδευση με αυλάκια:

1. Το μήκος των αυλακιών είναι συνήθως 100 - 150 m μέχρι 250 m σε εκτάσεις με καλές εδαφολογικές καταστάσεις και καλό ανάγλυφο εδάφους, αλλά λιγότερο από 100 m σε ελαφριά, απορροφητικά εδάφη.
2. Η απόσταση μεταξύ των αυλακιών καθορίζεται από το πλάτος μεταξύ των σειρών.
3. Η κλίση του εδάφους δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 15%.
4. Η υπολογισμένη δόση άρδευσης θα πρέπει, πρακτικά, να αυξηθεί κατά 20 με 50% για την αντικατάσταση των απωλειών, λόγω αυτού του τύπου άρδευσης.

Επαναλαμβανόμενη άρδευση με αυλάκια αυξάνει το κίνδυνο υποβάθμισης της φυσικής γονιμότητας του εδάφους μέσω της έκπλυσης. Λόγω των εδαφολογικών συνθηκών και του ανάγλυφου του εδάφους, οι περισσότερες καλλιέργειες λυκίσκου στην Τσεχοσλοβακία αρδεύονται με εκτοξευτήρες (Rybáček, 1991).

Σταλακτοφόρος άρδευση

Η σταλακτοφόρος άρδευση αποτελεί ένα από τους πιο συνήθεις τύπους άρδευσης και αρκετά αποδοτική μέθοδο, καθώς εξοικονομεί βέλτιστα το νερό άρδευσης. Η στάγδην άρδευση η οποία μπορεί να μεταφέρει κατευθείαν στα φυτά το απαραίτητο νερό τείνει να είναι το πιο αποτελεσματικό σύστημα ποτίσματος (Sirrinc et al., 2010).

Οι σωλήνες με τους σταλάκτες, διαμέσου των οποίων επιτελείται η άρδευση, μπορεί βρίσκονται υπερυψωμένα των φυτών, επί της γης ή και υπό της γης.

Τα συστήματα στάγδην άρδευσης παρέχουν το νερό μέσω γραμμών (λάστιχα) και περνούν κατά μήκος των βάσεων των φυτών. Μπορεί να περιέχουν σταλάκτες, ή ανοίγματα-κενά ανά

διαστήματα, κατά μήκος της γραμμής άρδευσης και παρέχουν νερό κατευθείαν στο έδαφος στα προσκείμενα φυτά (Εικόνα 68). Αυτά τα συστήματα έχουν μια πολύ υψηλότερη αποτελεσματικότητα στην χρήση του νερού συγκριτικά με τα συστήματα άρδευσης με αυλάκια ή τα εναέρια (εκτοξευτήρες), επιτρέποντας στον καλλιεργητή να διατηρεί ακριβή έλεγχο της υγρασίας του εδάφους. Τα συστήματα στάγδην επίσης επιτρέπουν την μεταφορά διαλυμάτων λιπασμάτων κατευθείαν στις ζώνες ριζών του φυτού (Jackson, 2019).



Εικόνα 68. Δύο γραμμές στάγδην άρδευσης παρέχουν νερό σε ένα νέο - φυτεμένο φυτό λυκίσκου (Jackson, 2019).

Τα συστήματα σταλακτοφόρου άρδευσης είναι και πιο εύκολα στην χρήση τους αλλά και διανέμουν το νερό στην βάση του φυτού χωρίς σπατάλες όπως γίνεται στους υδροψεκασμούς. Τα σταλακτοφόρα συστήματα αφού εγκατασταθούν, μπορούν να δουλεύουν με χρονομετρητές (Kneen, 2022).

Σταλάκτες: Οι σταλάκτες είναι απλοί στην χρήση και αξιόπιστοι. Οι σταλακτοφόροι σωλήνες είναι είτε τρυπημένοι ή χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με ένα διακορευτή (τρυπητήρι) και τρυπιούνται σε ένα στέρεο σταλακτοφόρο σωλήνα για να συναρμολογηθεί μια γραμμή σταλακτοφόρου ειδικής κατασκευής.

Πλεονεκτήματα:

- Διαθέσιμοι με παροχές από 1,89 l (0,5 gal) ανά ώρα έως 7,57 l (2 gal) ανά ώρα.
- Εύκολοι στην εγκατάσταση και στην αντικατάσταση.

- Μπορεί να εγκατασταθούν κατευθείαν πάνω από τις ρίζες των φυτών μετά την φύτευση.

Μειονεκτήματα:

- Ο χρόνος εγκατάστασης σε μεγαλύτερες καλλιέργειες.
- Η τύλιξη των γραμμών μπορεί να αποτελεί πρόκληση (εάν είναι απαραίτητη).



Εικόνα 69. Στάγδην άρδευση με σταλάκτες τοποθετημένους με διακορευτή (Icarda, 2022).



Εικόνα 70. Στάγδην άρδευση με σταλάκτες τοποθετημένους με διακορευτή (Rainbird, 2022).

Σταλακτοφόρος σωλήνας με διόδους - σταλάκτες: Ο σταλακτοφόρος σωλήνας κατασκευάζεται με σταλάκτες που είναι εγκαταστημένοι σε καθορισμένα διαστήματα. Ο σταλακτοφόρος σωλήνας προσφέρεται με ποικιλία επιλογών που σχετίζονται με την ποιότητα του νερού και το φιλτράρισμα.

Πλεονεκτήματα:

- Διαθέσιμοι με παροχές από 0,98 l (0,26 gal) ανά ώρα έως 3,8 l (1 gal) ανά ώρα.
- Οι σταλάκτες είναι ήδη εγκατεστημένοι περιορίζοντας την ατομική εγκαταστάτη των σταλαχτών.

Μειονεκτήματα:

- Οι σταλάκτες είναι σε προκαθορισμένες αποστάσεις (τα φυτά θα πρέπει να απέχουν σύμφωνα με τις αποστάσεις των σταλαχτών).
- Εάν φράξουν οι σταλάκτες δεν μπορούν να αντικατασταθούν (Irrigationdirect, 2022).



Εικόνα 71. Στάγδην άρδευση με σταλάκτες σε προκαθορισμένα σημεία (Captainpolyplast, 2019).

Εάν οι σταλάκτες φράξουν καθώς και όταν οι σωλήνες οι οποίοι συνδεδεμένοι επιφανειακά διαταράσσονται από καλλιεργητικές δραστηριότητες μπορεί να προκύψουν προβλήματα (Neve, 1991).

Εάν το διαθέσιμο νερό είναι σκληρό θα πρέπει χρησιμοποιηθούν σταλάκτες οι οποίοι μπορούν να αποσπώνται και να καθαρίζονται: το σκληρό νερό θα «χτίσει» στα ακροφύσια κάποιων σταλακτών με αποτέλεσμα να σταματήσουν να αρδεύονται οι πολύτιμοι βλαστοί.

Θα πρέπει να ελέγχονται οι γραμμές τρεις φορές ανά περίοδο ανάπτυξης για την διασφάλιση, ότι απομεινάρια ή πέτρες δεν έχουν βουλώσει κάποιους από τους σταλάκτες.

Μια περαιτέρω σημείωση για την σταλακτοφόρο άρδευση: στα τροπικά αρέσει να μασουλάν το σταλακτοφόρο σωλήνα αφού φυσικά άλατα στο νερό χτίζονται στους πόρους της γραμμής. Αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα με μια πιο βαρέως τύπου γραμμή διανομής με σταλάκτες (Kneen, 2022).

Οι Wample & Farrar (1980) βρήκαν ότι η σταλακτοφόρος άρδευση με έγχυση λίπανσης παρείχε πολλά καλλιεργητικά πλεονεκτήματα αλλά με προϋπόθεση πολλές αλλαγές στις καλλιεργητικές πρακτικές. Κατά το δεύτερο έτος των δοκιμών τους αποκτήθηκε η υψηλότερη απόδοση από τις αρδευόμενες με σταλακτοφόρο εκτάσεις, οι οποίες λαμβάναν το ελάχιστο νερό, λίπανση και εργασία (Neve, 1991).



Εικόνα 72. Η άρδευση με ταυτόχρονη λίπανση μπορεί να είναι τόσο απλή όσο μια μονάδα Dosatron® εντός της γραμμής (Dodds, 2017).



Εικόνα 73. Ένα βασικό σύστημα έγχυσης άρδευσης υδρολίπανσης (Dodds, 2017).



Εικόνα 74. Ένα πιο περίπλοκο σύστημα ικανό να διανέμει πολλαπλά προϊόντα λίπανσης ταυτόχρονα έγχυσης (Dodds, 2017).

Σε κάποιες καλλιεργητικές μεταχειρίσεις, η μεταχείριση με ψεκασμό συνδυάστηκε με σταλακτοφόρο άρδευση. Μετρήσεις του υδατικού δυναμικού των φύλλων και της αγωγιμότητας των στομάτων έδειξαν ότι η υδατική καταπόνηση μειώθηκε μετά τον ψεκασμό

και τα στόματα ήταν πιο ανοικτά συγκριτικά με τα φυτά ελέγχου. Αυξημένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα και αυξημένη ανάπτυξη αναμενόταν ως αποτέλεσμα. Δεν καταγράφηκαν σημαντικές αυξήσεις στη απόδοση από την συνδυασμένη σταλακτοφόρο άρδευση με ψεκασμό (Neve, 1991).

Η σταλακτοφόρος άρδευση μπορεί να είναι επίγεια, εναέρια αλλά και υπόγεια.

Επίγεια: Η συνηθέστερη άρδευση με σταλάκτες είναι η επίγεια όπου σωλήνες απλώνονται στις βάσεις των φυτών. Είναι απλή μέθοδος άρδευσης στην εγκατάσταση και υπάρχει η δυνατότητα οπτικού ελέγχου του συστήματος. Προβλήματα μπορεί να προκύψουν από τις διάφορες απαραίτητες καλλιεργητικές κατεργασίες, π.χ. αφαίρεση ζιζανίων με όργανο, κίνηση του ελκυστήρα ανάμεσα από τις σειρές φύτευσης, όπου το σύστημα μπορεί εύκολα να υποστεί καταστροφές, ιδιαίτερα σε συστήματα όπου η περιτύλιξη των σωλήνων είναι δύσκολη.

Εναέρια: Η εναέρια άρδευση με σταλάκτες έχει σκοπό την αντιμετώπιση των προαναφερθέντων προβλημάτων, όμως προϋποθέτει περισσότερη εργασία και υποδομές στην εγκατάσταση καθώς δεν έχει την ίδια ακρίβεια στην εξοικονόμηση νερού όπως η επίγεια σταλακτοφόρος άρδευση.

Οι σταλακτοφόροι σωλήνες εκτείνονται κατά μήκος κάθε σειράς και είναι είτε υψωμένοι ή είναι τοποθετημένοι πάνω στο έδαφος. Η ανύψωση συνήθως επιτυγχάνεται με χρήση ενός συνδετήρα με επίσχεστρο συνδεδεμένο σε μία από τις γραμμές του συστήματος υποστύλωσης οι οποίες υποστηρίζουν τους υψηλούς μίσχους του φυτού του λυκίσκου. Η ανύψωση παρέχει διάφορα πλεονεκτήματα στο σύστημα, συγκεκριμένα την ικανότητα διατήρησης των φυτών χαμηλά χωρίς να προκαλούνται φθορές στην σταλακτοφόρο γραμμή. Η ανύψωση επίσης περιορίζει την πιθανότητα του εδάφους να φράξει τους σταλάκτες (Irrigationdirect, 2022).



Εικόνα 75. Ανυψωμένος σταλακτοφόρος σωλήνας σε καλλιέργεια λυκίσκου (Elford, 2014).

Υπόγεια: Η χρήση υπόγειας άρδευσης δεν έχει επεκταθεί αρκετά στην αγροτική παραγωγή, αλλά τα πλεονεκτήματα της προτείνουν ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργειες λυκίσκου. Το δίκτυο αυτού του συστήματος αποτελείται από πλαστικούς σωλήνες με τρύπες εκροής νερού, προστατευμένες έναντι της διείσδυσης από τις ρίζες. Οι σωλήνες απλώνονται σε βάθος 40 cm έτσι ώστε να επιτρέπονται επερχόμενες αρόσεις. Το νερό απελευθερώνεται αργά από τις τρύπες, για να αρδεύσει το έδαφος κατά μήκος ολόκληρου του μήκους της γραμμής σωλήνων και να προσδώσει υγρασία στην ζώνη ριζών. Εάν η άρδευση είναι υπερβολική, το νερό μετά χάνεται στις χαμηλότερες στρώσεις (Rybáček, 1991).

Παρακάτω παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της στάγδην υπεδάφιας άρδευσης.

Πλεονεκτήματα

- Υψηλός βαθμός ελέγχου στην εφαρμογή της άρδευσης με δυνατότητα για υψηλή ομοιομορφία της εφαρμογής.
- Η εξάτμιση μειώνεται.
- Η ποσότητα νερού μπορεί να ρυθμιστεί και έτσι αποφεύγονται οι απώλειες νερού που προκαλούνται από απορροές και εξάτμιση.
- Η συχνή άρδευση επιτρέπει την βελτιστοποίηση της περιεχόμενης εδαφικής υγρασίας στη ριζόφαιρα.
- Υψηλή επίδοση σε τοποθεσίες με ανέμους και ξηρό κλίμα.
- Εάν χρησιμοποιούνται προεπεξεργασμένα υγρά απόβλητα (νερό) για την άρδευση, μειώνεται ο κίνδυνος άμεσης επαφής με τα προϊόντα καλλιέργειας και τους εργάτες.

Μειονεκτήματα

- Επικινδυνότητα φραγής.
- Όταν χρησιμοποιείται αλατούχο νερό, άλατα συγκεντρώνονται στο μέτωπο διαβροχής.
- Οι σταλαχτές μπορεί να υποστούν ζημιά ή να φράξουν από ριζικά τριχίδια.
- Φύκη και βακτηριακά γλοιώδη εκκρίματα που αναπτύσσονται στα εσωτερικά τοιχωμάτων των πλευρικών σωλήνων και των σταλαχτών συνδυαστικά με σωματίδια αργίλου στο νερό μπορεί να φράξουν τους σταλάχτες.
- Οργανική ύλη που είναι εν αιώρηση και σωματίδια αργίλου μπορεί να προκαλέσουν φθορές στο σύστημα.
- Αυξημένες εργασίες συντήρησης λόγω των τρωκτικών που μασούν τους σωλήνες άρδευσης.
- Βαρύς μηχανολογικός εξοπλισμός μπορεί να προκαλέσει φθορές στους πλευρικούς σωλήνες (Stauffer, 2012).



Εικόνα 76. Υπόγειο σταλακτοφόρο σύστημα άρδευσης (Irrigation - gr, 2022).

Υπάρχουν αναφορές ότι τα υπόγεια συστήματα δεν συστήνονται λόγω των προβλημάτων συντήρησης (Neve, 1991).

Γενικότερα, η συντήρηση του αρδευτικού συστήματος γίνεται κατά την προετοιμασία της καλλιέργειας και περιλαμβάνει επισκευή σωλήνων, την έκπλυση των αρδευτικών γραμμών και έλεγχο των σταλαχτών για φραγές. Κατά την προετοιμασία επίσης, είναι καλός χρόνος για έλεγχο της λειτουργίας του συστήματος λίπανσης (Dodds, 2017).

Η σταλακτοφόρος άρδευση που τοποθετείται εντός του διαστήματος ανάμεσα από τις σειρές 0,5 m και υπό του εδάφους, δεν παρέχει ομοιόμορφη μετάδοση του νερού εντός του ριζικού συστήματος σε ένα αγρό λυκίσκου. Η απώλεια νερού λόγω διαρροής είναι προφανής σε αυτό το τύπο άρδευσης. Εξαρτάται από τον τύπο εδάφους. Η οριζόντια εξάπλωση του νερού εντός των μερών ανάμεσα από τις σειρές αποτελεί μειονέκτημα. Οι σωλήνες νερού με τους σταλάκτες πρέπει να είναι πάντα τοποθετημένοι στο άξονα της φυτεμένης σειράς.

Μπορεί να εφαρμοστεί συνδυαστικά η υπόγεια εγκατάσταση με επίγεια άρδευση. Ένας κεντρικός σωλήνας παροχής, μεγαλύτερης διαμέτρου, βρίσκεται υπόγεια. Μικρότερης διατομής σταλακτοφόροι σωλήνες συνδέονται σε αυτόν τον κεντρικό σωλήνα. Αυτοί οι σωλήνες αναδύονται υπέργεια, σχηματίζουν ένα κύκλο γύρω από το φυτό και έτσι το φυτό αρδεύεται. Ο σωλήνας που βρίσκεται υπόγεια θα πρέπει να είναι μεγαλύτερης διατομής και αντοχής και οι σωλήνες που βρίσκονται επίγεια λόγω του μικρού μήκους τους μπορούν εύκολα να μετακινούνται όταν αυτό είναι απαραίτητο.

Ειδικός σχεδιασμός, κατανόηση των συστημάτων όπως επίσης και καλή κατάρτιση των εργατών χρειάζεται για την σωστή χρήση, μέγιστη απόδοση και αξιοποίηση των συστημάτων άρδευσης (Ježek, 2009).

Προσδιορισμός Προγράμματος Άρδευσης

Έχει δειχθεί ότι η ανάπτυξη του φυτού του λυκίσκου καταλαμβάνει δύο περιόδους, στις οποίες η περιεχόμενη υγρασία των άνω στρώσεων του εδάφους σε ένα βάθος 60 cm, δεν θα πρέπει να πέφτει κάτω από την ελάχιστη απαιτούμενη υγρασία για την απορρόφηση των θρεπτικών.

Αυτές οι δύο περίοδοι είναι οι δύο κρίσιμες φάσεις της ανάπτυξης του λυκίσκου, η μια είναι όταν οι βλαστοί ανθοφορούν (στο πρώτο μισό του Ιουλίου) και η δεύτερη κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των κώνων (στο δεύτερο μισό του Ιουλίου και κατά το πρώτο μισό του Αυγούστου).

Η απαίτηση του αγρού λυκίσκου για άρδευση, εξαρτάται από το χρόνο των κυριών περιόδων ανάπτυξης, από την ανάπτυξη του φυτού, από το επίπεδο βροχοπτώσεων πριν την άρδευση, από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και από την γενική μετεωρολογία της τοποθεσίας.

Οι κατάλληλες σημαντικές περίοδοι ανάπτυξης και τα διαστήματα ανάπτυξης για άρδευση σε μια παραγωγική καλλιέργεια λυκίσκου είναι τα ακόλουθα:

1. Ανάπτυξη βλαστών έως την πρώτη άνθηση, συνήθως από 1 Ιουλίου μέχρι 15 Ιουλίου.
2. Παραγωγή κώνων, συνήθως από 16 Ιουλίου μέχρι 8 Αυγούστου.

Σε αγρούς με φυτά λυκίσκου ανεπτυγμένα από σπόρο τα πιο κατάλληλα διαστήματα είναι τα ακόλουθα:

1. Βλάστηση, συνήθως από 15 Μαΐου μέχρι 15 Ιουνίου.
2. Πρώτη ανάπτυξη βλαστών, συνήθως 12 Ιουνίου έως 30 Ιουνίου.
3. Βλάστηση, συνήθως από 1 Ιουλίου έως 8 Αυγούστου.
4. Άνθηση και παραγωγή κώνων, συνήθως από 16 Ιουλίου έως 8 Αυγούστου.

Όταν τα αποθέματα του υπόγειου νερού και η ποσότητα των βροχοπτώσεων δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις σε υγρασία, ένα αγρός λυκίσκου μπορεί να εφοδιαστεί με την απαιτούμενη ποσότητα άρδευσης κατά τον Ιούνιο.

Η συνολική ποσότητα απαιτούμενη υγρασίας, ως πρόσθετη άρδευση, σε περιοχές καλλιέργειας λυκίσκου, εκφράζεται ως η ποσότητα της προστιθέμενης υγρασίας που απαιτείται για να ικανοποιηθεί η απορρόφηση υγρασίας από το βιολογικά πιο ενεργό μέρος της ριζόσφαιρας, έως 60 cm υπό του εδάφους, κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου του λυκίσκου,. Αυτή η συνολική ποσότητα είναι τη τάξεως 2500 m³ νερού ανά 10 στρέμματα (εκτάριο). Η περίοδος βλάστησης του λυκίσκου θεωρείται η περίοδος από 1 Μαΐου μέχρι 31 Αυγούστου.

Βέλτιστες καθιερωμένες δόσεις άρδευσης για λυκίσκο (m³ ανά 10 στρέμματα):

Αργιλώδης άμμος: 260 m³ δηλαδή 26 mm,

Αμμώδης άργιλος: 300 m³ δηλαδή 30 mm.

Άργιλος: 400 m³ δηλαδή 40 mm,

Αργιλοπηλώδη: 460 m³ δηλαδή 46 mm.

Αυτές οι κατευθυντήριες δόσεις άρδευσης δεν θα πρέπει να ξεπεραστούν έτσι ώστε να αποφευχθούν απώλειες νερού από διαρροές καθώς και οι άλλες αρνητικές συνέπειες της περίσσειας νερού. Όταν ο συνολικός όγκος άρδευσης που απαιτείται για να επανορθώσει το έλλειμμα ξεπεράσει σε σημαντικό βαθμό αυτές τις κατευθυντήριες δόσεις, θα πρέπει η άρδευση να εφαρμόζεται σε επαναλαμβανόμενες δόσεις.

Η ποσότητα άρδευσης, όπως σχετίζεται με το βάθος της αποτελεσματικής εδαφικής υγρασίας δίνεται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9. Ποσότητες άρδευσης προς εφαρμογή, σχετιζόμενες με την ποιότητα του εδάφους και το βάθος της αποτελεσματικής εδαφικής υγρασίας (Rybáček, 1991).

Βάθος αποτελεσματικής εδαφικής υγρασίας	Ποσότητα νερού άρδευσης (cm)		
	Ελαφρύ έδαφος	Μέτριο έδαφος	Βαρύ έδαφος
20 cm	15	18	13
40 cm	30	36	26
60 cm	45	54	39
80 cm	60	72	52

Ένας τρόπος διαχείρισης της κατάστασης της εδαφικής υγρασίας του αγρού του λυκίσκου είναι η οργάνωση του προγράμματος άρδευσης σύμφωνα με την συνολική διαπνοή του νερού (εξατμισοδιαπνοή), με την περιεχόμενη υγρασία του εδάφους και με τις φυσιολογικές απαιτήσεις των φυτών που προκύπτουν μέσω των βιολογικών καμπυλών κατανάλωσης υγρασίας (Rybáček, 1991).

2.2.4.4 Φύτευση και Πολλαπλασιασμός

Η καλλιέργεια και ο πολλαπλασιασμός του φυτού του λυκίσκου μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους: με χρήση σπόρων (εγγενώς) και από μοσχεύματα (αγενώς). Χρησιμοποιούνται και δενδρύλλια όμως και αυτά προκύπτουν από ένα από τους προαναφερθέντες τρόπους πολλαπλασιασμού, συνήθως από αγενή πολλαπλασιασμό. Η ιστοκαλλιέργεια η οποία έχει υιοθετηθεί σε εμπορική κλίμακα στην Νότια Αφρική αποτελεί μια άλλη μέθοδο πολλαπλασιασμού (Neve, 1991).

Επειδή τα φυτά του λυκίσκου είναι δίοικα, οι πληθυσμοί σπόρων είναι υπερβολικά ποικίλοι και δεν παράγουν τον ίδιο απόγονο με το μητρικό φυτό (Sirrinc et al., 2010). Τα φυτά που έχουν πολλαπλασιαστεί με σπόρο (σπορόφυτα) αποφεύγονται γιατί παρουσιάζουν ανομοιομορφία, δηλαδή προκύπτουν και αρσενικά και θηλυκά φυτά και δεν διατηρούν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά της ποικιλίας.

Συνεπώς, τα φυτά του λυκίσκου συνήθως πολλαπλασιάζονται βλαστικά από ριζώματα (Εικόνα 78) ή από μοσχεύματα μαλακού ξύλου. Ριζώματα ή τμήματα των πλευρικών υπόγειων βλαστών που φέρουν οφθαλμούς που προέρχονται από το πολυετές στέμμα του λυκίσκου, τυπικά

αποκόπτονται σε μήκη 15 - 20 cm και μεταφυτεύονται αμέσως στον αγρό ή σε γλάστρες οι οποίες τοποθετούνται σε θερμοκήπια (Sirrine et al., 2010).

Τα αρσενικά φυτά χρησιμοποιούνται μόνο για γονιμοποίηση και για διατήρηση γενετικού υλικού. Τα θηλυκά φυτά είναι τα μοναδικά που καλλιεργούνται συστηματικά επειδή παράγουν κώνους οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ζύθου.

Υλικό κατάλληλο για βλαστικό πολλαπλασιασμό του λυκίσκου αποκτάται από φυτά που αναπαράγονται για διατήρηση ή από αγρούς λυκίσκου πιστοποιημένων φορέων μητρικών ποικιλιών. Επίσης υλικό που χρησιμοποιείται για παραγωγή σπόρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο μετά την διαδικασία πιστοποίησης (Rybáček, 1991).

Οι λυκίσκοι θα πρέπει να φυτεύονται σε προσφάτως οργωμένες σειρές φύτευσης νωρίς την άνοιξη (τέλος Απριλίου με αρχές Μαΐου). Αντί του οργώματος ολόκληρου του αγρού, πολλοί καλλιεργητές αφήνουν φυτεμένους διαδρόμους για την κάλυψη του εδάφους για να μειωθεί η πιθανή διάβρωση του εδάφους και για την ενίσχυση του ενδαιτήματος ωφέλιμων εντόμων. Το πιο τυπικό σχήμα φύτευσης είναι 2,1 m επί 2,1 m ή 1 m επί 3 m έως 4,6 m, με μέσο όρο τα 800 με 1000 φυτά ανά 4 στρέμματα. Οι λυκίσκοι θα πρέπει να φυτεύονται οριζοντίως, με την μεριά με τους οφθαλμούς προς τα επάνω, 2,5 με 5,1 cm υπό το επιφανειακό έδαφος. Όταν οι κληματοειδείς βλαστοί φτάσουν 0,46 m με 0,6 m, τέσσερις βλαστοί από κάθε ρίζωμα επιλέγονται και διατηρούνται και οι υπόλοιποι απομακρύνονται (κλάδεμα). Έπειτα, δύο βλαστοί περιτυλίγονται με κατεύθυνση των δεικτών ρολογιού σε δύο σχοινιά από ίνες κοκοφοίνικα, από χαρτί ή σε συνθετικά σχοινιά υποστήριξης (Sirrine et al., 2010).

Εγγενής πολλαπλασιασμός

Σπορόφυτα

Οι σπόροι φυτεύονται είτε σε σπορείο είτε απευθείας στο χωράφι. Εάν υπάρχει λήθαργος θα πρέπει να διακοπεί με τις κατάλληλες μεταχειρίσεις. Επίσης θα πρέπει να είναι γνωστό αν ο σπόρος διατηρεί την φυτρωτική του ικανότητα. Συνήθως ο πολλαπλασιασμός με σπόρο χρησιμοποιείται για την δημιουργία νέων ποικιλιών (Βασιλακάκης, 2004) και όχι για την φύτευση μιας καλλιέργειας λυκίσκου.

Μοσχεύματα

Ως μόσχευμα μπορεί να χαρακτηριστεί οποιοδήποτε βλαστικό μέρος του φυτού, το οποίο, όταν αποκοπεί από το μητρικό φυτό, είναι ικανό να αναπαράγει το όργανο ή τα όργανα του μητρικού φυτού που προήλθε.

Τα μοσχεύματα ταξινομούνται σε διάφορες ομάδες σύμφωνα με το ιδιαίτερο χρησιμοποιούμενο τμήμα του φυτού. Αυτά ανήκουν σε τέσσερις γενικές κατηγορίες: ριζών, βλαστών, φύλλων και ειδικών κατασκευών όπως οι βολβοί και τα ριζώματα. Περαιτέρω τα μοσχεύματα ταξινομούνται με βάση την ωρίμανση των ιστών στο χρησιμοποιούμενο φυτικό τμήμα και τη μέθοδο προετοιμασίας του μοσχεύματος για αναγέννηση (Ποντίκης, 2006).

Προτείνεται η ριζοβολία των μοσχευμάτων στο φυτώριο και έπειτα η μεταφύτευση τους από την μεταφύτευση άρριζων μοσχευμάτων τα οποία ανταγωνίζονται δυσκολότερα τα ζιζάνια.

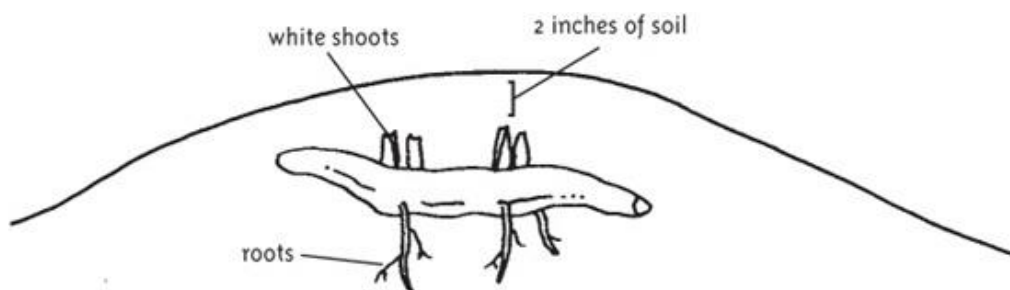
Η μάζα (βάρος) του μοσχεύματος είναι σημαντική. Ένα μόσχευμα μεγαλύτερου βάρους έχει πιο πολλές αποθησαυριστικές ουσίες και αυτό επιτρέπει καλύτερη ανάπτυξη των υπέργειων οργάνων του φυτού (Rybáček, 1991).

Ριζώματα

Αποτελεί έναν από τους πιο συνήθεις τρόπους πολλαπλασιασμού του λυκίσκου. Τα ριζώματα φυτεύονται την άνοιξη. Εάν δεν φυτευτούν άμεσα, τα ριζώματα θα πρέπει να αποθηκευτούν σε ψυχρό μέρος.

Τα ριζώματα λυκίσκου έχουν περίπου ποσοστό αποτυχίας 15 - 20%. Για τα ριζώματα, είναι σύνηθες να τοποθετούνται περισσότερα από ένα ριζώματα, δηλαδή 2 - 3 ριζώματα της ίδιας ποικιλίας σε κάθε λάκκο φύτευσης, για την αποφυγή μελλοντικών προβλημάτων, για την μεγιστοποίηση του ποσοστού επιτυχίας της πρώιμης παραγωγής και για την ελαχιστοποίηση των μη παραγωγικών κενών στο χώρο καλλιέργειας.

Τα ριζώματα εξετάζονται και αναζητούνται οι μικροσκοπικοί λευκοί οφθαλμοί και θα πρέπει να φυτεύονται οριζόντια, με τα λευκά βλαστάρια τους με κατεύθυνση προς τα πάνω και τα ριζίδια να βρίσκονται προς και κάτω και πλάγια.



Εικόνα 77. Κατάλληλη τοποθέτηση φύτευσης ριζώματος (Fisher & Fisher, 1998).

Έπειτα καλύπτεται ο λάκκος φύτευσης και μπορεί να τοποθετηθεί μια στρώση κοπριάς περίπου 2,5 με 5 cm. Ανάμεσα από τις σειρές, μπορεί να απλωθεί μια πιο πυκνή στρώση κοπριάς βάθους 8 με 15 cm, για την πρόληψη ανάπτυξης ζιζανίων. Θα πρέπει να διατηρείται η υγρασία των νεοφυτεμένων λυκίσκων χωρίς να υπάρχει κορεσμός, με συχνή, επιφανειακή άρδευση, αφού το ριζικό σύστημα τους δεν είναι ακόμα εκτενές.

Το φύτεμα με τα χέρια αποτελεί εντατική εργασία.



Εικόνα 78. Ριζώματα λυκίσκου (Sirrime et al., 2010).

Μοσχεύματα μαλακού ξύλου

Τα μοσχεύματα μαλακού ξύλου τυπικά αποκόπτονται από τον μίσχο με ένα ή δύο μεσογονάτια, δύο φύλλα, με μήκος 5 με 9 cm ξύλου κάτω από το μεσογονάτιο και αποτελούν μία συνήθη μέθοδο πολλαπλασιασμού του λυκίσκου. Τα μοσχεύματα έχουν συνήθως φυτευτεί και αναπτυχθεί για μια χρονική περίοδο πριν μεταφυτευτούν στο αγρό του λυκίσκου το επόμενο έτος (Sirrime et al., 2010). Έτσι τα μοσχεύματα αναπτύσσουν ριζικό σύστημα πριν φυτευτούν στο αγρό. Η χρήση των έρριζων μοσχευμάτων τελευταία γίνεται σε έντομο βαθμό λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων έναντι των άρριζων μοσχευμάτων. Τα έρριζα μοσχεύματα

χρησιμοποιούνται σε νέο-εγκαταστημένες καλλιέργειες λυκίσκου όπως επίσης και για αντικατάσταση χαμένων φυτών σε παραγωγικές καλλιέργειες (Rybáček, 1991).

Παραφυάδες

Οι παραφυάδες είναι φυτά που προέρχονται από τους επίκτητους οφθαλμούς της ρίζας. Οι οφθαλμοί της ρίζας αναπτύσσονται σε βλαστούς, στην συνέχεια οι βλαστοί αναπτύσσουν ριζικό σύστημα και έτσι αποχωριζόμενοι αποτελούν ένα νέο ανεξάρτητο φυτό (Βασιλακάκης, 2004).

Ο λυκίσκος μπορεί να πολλαπλασιαστεί με μοσχεύματα που λαμβάνονται από παραφυάδες.

Καταβολάδες

Καταβολάδες είναι βλαστοί που βρίσκονται πάνω στο μητρικό φυτό και αναγκάζονται να ριζοβολήσουν. Οι καταβολάδες μπορεί να είναι υπόγειες ή υπέργειες. Και στις δυο περιπτώσεις ο βλαστός αναγκάζεται να ριζοβολήσει όποτε δημιουργείτε ένα νέο φυτό μετά την απομάκρυνση του από την μητέρα του (Βασιλακάκης, 2004)

Για τις καταβολάδες, ένας βλαστός αφήνεται να αναπτυχθεί μέχρι να είναι μεγαλύτερος από την απόσταση μεταξύ δύο φυτών εντός σειράς. Έπειτα ρίχνεται κάτω, απλώνεται στο έδαφος, καλύπτεται με χώμα και η κορυφή του βλαστού περιτυλίγεται στο επόμενο λοφίσκο. Το φθινόπωρο ο ξυλοποιημένος βλαστός ξεσκεπάζεται και τεμαχίζεται, κάθε κομμάτι με ένα οφθαλμό φυτεύεται σε φυτώριο (Briggs et al., 1991).

Πολλαπλασιασμός με υδρονέφωση

Στον πολλαπλασιασμό με υδρονέφωση, νεαροί βλαστοί (μοσχεύματα) παραλαμβάνονται και τεμαχίζονται, κάθε κομμάτι με δύο οφθαλμούς και δυο φύλλα, ριζοβολούν σε αποστειρωμένη τύρφη στους 21°C υπό διακοπτόμενους υδροψεκασμούς που ελέγχονται από ένα «ηλεκτρονικό φύλλο» (όργανο ελέγχου). Υπό αυτές τις συνθήκες το φυτό παραμένει σε σπαργή και η δημιουργία ριζών διαρκεί 10 - 14 ημέρες. Μετά την στερεοποίηση, τα φυτά μεταφέρονται σε θερμοκήπιο (Briggs et al., 1991). Στην υδρονέφωση οι συνθήκες είναι ιδανικές για την ριζοβολία φυλλοφόρων μοσχευμάτων.

Φυτά ανεπτυγμένα σε γλάστρες

Τρεις τεχνικές χρησιμοποιούνται για την δημιουργία δενδρυλλίων: 1) μοσχεύματα σκληρού ξύλου που παραλαμβάνονται από τη βάση του ριζώματος το χειμώνα και αφήνονται να βγάλουν ρίζες, 2) καταβολάδες και 3) πολλαπλασιασμός με υδρονέφωση.

Είναι προφανές ότι μόνο υγιές φυτικό υλικό θα πρέπει να εκθέτεται σε ένα νέο αγρό. Θα πρέπει να είναι ελεύθερο από ιούς και από ιωειδή. Για να μειωθεί ο κίνδυνος μόλυνσης, επαγγελματίες που πολλαπλασιάζουν λυκίσκο βρίσκονται μακριά από κύριες περιοχές καλλιέργειας λυκίσκου (Briggs et al., 1991).

Τα φυτικά υλικά ανεπτυγμένα σε γλάστρες (περιέκτες) είναι ενός έτους φυτά ανεπτυγμένα και μεταφερμένα στο ίδιο περιέκτη.

Τα φυτά που είναι ανεπτυγμένα σε γλάστρες δεν χρειάζονται αποθήκευση, μπορούν να φυτευτούν, έστω και εάν οι συνθήκες του εδάφους είναι φτωχές και οι καιρικές συνθήκες δεν είναι ιδανικές.

Η παραγωγή φυτικού υλικού σε περιέκτες είναι μια απαιτητική εργασία. Ανάλογα το πλάτος της εσωτερικής σειράς μπορεί να καλλιεργηθούν μέχρι και 200.000 φυτά ανά 10 στρέμματα. Μοσχεύματα νέου ξύλου που είναι φυτεμένα σε περιέκτες αναπτύσσονται καλά, τα φυτά παρουσιάζουν ζωνηρή ανάπτυξη και μετά την μεταφύτευση στον αγρό, πρακτικά όλα αναπτύσσουν βλαστούς. Επιπλέον απαιτούν λιγότερη προσοχή κατά την διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης. Αυτή η μέθοδος παραγωγής παρουσιάζει περισσότερο κόστος επένδυσης και απαιτεί περισσότερη εργασία κατά την διάρκεια εγκαθίδρυσης του φυτωρίου. Όμως αυτό το έξοδο ανακτάται από την συγκομιδή του πρώτου έτους λόγω της πρώιμης γονιμότητας των δενδρυλλίων. Τέλος υπάρχουν προβλήματα στην παραγωγή και μεταφορά τους (Rybáček, 1991).

2.2.5 Διαχείριση καλλιέργειας λυκίσκου

2.2.5.1 Πορεία ανάπτυξης

Η γνώση του ετήσιου κύκλου ανάπτυξης του φυτού βοηθά στην κατανόηση του χρόνου των δραστηριοτήτων-κλειδιών διαχείρισης της καλλιεργητικής περιόδου. Κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα, οι βλαστοί της τρέχουσας περιόδου πεθαίνουν ως το εδαφικό επίπεδο, ενώ τα στέμματα παραμένουν ζωντανά και αναβλαστάνουν την άνοιξη (Dodds, 2017).

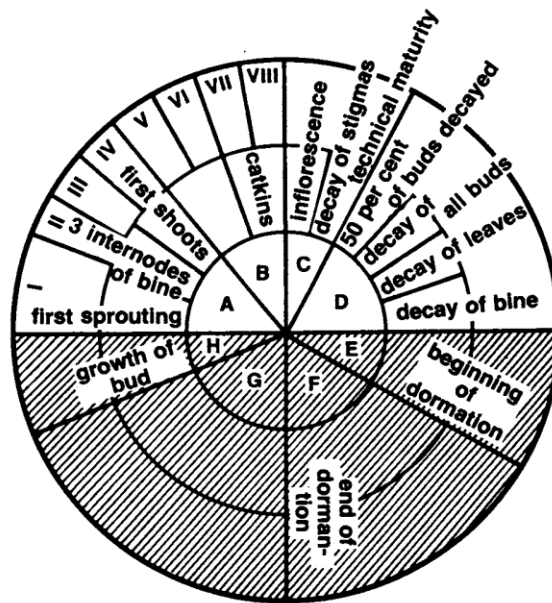
Περίοδοι ετήσιου κύκλου ανάπτυξης του φυτού του λυκίσκου

Μεγάλες αλλαγές, λόγω του ετήσιου κύκλου ανάπτυξης, είναι ιδιαίτερα εμφανείς στα υπόγεια όργανα π.χ. στους ενεργοποιημένους οφθαλμούς και επίσης σε όλα τα υπέργεια όργανα, τα οποία αποσυντίθενται κάθε χρόνο. Ο ετήσιος κύκλος ανάπτυξης γίνεται πιο εμφανής στα διαφορετικής έντασης στάδια, στα οποία τα μεμονωμένα όργανα αναπτύσσονται. Ακολούθως, δύο διαφορετικοί περίοδοι μπορούν να διακριθούν:

1. Περίοδος κρυπτοβλάστησης (λήθαργος).
2. Περίοδος βλάστησης.

Η περίοδος κρυπτοβλάστησης (λήθαργος)

Αυτή η περίοδος διαρκεί κατά προσέγγιση έξι μήνες, από τα μέσα Οκτώβρη έως τις αρχές Απρίλη. Μπορεί να μετρηθεί επακριβώς από την αποσύνθεση των υπέργειων οργάνων το φθινόπωρο ως την βλάστηση των νέων βλαστών την άνοιξη. Η όλη περίοδος μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις φάσεις (Εικόνα 79).



Εικόνα 79. Ετήσιος κύκλος του λυκίσκου (Rybáček, 1991).

α) *Περίοδος προετοιμασίας (προληθαργική)*. Αυτή η περίοδος ξεκινά το δεύτερο μισό του Οκτώβρη με την αποσύνθεση των υπέργειων βλαστών. Σε αυτό το χρόνο όλοι οι οφθαλμοί στο ρίζωμα, ειδικά οι ενεργοποιημένοι οφθαλμοί στο νέο ξύλο, διακόπτουν την ανάπτυξη τους και εισέρχονται στο στάδιο λήθαργου. Η επιδερμίδα των άνω βρακτεολών και οφθαλμών σκληραίνει και έτσι η βλαστική κορυφή εντός των οφθαλμών είναι καλύτερα προστατευμένη έναντι του χειμωνιάτικου καιρού. Στο ίδιο χρόνο τα μη ατροφικά άκρα των ριζιδίων, τα οποία είναι λευκά στην περίοδο ανάπτυξης, προετοιμάζονται για το χειμώνα και καφέ χρώματος στρώσεις εμφανίζονται στην επιφάνεια τους.

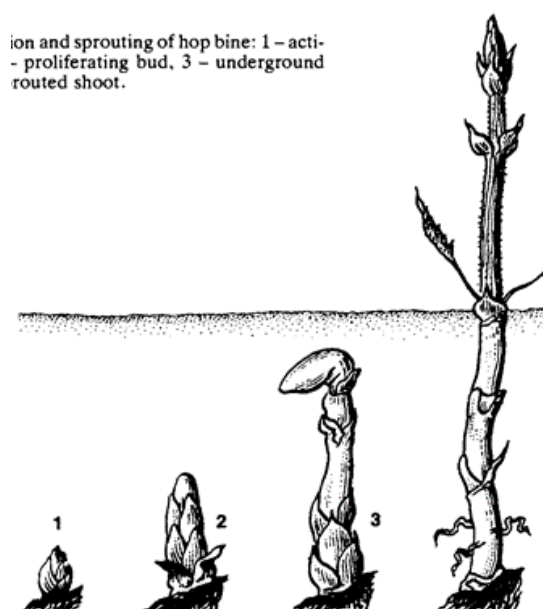
β) *Περίοδος βαθιάς αναπαύσεως (λήθαργος)*. Κατά την διάρκεια του χειμέρου λήθαργου οι οφθαλμοί στο ρίζωμα δεν μπορούν να προαχθούν σε ορατή ανάπτυξη με καμία βελτίωση των εξωτερικών συνθηκών (π.χ. θερμοκήπιο). Δεν μπορούν να ανιχνευτούν αλλαγές στην ανάπτυξη και συνεπώς δεν μπορεί να βρεθούν μορφολογικές αλλαγές στα υπόγεια μέρη του φυτού. Η επεξεργασία οργανικών υλών διακόπτεται, όλες οι ζωτικές λειτουργίες καταπιέζονται στο υψηλότερο δυνατό βαθμό, αλλά δεν σταματούν ολοκληρωτικά. Όλα τα ζωντανά υπόγεια

όργανα συντηρούν την ζωτικότητα τους η οποία γίνεται εμφανής αργότερα. Αυτή η περίοδο συνήθως τελειώνει τον Δεκέμβριο.

γ) *Περίοδος επιβεβλημένης ανάπαυσης (μεταληθαργική)*. Αυτή η περίοδος ακολουθεί μετά την περίοδο βαθιάς ανάπαυσης, η οποία διακρίνεται στο ότι η ανάπτυξη των οφθαλμών δεν εμποδίζεται πλέον από τις εσωτερικές ιδιότητες του φυτού αλλά από μη ευνοϊκές εξωτερικές συνθήκες, συνήθως χαμηλή θερμοκρασία. Παρόλο το γεγονός ότι ανάπτυξη των οφθαλμών δεν μπορεί να παρατηρηθεί και να μετρηθεί, συγκεκριμένες

σημαντικές διαδικασίες συμβαίνουν στο ρίζωμα. Σε αυτές περιλαμβάνονται η μετατροπή των αποθησαυριστικών στοιχείων (π.χ. πολυσακχαρίτες μετατρέπονται σε μονοσακχαρίτες). Οι ουσίες αυτές πλέον μπορούν να κινηθούν και μεταφέρονται από τις κονδυλώδεις ρίζες και τις ρίζες, στο ρίζωμα. Επίσης η δραστηριότητα απορρόφησης των ριζών εγκαθίσταται ξανά.

δ) *Περίοδος υπόγειας βλάστησης και ανάπτυξης*. Αυτή η περίοδος ξεκινά με την ενεργοποίηση των οφθαλμών στο ρίζωμα και τελειώνει με την υπέργεια εμφάνιση των βλαστών. Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου η υπόγεια ανάπτυξη επιτελείται με κόστος τα συγκεντρωμένα αποθησαυριστικά του προηγούμενου έτους. Η υψηλότερη ταχύτητα ανάπτυξης είναι σε εκείνους τους βλαστούς που εκφύονται από τους οφθαλμούς που είναι στις κορυφές του νέου ξύλου και στις παραφυάδες. Αυτοί οι ιστοί δεν είναι μακριά από την επιφάνεια του εδάφους και εκτίθενται σε απότομες αλλαγές θερμοκρασίας και υγρασίας. Συγκεκριμένα μεριστώματα παράγουν, υπόγεια, πέντε με έξι μεσογονάτια. Η περίοδος της υπόγειας ανάπτυξης διαφέρει σύμφωνα με την θερμοκρασία, τις ιδιότητες του εδάφους και το πάχος του εδάφους της άνω εδαφικής στρώσης πάνω από το ρίζωμα.



Εικόνα 80. Εκκίνηση και βλάστηση του βλαστού του λυκίσκου: 1. ενεργοποιημένος οφθαλμός, 2. εξαπλωμένος ανεπτυγμένος οφθαλμός, 3. υπόγεια ανάπτυξη, 4. βλαστημένος βλαστός (Rybáček, 1991).

Η περίοδος βλάστησης

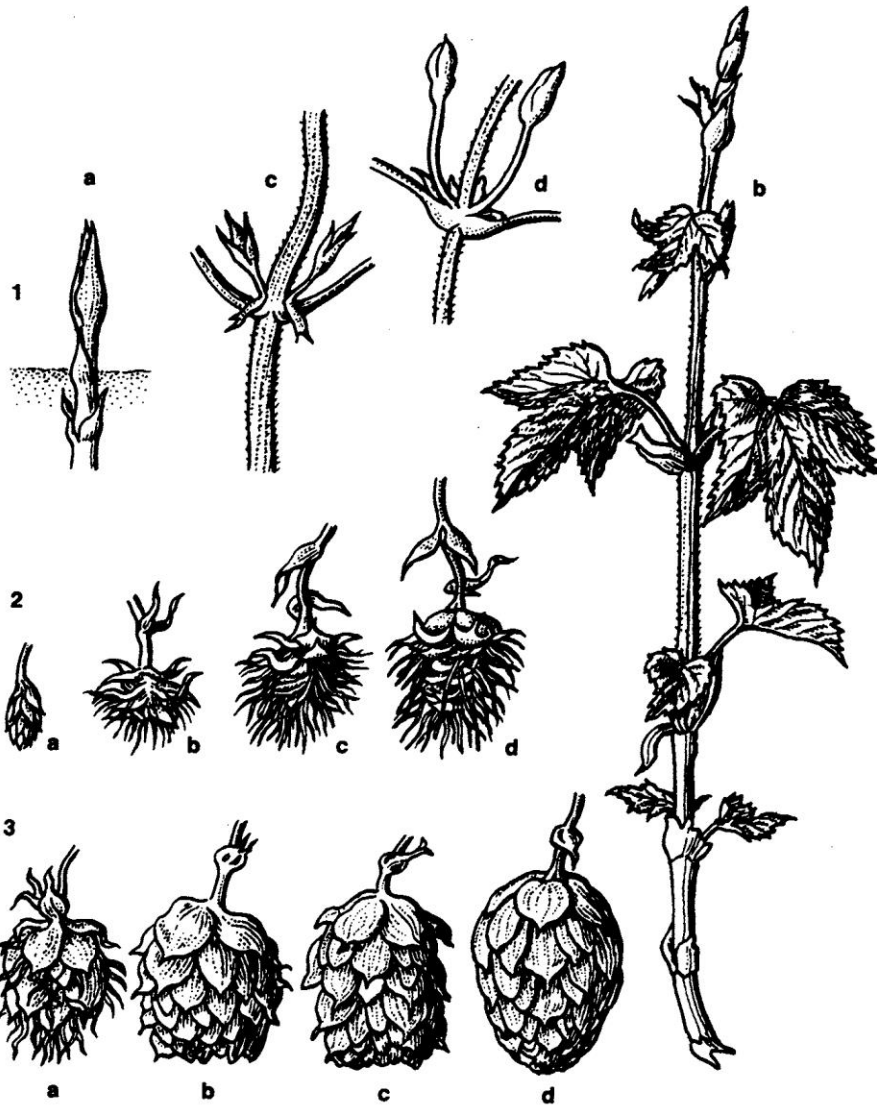
Αυτή η περίοδος ξεκινά την άνοιξη, με την βλάστηση των βλαστών και διαρκεί μέχρι την ολική αποσύνθεση το φθινόπωρο. Συνολικά μπορεί να διαιρεθεί σε οχτώ διαφορετικές περιόδους σύμφωνα με τις φάσεις ανάπτυξής του φυτού.

Η βλάστηση του φυτού του λυκίσκου αποτελεί την πιο σημαντική στιγμή, λόγω του ότι μετά, η φωτοσύνθεση ξεκινά στους πράσινους βλαστούς και στα φύλλα. Η αρχική πηγή των οργανικών υλών στα αποθησαυριστικά όργανα, σταδιακά συμπληρώνεται από τις οργανικές ουσίες που παράγονται από την φωτοσύνθεση. Αυτή η νέα πηγή οργανικής ύλης γίνεται τόσο εκτεταμένη που μπορεί να παρέχει τα υλικά για ανάπτυξη, αναγέννηση των ιστών, μεταφορά διαλυμάτων, αναπνοή ακόμα και συγκέντρωση νέων αποθησαυριστικών.

α) *Η περίοδος γραμμικής ανάπτυξης των βλαστών.* Αυτή η περίοδος ξεκινά με την βλάστηση και τελειώνει με την ολοκληρωμένη ανάπτυξη τριών υπέργειων μεσογονατίων κανονικού μήκους. Κατά την διάρκεια αυτής τη περιόδου οι βλαστοί αναπτύσσονται γραμμικά. Στην αρχή αναπτύσσονται κάθετα και έπειτα, ξεκινάν να κυρτώνονται. Είναι εύθραυστοι, παρουσιάζουν ένα υψηλότερο υδατικό περιεχόμενο και μπορούν να σπάσουν εύκολα. Όλα τα τρία μεσογονάτια που είναι κάτω από την ανεπτυγμένη κορυφή έχουν την ικανότητα παραγωγής νέας ακραίας ανάπτυξης. Κάθε μεσογονάτιο είναι κατά προσέγγιση 20 cm σε μήκος έτσι ώστε κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου οι βλαστοί φτάνουν σε συνολικό μήκος 60 cm.

Η δραστηριότητα του ριζικού συστήματος γίνεται αυξημένα έντονη κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου και τα ριζικά τριχίδια ξεκινάν να προσλαμβάνουν θρεπτικά. Παρομοίως, η φωτοσύνθεση αυξάνεται ελαφρώς, ωστόσο τα αποθησαυριστικά συνεχίζουν να εξυπηρετούν ως η κύρια πηγή οργανικών ουσιών.

β) *Η περίοδος της εγκατάστασης.* Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου οι βλαστοί ξεκινάν να δείχνουν την ικανότητα τους να αναρριχούνται γύρω από την υποστήριξη τους. Αυτή η περίοδος ξεκινά αφού τα τρία μεσογονάτια έχουν διαμορφωθεί και διαρκεί μέχρι την έναρξη της διαμόρφωσης των βλαστών σε κληματοειδείς βλαστούς, κατά την οποία οι κληματοειδείς βλαστοί αναπτύσσονται κατά 1 m (από 60 cm έως 160 cm). Μετά την φάση των τριών μεσογονατίων οι κληματοειδείς βλαστοί του λυκίσκου ξεκινάν να αναπτύσσονται με ένα τρόπο με τον οποίο η κορυφή του κληματοειδούς βλαστού κινείται με την φορά των δεικτών του ρολογιού στο χώρο, σε περιεγραμμένους κύκλους, 10 με 15 cm διαμέτρου, μέχρι να βρουν την υποστήριξη τους. Μια στροφή της σπείρας παίρνει προσεγγιστικά μια ώρα.



Εικόνα 81. Φαινολογικές φάσεις του φυτού του λυκίσκου: 1 - ανάπτυξη των υπέργειων φυτικών μερών (a - βλάστηση, b - ανάπτυξη των τριών μεσογονατίων του βλαστού, c - έναρξη ανάπτυξης του βλαστού, d - έναρξη ανάπτυξη ιούλων), 2 - ανάπτυξη της ταξιανθίας (a - 1/4, b - 1/2, c - 3/4, d - πλήρως ανεπτυγμένη ταξιανθία), 3 - ανάπτυξη του κώνου (a - 1/4, b - 1/2, c - 3/4, d - πλήρως ανεπτυγμένος κώνος) (Rybáček, 1991).

Όταν οι βλαστοί συναντήσουν την υποστήριξη η ταχύτητα περιέλιξης μειώνεται και η διάμετρος γίνεται όσο και το πάχος του μέσου στήριξης. Οι κληματοειδείς βλαστοί σε στήριξη (υποστύλωση) αναπτύσσονται πιο γρήγορα συγκριτικά με εκείνους που δεν τους παρέχεται υποστήριξη, οι οποίοι έρπονται και πορεύονται πάνω στο έδαφος. Σε ευνοϊκές θερμοκρασίες οι κληματοειδείς βλαστοί αναπτύσσονται ταχύτατα και αυτό μπορεί να κάνει την περιτύλιξη τους πολύ δύσκολη. Κατά αυτόν τον χρόνο, το ριζικό σύστημα εισέρχεται σε μια περίοδο έντονης ανάπτυξης και οι βάσεις των οριζόντιων θερινών ριζών «γεννούν» τα υπόγεια όργανα των κληματοειδών βλαστών και των παραφυάδων.

γ) *Η περίοδος των βλαστών και της βλάστησης.* Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου λαμβάνει χώρα έντονη ανάπτυξη των βλαστών. Ξεκινά την χρονική στιγμή της πρώτης εμφάνισης των βλαστών και διαρκεί μέχρι την χρονική στιγμή που οι βάσεις των ταξιανθιών γίνονται ορατές.

Αυτές οι βάσεις επίσης αποκαλούνται ίουλοι. Οι κληματοειδείς βλαστοί αναπτύσσονται πολύ έντονα κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου. Βλαστοί εμφανίζονται στο κατώτερο τμήμα του κληματοειδή βλαστού, μετά την ανάπτυξη των κύριων φύλλων στον κληματοειδή βλαστό. Στο ανώτερο τμήμα του κληματοειδή βλαστού, σε ύψος περισσότερο από 3 m, βλαστοί εμφανίζονται ταυτόχρονα με το άνοιγμα των φύλλων και αναπτύσσονται συγχρόνως με αυτά. Η επιφάνεια των φύλλων αυξάνει ταχύτατα και η φωτοσυνθετική παραγωγικότητα επίσης αυξάνεται. Ωστόσο, τα συγκεντρωμένα αποθησαυριστικά του προηγούμενου έτους στα υπόγεια όργανα δεσμεύονται, όπως επίσης και οι βλαστοί στα πρώιμα στάδια της ταχύτατης ανάπτυξης του κληματοειδούς βλαστού είναι επιφορτισμένοι.

δ) *Το στάδιο των ίουλων (butonization)*. Αυτή η περίοδος ξεκινά με την διαμόρφωση των εμφανών βάσεων των ταξιανθιών, οι αποκαλούμενοι ίουλοι και τελειώνει με την έναρξη της διαμόρφωσης των ταξιανθιών. Στα αρσενικά φυτά οι ίουλοι εμφανίζονται ατομικά ή σε μικρές ομάδες στις μασχάλες των φύλλων, στους κόμβους των γόνιμων βλαστών. Οι ίουλοι αναπτύσσονται ταυτόχρονα με τους βραχίονες των γόνιμων βλαστών. Τα χαμηλότερα μέρη του κληματοειδούς βλαστού παράγουν λίγους γόνιμους βλαστούς, ενώ οι γόνιμοι βλαστοί δεν διακλαδώνονται τόσο πολύ και παράγουν λίγους, κυρίως ανεξάρτητους ίουλους, στα νεαρά μεριστωματικά τμήματα. Οι γόνιμοι βραχίονες, με ομάδες ιούλων στις μασχάλες των φύλλων, παράγονται στο ανώτερο μέρος του κληματοειδούς βλαστού σε κάθε κόμβο του βλαστού. Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα όπως επίσης και η δραστηριότητα των ριζών αυξάνονται αξιοσημείωτα κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου και τα επίπεδα οργανικών υλών που συγκεντρώνονται ως αποθησαυριστικά στα υπόγεια όργανα αυξάνονται αργά.

ε) *Η περίοδος των ταξιανθιών*. Αυτή η περίοδος μπορεί να ειπωθεί ότι ξεκινά με την εμφάνιση ομάδων βραχιόνων και στιγμάτων σε μικρούς κώνους λυκίσκου και τελειώνει με την αποσύνθεση τους, όπως γίνεται ολοφάνερα από την μάρανση και το καφέ αποχρωματισμό των στιγμάτων. Οι βλαστοί από το μεσαίο κομμάτι του κληματοειδούς βλαστού ανθίζουν πρώτοι, αλλά η άνθηση των γόνιμων διακλαδώσεων οι οποίοι αναπτύσσονται από διαφορετικούς κόμβους, ξεκινά σε διαφορετικούς χρόνους. Έτσι, οι διακλαδώσεις που αναπτύσσονται από το δεύτερο και τρίτο κόμβο των βλαστών π.χ. από τις μασχάλες του δεύτερου και τρίτου ζεύγους φύλλων ανθίζουν πρώτα, οι υπόλοιπες ανθίζουν αργότερα. Ο ρυθμός ανάπτυξης-επιμήκυνσης μειώνεται αξιοσημείωτα κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου. Η ανάπτυξη όμως των βλαστών και των διακλαδώσεων είναι πολύ έντονη, συνδέεται με μια έντονη ανάπτυξη των νεαρών φύλλων και με μια έντονη ανάπτυξη και διακλάδωση των γόνιμων βραχιόνων.

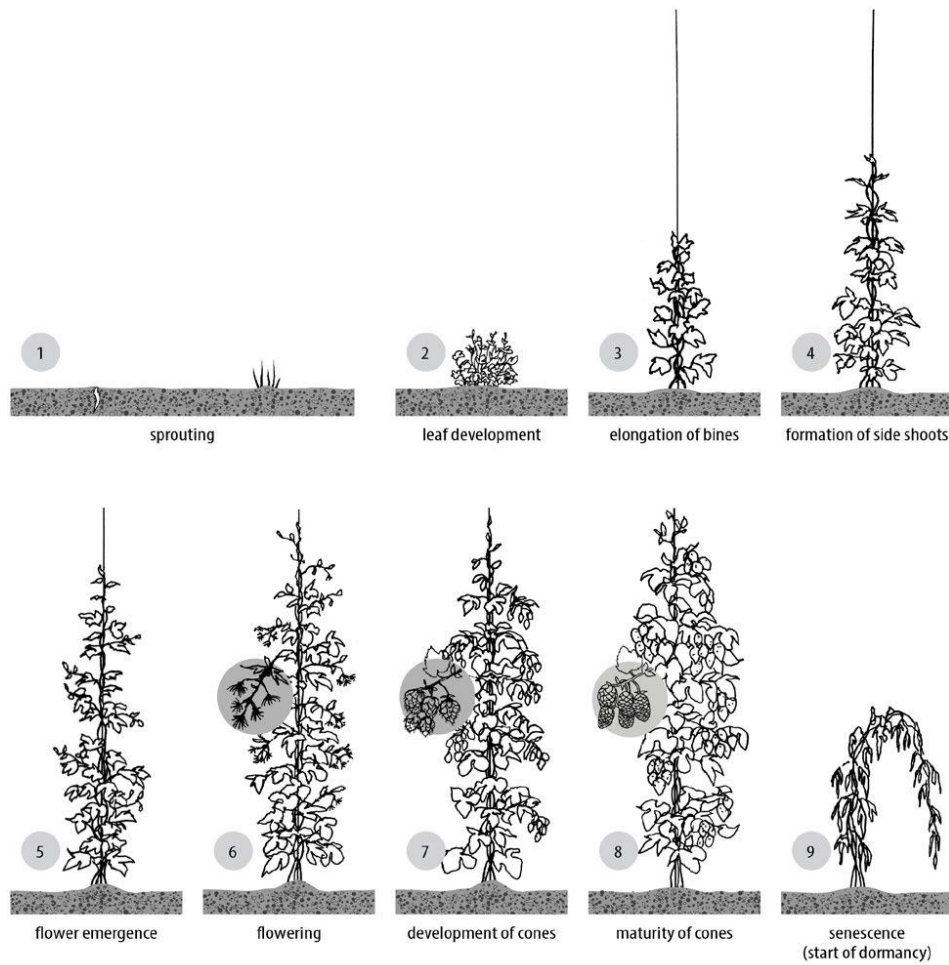
ζ) *Η περίοδος διαμόρφωσης των κώνων*. Αυτή η περίοδος ξεκινά με την μάρανση των στιγμάτων, όταν δεν είναι πλέον ικανά να δεχτούν γύρη και τελειώνει με το χρόνο της τεχνικής ωριμότητας των κώνων. Αρχικά οι κώνοι αναπτύσσονται κατά μήκος, αλλά στο τέλος γίνονται

σφικτοί κλειστοί, γεμάτοι χρώμα και βαρύτεροι. Πλησιάζοντας στην ωρίμανση, το υδατικό περιεχόμενο των κώνων μειώνεται και αυτό είναι σημαντικό για την ζυθοποίηση αφού οι πικρικές ουσίες και τα αιθέρια έλαια φτάνουν στην βέλτιστη ποιότητα τους. Η ποσότητα και το περιεχόμενο των ταννινών παραμένουν σταθερά. Οι ουσίες που είναι απαραίτητες για τον ζυθοποιό, φτάνουν στο βέλτιστο επίπεδο κατά το χρόνο της τεχνικής ωρίμανσης. Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου, η ανάπτυξη των κληματοειδών βλαστών και βλαστών παρεμποδίζεται και η ανάπτυξη των νεαρότερων αφομοιωτικών φύλλων είναι πιο αργή. Οι κώνοι συνεχίζουν να αναπτύσσονται πιο ρωμαλέα και ταυτόχρονα η απόθεση των αποθησαυριστικών στα υπόγεια όργανα αυξάνεται, φτάνοντας κατά προσέγγιση την μισή από την τελική αποθησαυριστική ποσότητα. Στο ριζικό σύστημα, το βάρος των κονδυλωδών ριζών αυξάνεται, αλλά η δραστηριότητα των ριζών και ο αριθμός των λεπτών ριζιδίων μειώνεται.

η) *Η περίοδος φυσιολογικής ωρίμανσης.* Σε αυτή την περίοδο οι κώνοι ωριμάζουν, όπως και τα φρούτα π.χ. αχάινια (πηρυνόκαρπα). Αυτή η περίοδος ξεκινά κατά το στάδιο της τεχνικής ωρίμανσης των κώνων και τελειώνει με την φάση της φυσιολογικής ολοκληρωμένης ωρίμανσης των σπόρων.

Οι κώνοι γίνονται καφέ, τα βράκτια γυρνάνε προς τα έξω και εύκολα αποκολλούνται και η ποιότητα όπως και η ποσότητα των κυρίων ουσιών μειώνεται. Η ανάπτυξη όλων των υπέργειων οργάνων σταματά, ξεκινώντας με τα φύλλα και τους βλαστούς και η αποσύνθεση συγκεκριμένων οργάνων ξεκινά.

θ) *Η περίοδος αποσύνθεσης των βλαστών.* Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου, όλα τα υπέργεια όργανα πεθαίνουν. Αυτή η περίοδος ξεκινά με την φυσιολογική ωρίμανση των κώνων και τελειώνει με την ολοκληρωτική αποσύνθεση των κληματοειδών βλαστών. Αυτή η διαδικασία αποσύνθεσης ξεκινά με την κορυφή του κληματοειδούς βλαστού και τους ανώτερους βλαστούς, συνεχίζει προς τα κάτω και εν τέλει φτάνει το κόμματι του κληματοειδούς βλαστού που είναι κοντά στο έδαφος. Η λειτουργία των φύλλων σε αυτό το κάτω κόμματι του κληματοειδούς βλαστού έχει διακοπεί κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου αλλά οφθαλμοί που είναι σε λήθαργο έχουν παραμείνει στις μασχάλες τους. Αυτοί και τα χαμηλότερα μέρη του κληματοειδούς βλαστού αποσυντίθενται τελευταία. Ταυτόχρονα με την αποσύνθεση των κληματοειδών βλαστών, η μεταφορά των αποθησαυριστικών στα υπόγεια όργανα τελειώνει (Rybáček, 1991).



Εικόνα 82. Κύρια στάδια ανάπτυξης του λυκίσκου προερχόμενα από το σύστημα BBCH. 1) Βλάστηση, 2) ανάπτυξη φύλλων, 3) επιμήκυνση βλαστών, 4) διαμόρφωση των πλευρικών βλαστών, 5) ανάδυση ανθέων, 6) άνθηση, 7) ανάπτυξη των κώνων, 8) ωρίμανση των κώνων και 9) μαρασμός-γήρανση (έναρξη λήθαργου) (Dodds, 2017).

2.2.5.2 Διαχείριση καλλιέργειας

Οι καλλιεργητικές φροντίδες και οι δραστηριότητες όπως η προετοιμασία πριν την φύτευση, η υποστύλωση, η φύτευση, η άρδευση, η λίπανση κ.α., που πρέπει να επιτελεστούν κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου αναφέρονται εκτενέστερα και σε άλλα κεφάλαια. Η σειρά και ο χρόνος που θα πρέπει να γίνουν αναλύεται σε αυτό το κεφάλαιο. Η παραγωγή του λυκίσκου είναι μια διαδικασία που προϋποθέτει πολλές ώρες εξειδικευμένης εργασίας, με τις περισσότερες δραστηριότητες να συμβαίνουν την άνοιξη και κατά την περίοδο της συγκομιδής. Σε αυτές περιλαμβάνονται η τροποποίηση και λίπανση του εδάφους, η τοποθέτηση των σχοινιών υποστήριξης, η φύτευση, η εδαφοκάλυψη, το κλάδεμα των στεμμάτων, η περιτύλιξη των βλαστών, η αποφύλλωση και το βλαστολόγημα βάσης, η άρδευση, η διαχείριση ζιζανίων, η λίπανση, η ανίχνευση για ασθένειες και εχθρούς και η αντιμετώπιση τους κ.α.

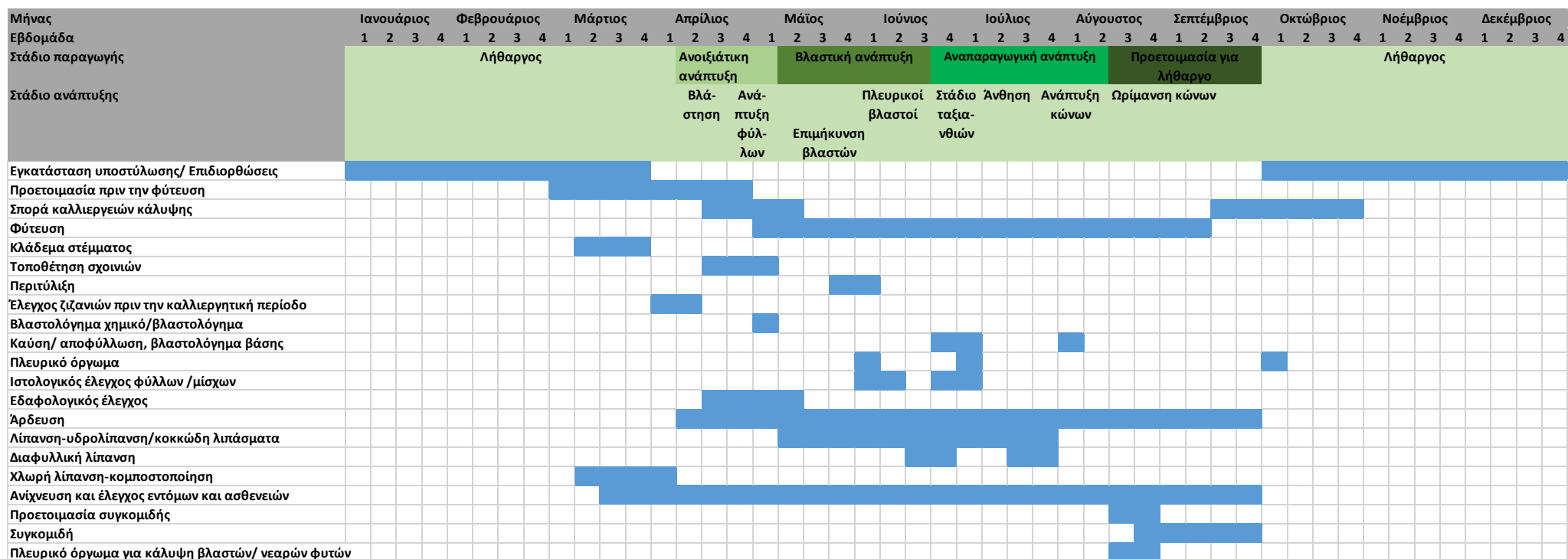
Φροντίδα μετά την καλλιεργητική περίοδο

Μετά το θάνατο της πράσινης ανάπτυξης από το παγετό, θα πρέπει να κοπούν ως κάτω οι κληματοειδείς βλαστοί ως το επίπεδο του εδάφους. Θα πρέπει να τροφοδοτηθεί κάθε λοφίσκος με μικρή ποσότητα κομπόστ ή καλά αποσυνθεμένης κοπριάς και να τοποθετηθεί εδαφοκάλυψη πάνω τους. Εάν το έδαφος τείνει να είναι όξινο, το φθινόπωρο είναι ο βέλτιστος χρόνος για την προσθήκη ασβεστόλιθου ή σταχτών από ξύλα. Οι κληματοειδείς βλαστοί μπορεί να κοπούν και να κομποστοποιηθούν (Fisher & Fisher, 1998).

Ακολουθούν ο Πίνακας 10. Ετήσιες καλλιεργητικές δραστηριότητες –φροντίδες, καλλιέργειας λυκίσκου (Morton, 2013). και η Εικόνα 83. Χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων διαχείρισης καλλιέργειας λυκίσκου στο βορειοδυτικό Μίσιγκαν (Sirtine et al., 2021), όπου υποδεικνύονται οι ετήσιες καλλιεργητικές δραστηριότητες φροντίδες στα χρονικά στάδια της καλλιεργητικής περιόδου.

Πίνακας 10. Ετήσιες καλλιεργητικές δραστηριότητες –φροντίδες, καλλιέργειας λυκίσκου (Morton, 2013).

Ανοιξιάτικες Δραστηριότητες	Έλεγχος εδάφους για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων λίπανσης. Εφαρμογή λιπασμάτων και τροποποιήσεων. Καθαρισμός των υλικών της προηγούμενης χρονιάς. Τοποθέτηση συρμάτων περιτύλιξης ή σχοινιών από ίνες κοκοφοίνικα. Περιτύλιξη των βλαστών (δέσιμο με την φορά των δεικτών ρολογιού).
Καλοκαιρινές Δραστηριότητες	Έλεγχος ζιζανίων και χορτοκοπή. Εφαρμογή λιπασμάτων και τροποποιήσεων. Ανίχνευση για έντομα και ασθένειες. Ιστολογική ανάλυση/φυλλοδιαγνωστική. Μέτρα ελέγχου ασθενειών. Διαχείριση άρδευσης
Φθινοπωρινές Δραστηριότητες	Έλεγχος ζιζανίων και χορτοκοπή. Συγκομιδή Σεπτεμβρίου. Απομάκρυνση των κώνων από τους κληματοειδείς βλαστούς. Καθαρισμός υπολειμμάτων της καλλιέργειας λυκίσκου για το χειμώνα. Προετοιμασία των γραμμών του αρδευτικού συστήματος για τον χειμώνα. Φθινοπωρινή διαχείριση εντόμων και ασθενειών.
Χειμωνιάτικες Δραστηριότητες	Κρύα αποθήκευση. Κατεργασία λυκίσκου. Εμπορευματοποίηση και πωλήσεις λυκίσκου.



Εικόνα 83. Χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων διαχείρισης καλλιέργειας λυκίσκου στο βορειοδυτικό Μίσιγκαν (Sirrinc et al., 2021)

2.2.5.3 Λίπανση

Τα απαραίτητα θρεπτικά είναι ανόργανα χημικά στοιχεία τα οποία χρειάζεται το φυτό για επαρκή ανάπτυξη. Για να θεωρηθεί ένα θρεπτικό απαραίτητο, θα πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

1. Το φυτό δεν μπορεί να ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής του αν υπάρχει έλλειψη αυτού του στοιχείου.
2. Η έλλειψη είναι ειδική για αυτό το στοιχείο και δεν μπορεί να αντικατασταθεί με ένα άλλο.
3. Το στοιχείο είναι άμεσα σχετιζόμενο με την ανάπτυξη του φυτού ως συστατικό, ως απαραίτητος μεταβολίτης ή για τη δράση ενός ενζυμικού συστήματος.

Τα θρεπτικά του φυτού χωρίζονται σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά. Τα μακροθρεπτικά απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες (π.χ., η συγκέντρωση αζώτου ιστού επί ξηρού 1500 mg/kg), ενώ τα μικροστοιχεία απαιτούνται σε πολύ μικρότερες ποσότητες (π.χ., η συγκέντρωση σιδήρου ιστού επί ξηρού 100 mg/kg). Δεκαέξι στοιχεία θεωρούνται απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Τα μακροθρεπτικά είναι το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το κάλιο (K), ασβέστιο (Ca), το θείο (S) και το μαγνήσιο (Mg). Τα μικροθρεπτικά στοιχεία είναι ο σίδηρος (Fe), το χλώριο (Cl), το μαγγάνιο (Mn), το βόριο (B), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu) και το μολυβδαίνιο (Mo). Τα φυτά αποκτούν οξυγόνο, υδρογόνο και άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Νέες έρευνες έχουν δείξει ότι και άλλα στοιχεία όπως το πυρίτιο (Si), το νικέλιο (Ni), το αλουμίνιο (Al), το κοβάλτιο (Co), το βανάδιο (V), το σελήνιο (Se) και η πλατίνα (Pt) ίσως επίσης είναι απαραίτητα για τα φυτά.

Η διαθεσιμότητα των θρεπτικών επηρεάζεται σε υψηλό βαθμό από το pH. Βέλτιστη διαθεσιμότητα θρεπτικών συμβαίνει περίπου σε ένα ουδέτερο pH, τάξεως 7,0. Σε όξινα περιβάλλοντα, τα στοιχεία άζωτο, φώσφορος και κάλιο έχουν περιορισμένη διαθεσιμότητα. Επιπλέον, τα υπερβολικά όξινα εδάφη μπορεί να απελευθερώσουν μέταλλα όπως αλουμίνιο, τα οποία μπορεί να είναι τοξικά για τα φυτά.

Η κατανόηση των απαιτήσεων των φυτών σε θρεπτικά είναι απαραίτητη για την σωστή εφαρμογή των λιπασμάτων. Προβλήματα όπως βερτισιλλίωση, σκληρωτινίαση, οίδιο και προσβολές από αραχνοειδή ακάρεα μπορεί να αυξηθούν από υπερβολική αζωτούχα λίπανση. Υπερβολική θρεπτική λίπανση μπορεί όχι μόνο να προκαλέσει προβλήματα ασθενειών αλλά μπορεί επίσης να οδηγήσει σε ρύπανση και απορροή. Οι Βέλτιστες Πρακτικές Διαχείρισης (BΠΔ) αλλιώς «Best management practices» (BMPs), είναι πρακτικές οι οποίες έχουν δείξει

ότι βελτιστοποιούν το δυναμικό παραγωγής, την αποδοτικότητα των προσθηκών ενώ προστατεύουν το περιβάλλον.

Οι τρέχουσες συστάσεις για εφαρμογές λιπασμάτων σε καλλιέργειες λυκίσκου, είναι βασισμένες στις περιοχές καλλιέργειας λυκίσκου της βορειοδυτικής ακτής των Η.Π.Α. Για τα πρώτα χρόνια της καλλιέργειας συστήνεται η εφαρμογή μόνο 8,4 kg/στρέμμα αζώτου. Αποδόσεις ολόκληρου του φυτού, της τάξεως 112 kg/στρέμμα, μπορούν να απομακρύνουν 8,97 με 10 kg αζώτου/στρέμμα. Αυτή η τιμή μπορεί να φτάσει υψηλά ως και 16,8 - 19,1 kg/στρέμμα. Οι συστάσεις για εφαρμογή φωσφόρου κυμαίνονται σε εύρος μεταξύ 22,4 - 12 kg/στρέμμα με βάση την συγκέντρωση του εδάφους. Οι συστάσεις για εφαρμογή καλίου κυμαίνονται σε εύρος μεταξύ 4,48 - 16,8 kg/στρέμμα.

Η διαθεσιμότητα των θρεπτικών των λιπασμάτων επηρεάζεται από την θερμοκρασία του εδάφους, την υγρασία, την συμπίκνωση, τις ασθένειες των ριζών και την διαθεσιμότητα θέσης. Ψευδοτροφопενίες μπορούν επίσης να εμφανιστούν στα φυτά. Τα ψευδή συμπτώματα μπορεί να είναι αποτελέσματα ζιζανιοκτόνου ή χημικής φθοράς, φθοράς από έντομα και από έντομα. Κρυφή έλλειψη θρεπτικών είναι όταν τα φυτά έχουν ελλείψεις θρεπτικών αλλά είναι ακόμα ασυμπτωματικά. Αυτό μπορεί να κάνει δύσκολο να διαγνωστούν τροφοπενίες εφόσον δεν θα είναι άμεσα εμφανείς.

Η δειγματοληψία φυλλικού ιστού χρησιμοποιείται για την απόκτηση πληροφοριών της θρεπτικής κατάστασης του φυτού όταν συμπτώματα τροφοπενιάς εμφανιστούν. Η περιεκτικότητα των θρεπτικών στα φύλλα μπορεί να είναι ένας καλός δείκτης για ολόκληρη την θρεπτική κατάσταση του φυτού (Judd, 2018).

Οι χρόνοι κλειδιά για την λίπανση του λυκίσκου είναι όψιμα στο λήθαργο για στερεά προϊόντα και στα μέσα της άνοιξης έως και πριν την συγκομιδή για υγρή λίπανση ή για υδατοδιαλυτά λιπάσματα που βρίσκουν εφαρμογή μέσω του αρδευτικού συστήματος (υδρολίπανση).

Βιβλιογραφικές πηγές θα πρέπει να συνδυαστούν με γνώση της τοποθεσίας καλλιέργειας, των χαρακτηριστικών του εδάφους του τόπου επιλογής και των αποτελεσμάτων του ιστολογικού ελέγχου, διότι αυτό βοηθά στην καθοδήγηση για την απόφαση της επιλογής λίπανσης.

Η εκτίμηση της απομάκρυνσης των θρεπτικών από τους καρπούς (κώνους) και τα φυτά μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό της λίπανσης αντικατάστασης. Οι ώριμοι λυκίσκοι απορροφούν περισσότερα θρεπτικά από το έδαφος, λόγω της μεγαλύτερης φυτικής μάζας τους και της απόδοσης τους σε κώνους συγκριτικά με νέα φυτά. Η εκτίμηση της απομάκρυνσης των θρεπτικών μπορεί να γίνει με χρήση των ποσοστών ξηρής ύλης και με μέτρηση της παραγόμενης βιομάζας της καλλιέργειας συνολικά σε kg ανά 10 στρέμματα (εκτάριο). Άλλοι

παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τις απαιτήσεις λίπανσης αντικατάστασης είναι τα επίπεδα οργανικής ύλης του εδάφους, οι τροποποιήσεις της οργανικής ύλης του εδάφους και οι υπολειμματικοί βλαστοί που επιστρέφονται στην καλλιέργεια ως οργανικό λίπασμα (κομπόστ). Λόγω αυτών των παραγόντων, η τελική απαιτούμενη αντικατάσταση των θρεπτικών μπορεί να μειωθεί σε σημαντικό βαθμό, διότι αυτά έχουν αποτέλεσμα την επιστροφή ή την προσθήκη θρεπτικών στο έδαφος.

Οι πληροφορίες για την λήψη αποφάσεων για τα θρεπτικά της καλλιέργειας εξάγονται από ιστολογικό και εδαφολογικό έλεγχο. Ο έλεγχος του εδάφους εγκατεστημένων καλλιεργειών, κάθε δύο χρόνια όψιμα το χειμώνα έως πρώιμα την άνοιξη είναι ικανός να προσδιορίσει τις αλλαγές στην εδαφική ισορροπία των θρεπτικών εν καιρώ. Έλεγχοι εδάφους πριν την φύτευση βοηθούν να προσδιοριστεί κάθε σημαντικό θέμα που σχετίζεται με παράγοντες όπως το εδαφικό pH και την περιεκτικότητα φωσφόρου, τα οποία διορθώνονται αποτελεσματικότερα πριν την φύτευση.

Δείγματα φυτικού ιστού θα πρέπει να συλλέγονται όταν οι βλαστοί φτάσουν προσεγγιστικά στο ήμισυ του ύψους της κομοστέγης. Σε κάποιες περιοχές καλλιέργειας λυκίσκου, αντί των φύλλων συλλέγονται ως δείγματα οι μίσχοι (Dodds, 2017).

Αζωτο (N)

Το εδαφικό άζωτο (N) είναι ζωτικό στους λυκίσκους για την εύρωστη ανάπτυξη της κομοστέγης. Λιπάνσεις αυτού του θρεπτικού στοιχείου χρειάζονται κάθε χρόνο. Τροφοπενίες αζώτου έχουν ως αποτέλεσμα αποχρωματισμένο και κιτρινωμένο φύλλωμα και μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης. Ο βέλτιστος χρόνος για εφαρμογή αζωτούχας λίπανσης είναι κατά την διάρκεια του σταδίου της ταχύτατης βλαστικής ανάπτυξης (επιμήκυνση των κληματοειδών βλαστών και ανάπτυξη των πλευρικών βλαστών). Θα πρέπει να αποφευχθεί η εφαρμογή αζωτούχας λίπανσης μετά την έναρξη της άνθησης, διότι αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ανεπιθύμητη βλαστική ανάπτυξη κατά την διάρκεια της φάσης ανάπτυξης των κόνων.

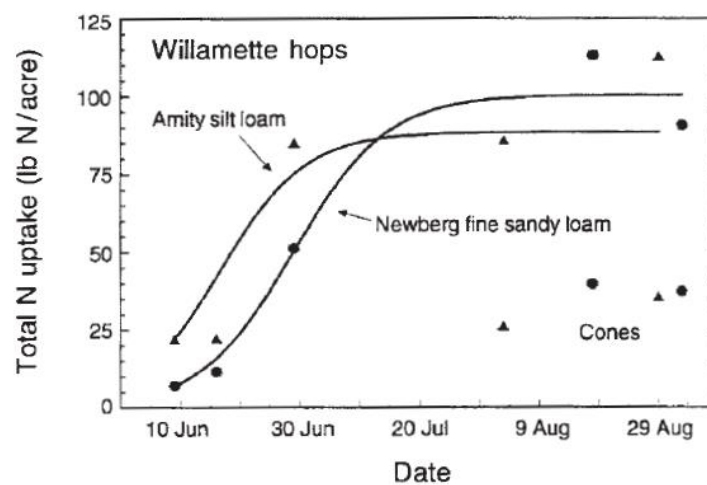
Η τυπική εφαρμογή αζωτούχας λίπανσης εντός της καλλιεργητικής περιόδου στις Η.Π.Α, είναι περίπου 8,5 kg πραγματικού (ποσότητα στοιχείου και όχι συνολική του λιπάσματος) αζώτου ανά στρέμμα, διαιρεμένο σε ένα αριθμό εφαρμογών κατά την καλλιεργητική περίοδο. Ωριμοί λυκίσκοι σε εδάφη με μέτρια περιεκτικότητα οργανικής ύλης, επιπέδου (2 - 5%), στις Η.Π.Α, τυπικά δέχονται 12 - 17 kg/στρέμμα πραγματικού αζώτου ως συμπληρωματική λίπανση. Οι συνιστάμενες τιμές αζωτούχας λίπανσης, τροποποιούνται σύμφωνα με τα επίπεδα οργανικής

ύλης του εδάφους και επιτελούνται με ετήσιες εφαρμογές αζωτούχας λίπανσης υψηλές έως και 230 kg για εδάφη με χαμηλή περιεχόμενη οργανική ύλη (Dodds, 2017).

Οι Gingrich et al. (2000), χρησιμοποίησαν μια εξίσωση για τον υπολογισμό του αζώτου για την εκτίμηση του ρυθμού εφαρμογής λιπασμάτων. Η εξίσωση υπολογισμού του αζώτου μπορεί να γραφτεί ως η ακόλουθη:

(Απαιτήσεις λυκίσκου σε άζωτο) – (άζωτο από κοπριά, άζωτο από κληματοειδείς βλαστούς και καλλιέργειες κάλυψης) = (άζωτο λιπάσματος που πρέπει να εφαρμοστεί).

Η πρόσληψη του αζώτου φαίνεται στην Εικόνα 84.



Εικόνα 84. Πρόσληψη αζώτου για δύο αγρούς παραγωγής λυκίσκου ποικιλίας «Willamette» κατά το έτος 1992 (Gingrich et al., 2000).

Η συγκέντρωση αζώτου στην υπέργεια βιομάζα ακολουθεί ένα πρότυπο παρόμοιο με αυτό της συγκέντρωσης της ξηρής ύλης. Ελάχιστο άζωτο προσλαμβάνετε με την αρχική ανάπτυξη, μόνο το 10% του συνόλου προσλαμβάνεται έως νωρίς τον Ιούνιο. Η πρόσληψη του αζώτου συμβαίνει πολύ γρήγορα τον Ιούνιο και σχεδόν ολοκληρώνεται νωρίς τον Ιούλιο (Gingrich et al., 2000).

Η οξίνιση του εδάφους συμβαίνει φυσικά, τα περισσότερα αζωτούχα λιπάσματα επιταχύνουν την παραγωγή οξέων στο έδαφος, ενώ τα νιτρικά λιπάσματα μπορεί να αυξήσουν το pH σε ένα βάθος 60 cm. Προσεκτική διαχείριση της προσθήκης λιπασμάτων, ασβεστοποίηση και αυξημένο περιεχόμενο οργανικής ύλης στο έδαφος βοηθούν στην καθυστέρηση της διαδικασίας οξίνισης (Dodds, 2017).

Φυτά τα οποία απέχουν εκτενέστερα θα ανταποκριθούν σε υψηλότερα επίπεδα αζώτου συγκριτικά με φυτά που έχουν φυτευτεί πιο κοντά (Neve, 1991). Εφόσον το ένα τρίτο έως και

το μισό του ποσοστού του αζώτου στους λυκίσκους βρίσκεται στους κώνους, υψηλότερες αποδόσεις απαιτούν περισσότερο άζωτο συγκριτικά με μικρότερες αποδόσεις (Gingrich et al., 2000).

Κάλιο (K)

Το κάλιο είναι σημαντικό για την υγιή ανάπτυξη των φύλλων, την ανάπτυξη των κληματοειδών βλαστών, την υδατική ισορροπία του φυτού, την ανάπτυξη των κώνων και στις περισσότερες περιπτώσεις χρειάζονται ετήσιες λιπάνσεις (Dodds, 2017).

Η τροφοπενία καλίου έχει ως αποτέλεσμα φτωχή ανάπτυξη και μείωση της απόδοσης, το οποίο συνδέεται με αμαύρωση των μεσονεύριων περιοχών οι οποίες αργότερα γίνονται νεκρωτικές (Neve, 1991). Η περιοδική πρόσληψη καλίου των λυκίσκων είναι περίπου 9 - 17 kg/10 στρέμμα, με το 1/4 αυτής της ποσότητας να αποθηκεύεται στους κώνους του λυκίσκου και τα άλλα 3/4 στους κληματοειδείς βλαστούς και τα φύλλα. Το μεγαλύτερο ποσοστό του καλίου επίσης επιστρέφει, εφόσον το υπολειπόμενο φυτικό υλικό επιστρέφεται στο αγρό ως εδαφοκάλυψη μετά την συγκομιδή. Στις Η.Π.Α, τυπικές λιπάνσεις καλίου για μια περιοχή με ενδιάμεσες εδαφικές τιμές καλίου, είναι 9 - 11,5 kg/στρέμμα ανά καλλιεργητική περίοδο (Dodds, 2017).

Δεν συνίσταται τα επίπεδα καλίου να είναι ανώτερα κάποιων ορίων, διότι μπορεί να επιφέρουν τροφοπενία μαγνησίου (Neve, 1991).

Φώσφορος (P)

Από τα μακροθρεπτικά στοιχεία κλειδιά (N, P, K και S), ο φώσφορος (P) παρουσιάζει την μικρότερη απαίτηση από τους λυκίσκους. Με βάση ένα ξηρό ποσοστό φωσφόρου ολόκληρου του καρπού 0,5% και μια συνολική παραγωγή ξηρού ποσοστού (κώνοι και κομοστέγη) π.χ. 400 kg/στρέμμα, η απομάκρυνση του φωσφόρου θα είναι κατά προσέγγιση 2 kg/στρέμμα. Θα πρέπει να τροποποιείται ο πραγματικός ρυθμός φωσφορικής λίπανσης, σύμφωνα με τη κατάσταση του φωσφόρου στο έδαφος (Dodds, 2017). Έχει βρεθεί από διάφορες έρευνες ότι ο λυκίσκος έχει χαμηλές απαιτήσεις σε φώσφορο και γενικά δεν αποκρίνεται σε λιπάνσεις φωσφόρου (Gingrich et al., 2000).

Θέματα που σχετίζονται με χαμηλό εδαφικό φώσφορο αντιμετωπίζονται καλύτερα πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, διότι ο φωσφόρος είναι υψηλά κινητός και είναι δύσκολο να τροποποιηθεί σε βάθος μετά την εγκατάσταση (Dodds, 2017).

Η τροφοπενία φωσφόρου που επιφέρει σταδιακή μείωση της απόδοσης δύσκολα προσδιορίζεται και ταυτοποιείται διότι δεν παρουσιάζει εμφανή συμπτώματα. Ο φωσφόρος είναι ιδιαίτερα σημαντικός για το ερέθισμα της ανάπτυξης ριζών και συνεπώς είναι απαραίτητος για την διασφάλιση επαρκούς παροχής θρεπτικών για τα νέο-φυτεμένα δένδρα (Neve, 1991).

Ιχνοστοιχεία

Τα ιχνοστοιχεία για τους λυκίσκους, περιλαμβανομένου του μαγνησίου (Mg), του ψευδαργύρου (Zn) και του βορίου (B), είναι πιθανό να μην επαρκούν.

Η υπερβολική καλιούχα λίπανση, η ανισορροπία στον λόγο ασβεστίου/μαγνησίου και η χαμηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε μαγνήσιο μπορεί να οδηγήσει σε τροφοπενία μαγνησίου. Η ασβέστωση με ανθρακικό ασβέστιο σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα μαγνησίου μπορεί να αποδώσει τροφοπενία μαγνησίου, λόγω της επιρροής της στον λόγο ασβεστίου προς μαγνήσιο στο έδαφος. Θα πρέπει ο λόγος Ca/Mg να είναι περίπου 2,5 - 5/1.

Το κύριο σύμπτωμα τροφοπενίας μαγνησίου είναι ενδονευρική φυλλική χλώρωση (κιτρίνισμα) ενώ τα ίδια τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Η προσθήκη δολοματικού ασβέστη και θεικού μαγνησίου είναι οι δύο πιο σημαντικές τροποποιήσεις για εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα μαγνησίου. Η εφαρμογή δολομίτη γίνεται πριν την φύτευση, ενώ του θεικού μαγνησίου εντός της καλλιεργητικής περιόδου για να συμπληρώσει το διαθέσιμο μαγνήσιο.

Η τροφοπενία ψευδαργύρου χαρακτηρίζεται από μικρά, χλωρωτικά, παραμορφωμένα προς τα πάνω φύλλα και αδύναμη ανάπτυξη των πλευρικών και των κληματοειδών βλαστών. Ο θεικός ψευδάργυρος χρησιμοποιείται συνήθως για να διορθώσει την τροφοπενία ψευδαργύρου και μπορεί να εφαρμοστεί ως διαφυλλικός ψεκασμός ή μέσω άρδευσης (Dodds, 2017). Στις Η.Π.Α η τροφοπενία ψευδαργύρου συμβαίνει συχνότερα σε ερημικές περιοχές με υψηλή άρδευση όπως η κοιλάδα της Yakima, αλλά έχει μειωθεί σημαντικά αφού οι καλλιεργητές περιέλαβαν τον ψευδάργυρο στα προγράμματα λίπανσης (Neve, 1991).

Χαμηλά επίπεδα βορίου παράγουν συμπτώματα τροφοπενίας, όπως καθυστερημένη βλαστική ανάπτυξη, ρυτίδιασμα και παραμορφωμένο φύλλωμα (Neve, 1991). Τα αποτελέσματα της εδαφικής ανάλυσης βοηθούν να προσδιοριστεί εάν χρειάζεται συμπληρωματικό βόριο. Η τροφοπενία βορίου μπορεί να διορθωθεί με εδαφικό διαλυτό λίπασμα. Όταν χρειάζεται, ένας τυπικός ρυθμός λίπανσης πραγματικού βορίου που εφαρμόζεται στις Η.Π.Α. είναι κατά προσέγγιση 0,1 - 0,2 kg/στρέμμα.

Θα πρέπει να δίνεται προσοχή να μην γίνεται υπερβολική λίπανση με βόριο αφού αυτό το ιχνοστοιχείο μπορεί να γίνει γρήγορα τοξικό (Dodds, 2017).

Τροφопενία βορίου έχει αναφερθεί στην Γερμάνια καθώς επίσης και στην Νέα Ζηλανδία, όπου τα συμπτώματα που περιγράφηκαν ήταν καθυστερημένη ανάπτυξη βλαστών συνοδευόμενη από ρυτίδιασμα και δυσμορφία των φύλλων σε πολλές περιπτώσεις. Τα μεσογονάτια ήταν μικρά, οι πλευρικοί βλαστοί αναπτύσσονταν σε πρώιμη ηλικία και το σημείο ανάπτυξης νέκρωνε. Στην Αγγλία, ο Cripps (1956) περιέγραψε περαιτέρω μια δυσκαμψία των νέων κορυφών των κληματοειδών βλαστών οι οποίοι παρουσίασαν μικρού μεγέθους φύλλα και μεσογονάτια και μεγάλου μεγέθους παράφυλλα. Τα προαναφερθέντα συμπτώματα περιγράφηκαν ως «χνουδωτή κορυφή» (Neve, 1991).

Πρώιμη διαχείριση καλλιέργειας

Η ενθάρρυνση της υγιούς ανάπτυξης αποτελεί προτεραιότητα κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο μετά την φύτευση. Η διαχείριση της εδαφικής υγρασίας, των θρεπτικών, των ζιζανίων/ασθενειών και η περιτύλιξη των κληματοειδών βλαστών συνολικά συμβάλλουν στην επιτυχή εγκαθίδρυση του αγρού του λυκίσκου.

Θα πρέπει να ελέγχεται η εδαφική υγρασία το ελάχιστο καθημερινά και να διασφαλιστεί ότι το αρδευτικό σύστημα μπορεί να λειτουργήσει από την πρώτη μέρα μετά την φύτευση. Είναι προτιμότερο η άρδευση να λαμβάνει χώρα πιο συχνά και σε μικρότερη διάρκεια, διατηρώντας το έδαφος υγρό αλλά όχι κορεσμένο.

Τα αποτελέσματα του εδαφολογικού ελέγχου πριν την φύτευση θα βοηθήσουν στην καθοδήγηση των αρχικών αναγκών σε λίπανση. Η έντονη βλαστική ανάπτυξη χρειάζεται άζωτο (N).

Εάν η υδρολίπανση αποτελεί επιλογή, θα πρέπει να διαχωριστεί η συνολική προσθήκη αζώτου σε ένα αριθμό αρδευτικών κύκλων κατά τη διάρκεια της άνοιξης και στις αρχές του καλοκαιριού.

Στην περίπτωση που η τροποποίηση του εδαφικού φωσφόρου (P) γίνει κατά την διάρκεια της προετοιμασίας εδάφους, δεν χρειάζεται να γίνει κάποια προσθήκη μετά τη φύτευση κατά την πρώτη περίοδο ανάπτυξης.

Θα πρέπει να αξιολογηθεί η κατάσταση και η ανάγκη προσθηκών άλλων θρεπτικών κλειδιών όπως το κάλιο, ο ψευδάργυρος και το βόριο.

Η διαχείριση των ζιζανίων μειώνει το ανταγωνισμό για την εδαφική υγρασία και τα διαθέσιμα θρεπτικά. Για μικρές καλλιέργειες λυκίσκου, η χειρωνακτική απομάκρυνση των ζιζανίων μπορεί να αποτελεί μια επιλογή. Θα πρέπει να γίνει εδαφοκάλυψη στα νεαρά φυτά, το οποίο όχι μόνο θα περιορίσει την ανάπτυξη των ζιζανίων, αλλά θα βοηθήσει επίσης στην συγκράτηση της εδαφικής υγρασίας και να δομηθεί οργανικός άνθρακας.

Η χημικός έλεγχος είναι ο πιο αποδοτικός τρόπος ελέγχου των ζιζανίων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ζιζανιοκτόνα με την προϋπόθεση ότι είναι εγκεκριμένα ή επιτρέπονται για χρήση στους λυκίσκους.

Η σιμαζίνη είναι ένα προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο με επισήμανση καταχώρησης για τους λυκίσκους στην περιοχή του New South Wales. Μπορεί να γίνει εφαρμογή σιμαζίνης (σύμφωνα με τις οδηγίες επισήμανσης) σύντομα μετά την φύτευση για την μείωση του φυτρώματος νεών ζιζανίων.

Για νεοφυτεμένους λυκίσκους χρειάζεται 2 με 3 καλλιεργητικές περίοδοι για να παραχθεί μια ολοκληρωμένη κομοστέγη εμπορικού επιπέδου. Κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο, θα πρέπει να περιτυλιχθούν οι πιο εύρωστοι κληματοειδείς βλαστοί σε ένα μόνο σχοινί (Dodds, 2017).

Τα φυτά του λυκίσκου θα πρέπει να διαχωρίζονται, ή το ελάχιστο θα πρέπει να γίνεται κλάδεμα των ριζών σε σημαντικό βαθμό κάθε τρία χρόνια. Σε μια εγκαταστημένη καλλιέργεια λυκίσκου, ένα ετήσιο κλάδεμα των ριζών ενδείκνυται. Τα ριζώματα θα πρέπει να κλαδεύονται προτού οι νεαροί βλαστοί γίνουν 15 cm σε ύψος. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται καθαρά, κοφτερά μαχαίρια για να γίνουν καθαρές κοπές. Έτσι τα ριζώματα θα αναπτυχθούν πιο έντονα. Θα πρέπει να κοπούν οι ρίζες γύρω από το στέμμα σε τετραγωνικό σχήμα μεγέθους 30 cm και τραβηχτούν οι εξωτερικές ρίζες και να απορριφθούν. Θα πρέπει με σιγουριά να μην αφηθεί κανένα ακρωτηριασμένο κομμάτι ριζών στο έδαφος, αλλιώς θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται (Fisher & Fisher, 1998). Ένας λόγος που γίνεται κλάδεμα του στέμματος είναι η πρόληψη από το περονόσπορο. Αφαιρώντας το πάνω επιφανειακό κομμάτι του στέμματος, αφαιρούνται ταυτόχρονα και τυχόν μυκήλια περονόσπορου. Μπορεί να γίνει είτε μηχανικά είτε χειρωνακτικά.

Οι πρώτοι βλαστοί που αναδύονται από το στέμμα του λυκίσκου την άνοιξη, συνήθως αναπτύσσονται ανεπαρκώς και δεν θα πρέπει να περιτυλίγονται στα σχοινιά προκειμένου η κομοστέγη που θα αναπτυχθεί να είναι κατάλληλη. Το ανοιξιάτικο βλαστολόγημα της πρώτης βλαστικής ανάπτυξης θα ενθαρρύνει μια δεύτερη πιο δυνατή βλαστική ανάπτυξη πιο ομοιόμορφων βλαστών.

Παγκόσμια, το ανοιξιάτικο βλαστολόγημα γίνεται είτε χειρωνακτικά (με ένα κατάλληλο ψαλίδι) ή με ένα ζιζανιοκτόνο ξήρανσης όπως το paraquat και το diquat.

Η τοποθέτηση των σχοινιών στο αγρό του λυκίσκου γίνεται την άνοιξη προτού υπάρξει σημαντική ανάπτυξη της νέας καλλιεργητικής περιόδου ή άμεσα μετά το βλαστολόγημα της πρώτης βλαστικής ανάπτυξης.

Κατά την περίοδο της εγκατάστασης (μέχρι και το στάδιο επιμήκυνσης των βλαστών), ο καλλιεργητής θα πρέπει να αποφασίσει πόσα σχοινιά θα χρησιμοποιήσει ανά στέμμα για να βελτιστοποιήσει την χρησιμοποίηση του διαθέσιμου χώρου κομοστέγης.

Αφού έχει γίνει πλήρης εγκατάσταση (στάδιο ανάπτυξης των πλευρικών βλαστών και έπειτα), ο αριθμός των σχοινιών ανά στέμμα θα είναι ο ίδιος από την μια καλλιεργητική περίοδο στην επόμενη.

Σε ώριμες καλλιέργειες λυκίσκου στην Πολιτεία της Ουάσιγκτον στις Η.Π.Α, τραβιούνται συνήθως τρία με τέσσερα σχοινιά από κάθε στέμμα, ενώ δύο σχοινιά ανά στέμμα φαίνεται να είναι πιο κοινό στην Νέα Ζηλανδία και στην Αυστραλία.

Πλατφόρμες ρυμουλκόμενες από ελκυστήρα (Εικόνα 85) είναι απαραίτητες για εκτενέστερες καλλιέργειες, εφόσον αυξάνουν την αποδοτικότητα της εργασίας κατά την διαδικασία τοποθέτησης σχοινιών (Dodds, 2017).



Εικόνα 85. Καλλιεργητές στις Η.Π.Α χρησιμοποιούν πλατφόρμες ρυμουλκόμενες από ελκυστήρες για να μειώσουν τα εργατικά κόστη κατά την διαδικασία τοποθέτησης σχοινιών (Dodds, 2017).

Το σχοινί από κοκοφοίνικα, που είναι φτιαγμένο από περιβλήματα κοκοφοινίκων, παραδοσιακά προτιμάται από τους καλλιεργητές λυκίσκου στις κύριες περιοχές καλλιέργειας

λυκίσκου ανά τον κόσμο. Ο κοκοφοίνικας είναι σκληρός, υψηλής αντοχής (και βιοδιασπώμενος) και παρέχει μια καλή επιφάνεια αναρρίχησης για τους κληματοειδείς βλαστούς του λυκίσκου (Eyck & Gehring 2015). Σχοινί φτιαγμένο από σιζάλ, που είναι προστατευμένο από αποσύνθεση, είναι συνήθως περισσότερο διαθέσιμο στην Αυστραλία συγκριτικά με το αντίστοιχο του κοκοφοίνικα και είναι μια βιώσιμη εναλλακτική.

Τα σχοινιά του λυκίσκου δένονται στο κορυφαίο συρματόσχοινο και αγκιστρώνονται στην φυτεμένη σειρά δίπλα από το στέμμα. Χρησιμοποιείται ένα μεταλλικό εξάρτημα, ο συνδετήρας «W», ο οποίος αγκιστρώνει τα σχοινιά του λυκίσκου μέσα στο λοφίσκο με χρήση ενός ειδικού εφαρμογέα. Αυτή η μέθοδος διατηρεί την περιοχή του λοφίσκου καθαρή και έτσι δεν παρουσιάζονται παρεμβολές στο μηχανικό κλάδεμα.

Η περιτύλιξη των κληματοειδών βλαστών ξεκινά αφού ή δεύτερη ανάδυση της νέας ανάπτυξης φτάσει τα 60 cm σε μήκος. Η πλειοψηφία των στεμμάτων θα έχουν αναπτύξει βλαστούς τέτοιου κατάλληλου μήκους. Εργάτες κινούνται σε όλη την καλλιέργεια λυκίσκου και περιτυλίζουν δύο με τρεις από τους πιο δυνατούς βλαστούς σε κάθε σχοινί, δένοντας τους με κατεύθυνση των δεικτών ρολογιού. Αφού περιτυλιχθούν, οι κληματοειδείς βλαστοί συνήθως αναπτύσσονται κατά μήκος του σχοινού χωρίς βοήθεια για το υπόλοιπο της περιόδου επιμήκυνσης (Εικόνα 86) (Dodds, 2017).



Εικόνα 86. Η τοποθέτηση των σχοινίων και η περιτύλιξη των κληματοειδών βλαστών αποτελούν δύο από τις πιο απαιτητικές εργασίες και επιτελούνται την άνοιξη (Dodds, 2017).

Τα εγκατεστημένα φυτά παράγουν πολύ περισσότερους βλαστούς από όσους χρειάζονται και αφού ολοκληρωθεί η περιτύλιξη είναι απαραίτητο να απομακρυνθούν οι περισσευούμενοι.

Αυτό μπορεί να γίνει με το χέρι ή συνηθέστερα με χημική αποφύλλωση όπου γίνεται καύση της ανεπιθύμητης ανάπτυξης.

Επιπλέον της απομάκρυνσης όλων των περισσευόμενων βλαστών είναι συνήθης πρακτική να απογυμνώνονται τα φυτά από τα φύλλα και τους πλευρικούς βλαστούς από το χαμηλό τμήμα των κληματοειδών βλαστών. Εάν αφεθούν χωρίς περιορισμό παρέχουν ένα εξαιρετικό περιβάλλον για τον περονόσπορο και το ωίδιο ή τα κόκκινα αραχνοειδή ακάρεα για να εγκατασταθούν και μετά να εξαπλωθούν προς τα πάνω στην κύρια κομοστέγη. Η απογύμνωση συνήθως ξεκινά όταν οι βλαστοί είναι ύψους περίπου 2 m και συνεχίζεται έπειτα στην καλλιεργητική περίοδο εφόσον απαιτείται. Το ύψος στο οποίο επιτελείται εξαρτάται από συνθήκες. Στα νεαρά φυτά επιτελείται στο ελάχιστο, έτσι ώστε κάποια φύλλα να παραμένουν στο κομμάτι της βάσης των κληματοειδών βλαστών. Το κομμάτι αυτό δεν αφαιρείται μετά την συγκομιδή και έτσι κάποια επιπλέον φωτοσυνθετική δραστηριότητα συνεχίζεται και συσσωρεύονται αποθησαυριστικές ουσίες στο ρίζωμα.

Προηγούμενες εμπειρίες προβλημάτων από ασθένειες μπορεί να τροποποιήσουν το βαθμό της απογύμνωσης (αποκοπή βλαστών και φύλλων) όταν ο καλλιεργητής το θεωρεί απαραίτητο. Η εισαγωγή μηχανών που τραβούν τους κληματοειδείς βλαστούς κατά την συγκομιδή απαιτεί ότι οι κληματοειδείς βλαστοί θα πρέπει να είναι απογυμνωμένοι στο ύψος το οποίο κόβονται. Λόγω αυτών των διάφορων παραγόντων, οι κληματοειδείς βλαστοί απογυμνώνονται σε οποιοδήποτε ύψος ανάμεσα 1 - 2 m υψηλά από το έδαφος (Neve, 1991).

2.2.5.4 Εχθροί και Ασθένειες

Γενικά

Οι ασθένειες, οι εχθροί και τα ζιζάνια του λυκίσκου είναι άφθονα. Θα πρέπει να δοθεί προσοχή στην διαχείριση τους, να οργανωθεί και να εφαρμοστεί ένα σύστημα διαχείρισης, διότι μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα, την ποσότητα της παραγωγής καθώς και την υγεία και διατήρηση των φυτών. Επίσης είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψιν αν είναι διαθέσιμη τοπική εμπειρία καλλιεργητών, συμβουλευτική από αρμόδιους για την διαχείριση, την αντιμετώπιση τους, για την κατάλληλη εφαρμογή φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων. Παρόλο την μεγάλη πληθώρα, δεν εμφανίζονται όλοι οι εχθροί και οι ασθένειες στις ίδιες συχνότητες καθώς και δεν είναι το ίδιο επιζήμιοι. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά η πλειοψηφία των εχθρών, ασθενειών, ζιζανίων, διότι υπάρχει εκτενής αναφορά στην βιβλιογραφία για αυτούς, καθώς και

για την συμπτωματολογία τους, για την χρήση και εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων και άλλων σκευασμάτων.

2.2.5.5 Ασθένειες

Διάφορες ασθένειες επηρεάζουν τους λυκίσκους, αποτελούν ζήτημα υψηλής σημασίας σε περιοχές με υγρασία, όπου εξαπλώνονται και περισσότερο.

Στις κύριες ασθένειες περιλαμβάνονται ο περονόσπορος του λυκίσκου (*Pseudoperonospora humuli*), το ωίδιο (*Podosphaera macularis*) και το βερτισίλλιο (*Verticillium albo-atrum* ή *Verticillium dahliae*).

Στην πραγματικότητα, ο περονόσπορος και το ωίδιο ήταν υπεύθυνα για την πτώση της παραγωγής λυκίσκου στις ανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες τη δεκαετία του 1920. Το πρώτο βήμα στην διαχείριση ασθενειών είναι η επιλογή ποικιλιών ανθεκτικών ή που αντιστέκονται σε ασθένειες.

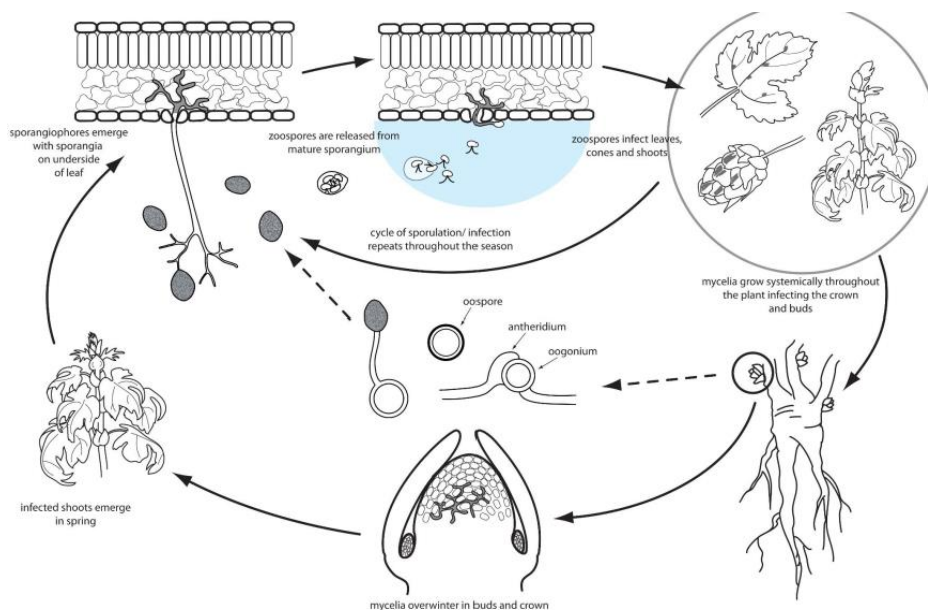
Το USDA ARS διατηρεί μια βάση δεδομένων τέτοιων ποικιλιών λυκίσκου (Sirtine et al., 2010). Ο κύριος τρόπος για την διαχείριση ασθενειών στην φυτεία λυκίσκου είναι η χρήση αειφόρων πρακτικών και αυτό θα λάβει χώρα με δράσεις από τα πρώτα στάδια. Η επιλογή ενός φυτού ή ριζώματος με απουσία ασθενειών από πιστοποιημένο προμηθευτή και η φύτευση ποικιλιών λυκίσκου που είναι ανθεκτικές σε ασθένειες θα αποτελεί τη πρώτη γραμμή άμυνας. Η επιλογή της τοποθεσίας της φυτείας λυκίσκου για την βελτιστοποίηση της αποστράγγισης, της έκθεσης στον ήλιο και του αερισμού αποτελεί επίσης κλειδί, όπως επίσης η προετοιμασία του εδάφους και ο περιορισμός των ζιζανίων πριν τη φύτευση. Αφού οι λυκίσκοι αρχίζουν να αναπτύσσονται, η παρατήρηση, οι γρήγορες δράσεις και ο συνεχής έλεγχος των ζιζανίων, θα βοηθήσουν στην διατήρηση των ασθενειών υπό έλεγχο όταν εμφανιστούν στην φυτεία του λυκίσκου.

Ψευδοπερονόσπορος (*Downy Mildew*)

Η διάδοση του ψευδοπερονόσπορου κατά την δεκαετία του 1920 σε όλες τις χώρες παραγωγής λυκίσκου στο Βόρειο Ημισφαίριο και αργότερα στην Νότια Αμερική, καθιστά συνολικά τον ψευδοπερονόσπορο ως την πιο σημαντική ασθένεια του φυτού λυκίσκου που επηρεάζει την καλλιέργεια του. Παρόλο που σε τοπικό επίπεδο μπορεί άλλες ασθένειες να είναι πιο σοβαρές (Neve, 1991). Οι απώλειες από τον περονόσπορο εξαρτώνται από το κλίμα και το πόσο

επιδεκτική είναι η ποικιλία. Είναι μέγιστες σε περιοχές με βαριές ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις και σε θερμοκρασίες από 15 έως 21°C (Sirrione et al., 2010). Η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία και η Νότια Αφρική εξαιρούνται, εφόσον έλαβαν αυστηρά μέτρα προφύλαξης καραντίνας για την ασθένεια αυτή (Neve, 1991).

Ο *Pseudoperonospora humuli* αποτελεί τον παθογόνο οργανισμό για τον περονόσπορο του λυκίσκου. Είναι ένας ομοθαλικός παθογόνος ωομύκητας, υποχρεωτικά βιότροφος. Ο *Pseudoperonospora humuli* αναπαράγεται κυρίως ασεξουαλικά μέσω σποριαγγείων, με ένα πολυκυκλικό τρόπο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτά τα σποριάγγεια διασπείρονται μέσω αέρα και νερού. Επιπλέον τα σποριάγγεια διεγείρονται για να απελευθερώσουν ζωοσπόρια μετά από επαρκή έκθεση σε νερό. Τα ζωοσπόρια εγκυτώνονται μεμονωμένα πάνω στα ανοιχτά στόματα, διαμορφώνοντας ένα μικροβιακό σωλήνα και επακόλουθα ένα υποστοματικό μικκύλιο κατά τα στάδια της πρώιμης μόλυνσης (Havill, 2017).



Εικόνα 87. Κύκλος ζωής του *Pseudoperonospora humuli* στο λυκίσκο (Lizotte & Miles, 2020a).

Συμπτώματα και επιδημιολογία

Οι συστηματικά μολυσμένοι βλαστοί αναφέρονται ως «ακίδες βάσης» και αναδύονται την άνοιξη κατόπιν της διακοπής του λήθαργου. Αυτοί οι μολυσμένοι βλαστοί παρουσιάζουν καχεκτική ανάπτυξη και συμπτώματα χλώρωσης, τα οποία εκτείνονται από την βάση του ελάσματος του φύλλου και εξαπλώνονται προς άκρα του φύλλου. Η μόλυνση του πολυετούς στέμματος του λυκίσκου μπορεί να οδηγήσει σε άνισα κατανεμημένες μολύνσεις των οφθαλμών του στέμματος, με υγιείς και μολυσμένους βλαστούς να εγείρονται από το ίδιο φυτό.

Η ανάπτυξη σπορίων συμβαίνει στη κάτω επιφάνεια των φύλλων, με τα σποραγγειοφόρα να αναδύονται στις πρώτες πρωινές ώρες υπό ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες. Η διάδοση των σποριαγγείων μέσω βροχής ή ανέμου επιτρέπει μεταγενέστερες δευτερογενείς μολύνσεις. Οι μολύνσεις των φύλλων είναι ορατές ως γωνιακές χλωρωτικές κηλίδες, που περικλείονται από τα νεύρα του φύλλου και συχνά συγχωνεύονται σε υψηλά επιδεκτικές ποικιλίες. Οι δευτερογενείς μολύνσεις βλαστών ίσως συμβαίνουν στους κύριους ή πλευρικούς βλαστούς με την παραγωγή εναέριων ακίδων, το οποίο οδηγεί σε υποβάθμιση της ολικής ποιότητας και απόδοσης των κώνων. Ύστερα από συστηματική μόλυνση του φυτού, η φάση της ασθένειας αποσύνθεσης του στέμματος μπορεί να συμβεί, αλλά θεωρείται κύριο πρόβλημα σε περιοχές που δεν ευνοείται η φυλλική φάση της ασθένειας. Η φυλλική φάση της ασθένειας κυρίως λειτουργεί ως μηχανισμός δευτερεύουσας διάδοσης του παθογόνου αναμεσά στα φυτά, σε έναν αγρό λυκίσκου. Η φάση αποσύνθεσης του στέμματος σχετίζεται κυρίως με τη παραγωγή των ακίδων βάσης ή με τον θάνατο του στέμματος, το οποίο ίσως συμβαίνει σε υψηλά επιρρεπείς ποικιλίες. Εν τέλει, η μόλυνση του κώνου αποτελεί κυρίαρχη ανησυχία, λόγω των προβλημάτων που προκύπτουν από την απώλεια της απόδοσης και της ποιότητας του. Ο αποχρωματισμός του κώνου μπορεί να έχει αποτέλεσμα την απόρριψη ολόκληρης της σοδειάς από τους ζυθοποιούς.

Ποικιλίες λυκίσκου από το πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης του Wye όπως «Wye Challenger», «Wye Northdown», «Wye Target», «Wye Yeoman», και «Wye Zenith» κυκλοφόρησαν και προωθήθηκαν ως υψηλής ανθεκτικότητας κατά του ψευδοπερονόσπορο (Havill, 2017).



Εικόνα 88. Ακίδα, ως αποτέλεσμα προσβολής από περονόσπορο (Sirrinc et al., 2010).

Η διαμόρφωση της ακίδας έχει αποτέλεσμα καχεκτική ανάπτυξη και μείωση στην παραγωγή κώνων. Εάν η άνθηση συμβεί σε υγρό καιρό, οι κώνοι πιθανών να μολυνθούν, με αποτέλεσμα μαυρισμένους κώνους που δεν μπορούν να πωληθούν στην αγορά (Sirrione et al., 2010).



Εικόνα 89. Περονόσπορος σε στροβίλους λυκίσκου (Sirrione et al., 2010).

Η διαχείριση του περονόσπορου απαιτεί πολλαπλές πρακτικές περιλαμβανομένου της φύτευσης ανθεκτικών ποικιλιών, της απολύμανσης του πεδίου καλλιέργειας και της εφαρμογής μυκητοκτόνων. Τα ριζώματα θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από ασθένειες, οι ακίδες βάσης θα πρέπει να απομακρύνονται άμεσα και τα μολυσμένα ριζικά στέμματα θα πρέπει να απομακρύνονται από την καλλιέργεια. Το βλαστολόγημα ή η απομάκρυνση των χαμηλότερων φύλλων θα βοηθήσει στην βελτίωση του αερισμού και στην μείωση της πυκνότητας ενοφθαλμισμού. Η ποικιλία Cluster είναι υπερβολικά επιδεκτική, μετρίως ανθεκτικές ποικιλίες αποτελούν οι Cascade, Fuggle, Perle, Tettnanger και Willamette (Sirrione et al., 2010).

Συνοπτικά, μέτρα διαχείρισης αποτελούν: η επιλογή των πιο ανθεκτικών ποικιλιών οι οποίες είναι διαθέσιμες για την προοριζόμενη αγορά, η εγκατάσταση καλλιέργειας λυκίσκου με φυτικό υλικό απαλλαγμένο από ασθένειες, η λεπτομερής απομάκρυνση των φύλλων που βρίσκονται χαμηλά κατά το ανοιξιάτικο βλαστολόγημα, το βλαστολόγημα του αγρού όσο αργότερα γίνεται χωρίς να επηρεαστεί δυσμενώς η απόδοση, η απογύμνωση των φύλλων από τους βλαστούς μετά την περιτύλιξη και η απομάκρυνση των χαμηλών φύλλων με χημικά αποξηραντικά, η εφαρμογή κατάλληλων μυκητοκτόνων κατά το πρώτο έτος παραγωγής και όταν οι καιρικές συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ασθένεια, η εναλλαγή και μίξη μυκητοκτόνων, για την καθυστέρηση ανάπτυξης ανθεκτικότητας της ασθένειας (Havill, 2017).

Ωίδιο (Powdery mildew)

Το ωίδιο είναι μια σοβαρή ασθένεια των λυκίσκων η οποία απαιτεί έλεγχο στις περισσότερες περιοχές καλλιέργειας λυκίσκου. Στα συμπτώματα περιλαμβάνονται λευκές, αλευρώδεις κηλίδες στα φύλλα και στους μίσχους (Εικόνα 90) (Sirrinc et al., 2010).



Εικόνα 90. Ένα σύνθηες φύλλο λυκίσκου με συμπτώματα φυλλώματος, προσβολής ωιδίου, που προκλήθηκαν από *Podosphaera macularis* (Sirrinc et al., 2010).

Το ωίδιο ευημερεί σε συνθήκες υψηλής υγρασίας, χαμηλού φωτισμού (ηλιοφάνειας) και σε περιοχές με ελάχιστη κυκλοφορία αέρα. Ο μύκητας επίσης προτιμά την πρόιμη ανάπτυξη σε εξαιρετικά γόνιμα εδάφη. Βέλτιστη θερμοκρασία για ανάπτυξη και μόλυνση είναι από 18 έως 21°C. Σε επιδεκτικές ποικιλίες, οι κώνοι μπορεί να μολυνθούν, με αποτέλεσμα ατροφικούς, διαλυμένους κώνους συνεπώς μειωμένες αποδόσεις (Εικόνα 91) (Sirrinc et al., 2010).



Εικόνα 91. Συνήθης καλλιέργεια λυκίσκου με μόλυνση ωιδίου που έχει προκληθεί από το μύκητα *Podosphaera macularis* (Sirrinc et al., 2010).

Όπως και με τον περονόσπορο, οι επιλογές ελέγχου είναι καλλιεργητικές και χημικές. Τα φυτά θα πρέπει να είναι αραιά και μετά την περιτύλιξη, τα κατώτερα φύλλα θα πρέπει να αποκοπούν για να βελτιωθεί η κυκλοφορία αέρα. Υπερβολική λίπανση θα πρέπει να αποφεύγεται (Sirtine et al., 2010).

Η εποχική σοβαρότητα της ασθένειας εξαρτάται από την ποικιλία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τα προγράμματα διαχείρισης. Προτείνεται η εφαρμογή προληπτικών στρατηγικών διαχείρισης, περιλαμβανομένου της παροχής καθαρών φυτικών μοσχευμάτων, η συχνή ανίχνευση και η χρήση ενός προληπτικού προγράμματος διαχείρισης μυοκτονίας (Lizotte & Miles, 2020b).

Συμπτώματα

Το ωίδιο ως αποτέλεσμα από μόλυνση των οφθαλμών, εμφανίζει ανοιξιάτικους καχεκτικούς λευκούς βλαστούς που αποκαλούνται «βλαστοί σημαίας». Οι βλαστοί σημαίας είναι σπάνιοι, αντιστοιχούν σε λιγότερο από 1% των συνολικών βλαστών της καλλιέργειας κάνοντας την ανίχνευση τους σε αυτό το στάδιο πολύ δύσκολη. Δευτερεύουσες κηλίδες γίνονται ορατές όσο ο φυλλικός ιστός εκτείνεται και εμφανίζονται αρχικά ως υψωμένες φουσκάλες, οι οποίες γρήγορα αναπτύσσονται σε λευκές, κυκλικές αποικίες. Τα μολυσμένα άνθη και κώνοι μπορεί επίσης να υποστηρίξουν λευκές μυκητιακές αποικίες ή ίσως να παρουσιάσουν ένα κοκκινωπό αποχρωματισμό εάν μολυνθούν αργότερα κατά την ανάπτυξη (Lizotte & Miles, 2020b).

Τα άνθη και οι νεαροί κώνοι είναι πολύ επιδεκτικοί στην μόλυνση, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση του κώνου, ουσιαστική μείωση της απόδοσης, μειωμένο περιεχόμενο άλφα οξέων, μειωμένο χρώμα, πρόωρη ωρίμανση, ανεπιθύμητα αρώματα και ολοκληρωτική απώλεια της σοδειάς. Οι κώνοι γίνονται κατά κάποιο τρόπο λιγότερο επιδεκτικοί στο ωίδιο με την ωρίμανση, παρόλο που ποτέ δεν γίνονται πλήρως απρόσβλητοι από την ασθένεια. Η μόλυνση σε μεταγενέστερα στάδια της ανάπτυξης του κώνου μπορεί να οδηγήσει σε καφέ χρώμα και ταχεία ωρίμανση. Τα άλφα οξέα τυπικά δεν επηρεάζονται σημαντικά από μολύνσεις όψιμα στην καλλιεργητική περίοδο, αλλά η απόδοση μπορεί να μειωθεί κατά 20% και περισσότερο λόγω της συντριβής των υπερβολικά ξηρών κώνων κατά την διάρκεια της συγκομιδής που είναι αποτέλεσμα της επιταχυμένης ωρίμανσης (Lizotte & Miles, 2020b).

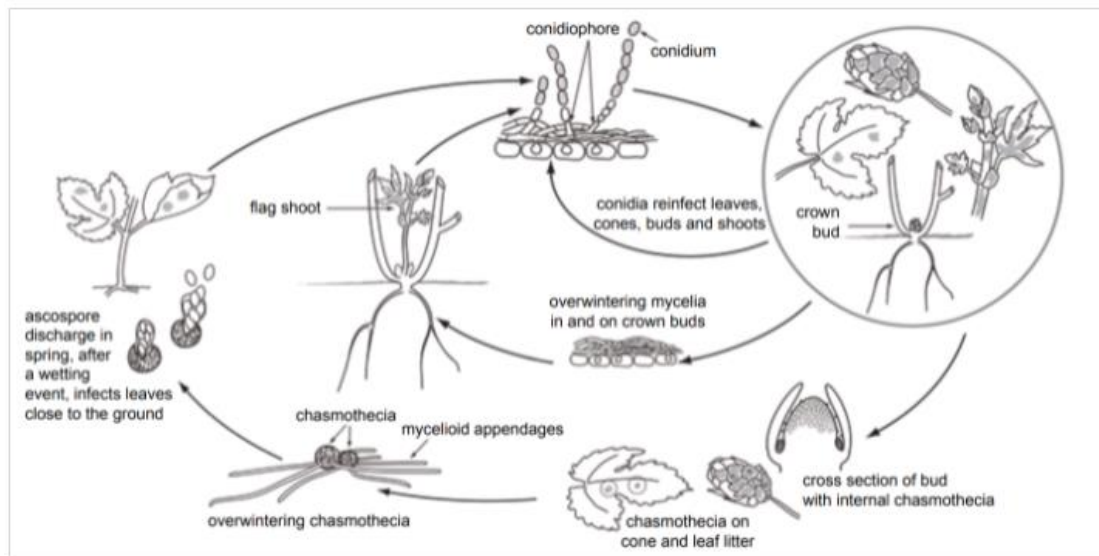
Κύκλος ασθeneίας

Το ωίδιο διαχειμωνιάζει ως μυκητιακός κίνδυνος εντός των οφθαλμών ή εν δυνάμει, με μορφή σπόριων σε λήθαργο σε μολυσμένα φυτικά υπολείμματα της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου.

Οι βλαστοί με συμπτώματα σημαίας που αναδύονται από μολυσμένους οφθαλμούς μπορεί να καλυφθούν με κονιδιακές σποριακές μάζες, με λευκή εμφάνιση και να εμφανίσουν καχεκτικά και αλλοιωμένα φύλλα. Οι βλαστοί σημαίας είναι σπάνιοι (λιγότερο από 1%) διότι οι υγιείς βλαστοί αναπτύσσονται περισσότερο από τους μολυσμένους βλαστούς, κάνοντας δύσκολη την ανίχνευση τους.

Οι σποριομάζες στους βλαστούς σημαίας διασπείρονται σε γειτονικούς υγιείς ιστούς, προκαλώντας νέες μολύνσεις.

Τα σεξουαλικά σπόρια που είναι σε λήθαργο (ακροσπόρια) ίσως είναι επίσης παρόντα την άνοιξη σε φυτικά υπολείμματα της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου. Τα ακροσπόρια τα οποία απελευθερώνονται, εγκαθίστανται σε νέο - αναδυμένους βλαστούς ή φύλλα, όπου βλαστάνουν, μολύνουν και εν τέλει παράγουν μια νέα μάζα ασεξουαλικών σπορίων (κονίδια). Τα κονίδια που προκύπτουν από δευτερογενείς μολύνσεις παράγονται σε μεγάλο αριθμό λόγω πολλαπλών κύκλων εντός της καλλιεργητικής περιόδου και όσο οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, διασκορπίζονται μέσω ανέμου, παφλασμών βροχής, από έντομα, ελκυστήρες, εξοπλισμό και ανθρώπους (Lizotte & Miles, 2020b).



Εικόνα 92. Ο κύκλος ζωής του *Podosphaera macularis*, ο παθογόνος φορέας του ωιδίου του λυκίσκου (Lizotte & Miles, 2020b).

Στις συνθήκες που έχουν αναφερθεί να ευνοούν το ωίδιο περιλαμβάνονται τα χαμηλά επίπεδα φωτός, ως αποτέλεσμα συννεφιασμένου καιρού, η υψηλή πυκνότητα της κομοστέγης, η υπερβολική λίπανση και η υψηλή εδαφική υγρασία. Η υγρασία των φύλλων από μελίτωμα ή από βροχόπτωση δεν επηρεάζουν άμεσα την μόλυνση από ωίδιο, αλλά τα αποτελέσματα από υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία και ο συννεφιασμένος καιρός ευνοούν την ασθένεια. Θερμοκρασίες από 7 έως 28°C επιτρέπουν την ανάπτυξη του ωιδίου, αλλά η ασθένεια ευνοείται σε θερμοκρασίες 19 έως 21°C. Η επικινδυνότητα της ασθένειας μειώνεται όταν η θερμοκρασία υπερβαίνει σταθερά τους 30°C για έξι ώρες ή και περισσότερο (Lizotte & Miles, 2020b).

Διαχείριση

Ο περιορισμός του ωιδίου προσεγγίζεται καλύτερα με την ενσωμάτωση ανθεκτικών ποικιλιών, την παροχή καθαρού υλικού φύτευσης, την τήρηση πρακτικών απολύμανσης καλλιέργειας, τον περιορισμό της πρώιμης ανοιξιάτικης εγκατάστασης της ασθένειας, την βελτιστοποίηση της λίπανσης και άρδευσης και με εφαρμογές μυκητοκτόνων στους σωστούς χρόνους.

Η αντίδραση του φυτού του λυκίσκου στο ωίδιο ποικίλει ανάλογα με το που αναπτύσσεται και την παρούσα σποραδικότητα του μύκητα. Γενικά οι ποικιλίες Columbus, Cashmere και Galena θεωρούνται επιδεκτικές, οι Centennial και Chinook ενδιάμεσης επιδεκτικότητας, οι Nugget, Newport και Cascade είναι ανθεκτικές.

Προτείνεται η έναρξη της διαχείρισης του ωιδίου πρώιμα την άνοιξη με λεπτομερή απομάκρυνση όλων των πράσινων ιστών κατά το βλαστολόγημα. Ο στόχος αυτού του πρώιμου βλαστολογήματος είναι η απομάκρυνση των βλαστών σημαίας που δύσκολα ανιχνεύονται έτσι ώστε να καθυστερήσει ή να προληφθεί η μόλυνση. Ο περιορισμός της πρώιμης περιόδου ασθένειας και των βλαστών σημαίας απαιτεί την απομάκρυνση όλων των βλαστών, περιλαμβανομένου και αυτών που είναι πιο κοντά στο έδαφος, στις πλευρές των λοφίσκων και τριγύρω από τους στύλους και τις αντηρίδες. Το μηχανικό βλαστολόγημα έχει δείξει να είναι πιο αποτελεσματικό συγκριτικά με το χημικό βλαστολόγημα στον περιορισμό των βλαστών σημαίας.

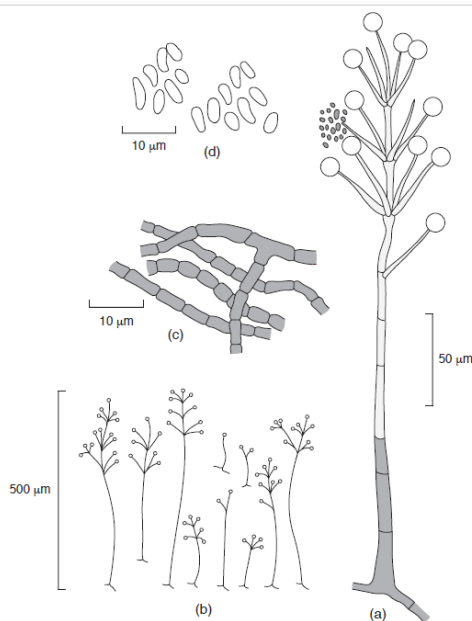
Τακτικές εφαρμογές μυκητοκτόνων χρειάζονται για την πρόληψη της μόλυνσης και εφαρμόζονται ανεξάρτητα αν υπάρχουν ορατά συμπτώματα. Ο κατάλληλος χρόνος της πρώτης εφαρμογής μυκητοκτόνου είναι σημαντικός για τη διατήρηση των συνεπειών της ασθένειας σε διαχειρίσιμα επίπεδα. Αυτή η εφαρμογή θα πρέπει να γίνει εφόσον είναι δυνατή, αφού οι βλαστοί φτάσουν 15 - 25 cm. Διαφορετικά μυκητοκτόνα χρησιμοποιούνται για το έλεγχο του ωιδίου κατά την διάρκεια τριών διακριτών περιόδων της καλλιεργητικής περιόδου, οι οποίες

είναι: α) από την εμφάνιση έως τα μέσα Ιουνίου, β) από τα μέσα Ιουνίου ως την άνθηση και γ) από την άνθηση έως πριν την συγκομιδή (Lizotte & Miles, 2020b).

Συνοπτικά, μέτρα διαχείρισης αποτελούν: η επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών πρώιμης ωρίμανσης αν είναι δυνατόν, η εφαρμογή επαρκούς αλλά όχι υπερβολικής άρδευσης και λίπανσης, η απομάκρυνση όλων των πράσινων ιστών κατά το ανοιξιάτικο βλαστολόγημα, η εφαρμογή κατάλληλων μυκητοκτόνων όσο είναι δυνατόν για την προστασία από την αναγέννηση μετά το βλαστολόγημα και κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ο περιορισμός ανάπτυξης των φύλλων που αναπτύσσονται χαμηλά με χημικά για την απομάκρυνση του ασθενούς ιστού, η εφαρμογή μυκητοκτόνων υψηλής επιρροής για την προστασία των ανθών και των νεαρών κόνων και η συγκομιδή την κατάλληλη ώρα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών σοδειάς, όταν το ωίδιο έχει προσβάλλει τους κόνους (Gent et al., 2010).

Βερτισιλλίωση (*Verticillium albo-atrum* ή *Verticillium dahliae*)

Το βερτισίλλιο ζει στο έδαφος και μολύνει εκατοντάδες ξυλώδη και ποώδη φυτά μέσω των ριζών τους. Τα φύλλα ενός μολυσμένου φυτού κιτρινίζουν και μαραζώνουν από την βάση τους έως την κορυφή. Οι μολυσμένοι βλαστοί, όταν κοπούν, παρουσιάζουν ένα καφέ αποχρωματισμό του ξυλώδη αγγειακού ιστού. Η επιρροή του παθογόνου στους λυκίσκους ποικίλει ανάλογα την τοξικότητα του στελέχους. Οι μολυσμένες καλλιέργειες λυκίσκου μπορεί να εμφανίσουν συμπτώματα που κυμαίνονται από ελάσσων μαρασμό και διόγκωση των βλαστών με σχετικά ελάσσονα οικονομική ζημία έως και θάνατο των φύλλων και του φυτού. Στα καλλιεργητικά μέτρα ελέγχου περιλαμβάνονται η απολύμανση, η φύτευση ανθεκτικών ποικιλιών (π.χ. Cascade και Perle είναι λιγότερο επιδεκτικές, η Fuggle είναι επιδεκτική), η διατήρηση επαρκούς αλλά όχι υπερβολικής λίπανσης και άρδευσης, η αποφυγή άροσης και οι μακρές περίοδοι αμειψισποράς (4 χρόνια το ελάχιστο) φυτών μη ξενιστών (Sirtine et al., 2010). Αρχικά, θεωρούταν ότι, υπάρχει σε δύο μορφές: ήπια («κυμαινόμενη») και σοβαρή («προοδευτική»), αλλά η τωρινή θεωρία είναι ότι υπάρχει ένα φάσμα στελεχών που προσβάλλουν με συμπτώματα διαφορετικής έντασης, από πολύ ήπια έως πολύ σοβαρά. Δεν υπάρχει ένας απλός έλεγχος, είτε χημικός είτε βιολογικός, για την ταυτοποίηση μεταξύ των στελεχών, εκτός από την απόκριση τους σε μια επιδεκτική ποικιλία π.χ. Fuggle (Briggs et al., 2004).



Εικόνα 93. *Verticillium wilt (Verticillium albo-atrum)*, a) κονιδιοφόρο, κονιαδιακές κεφαλές και κονίδια, b) ομάδες κονιδιοφόρων, c) «σκούρο» μυκέλλιο, d) κονίδια (Briggs et al., 2004).

Ο μύκητας συναντάται στο έδαφος είτε ως σπόρια (κονίδια) ή ως μυκέλλιο σε μολυσμένα φυτικά υπολλείματα. Εισέρχεται στις ρίζες του λυκίσκου και το σκούρο καφέ χρώματος μυκέλλιο διασπείρεται διαμέσου του αγγειακού συστήματος του φυτού, στα φύλλα. Τα μολυσμένα φύλλα αναπτύσσουν κίτρινες κηλίδες και μαύρες νεκρωτικές περιοχές ανάμεσα από τα νεύρα αποδίδοντας τη αποκαλούμενη επίδραση «ρίγα της τίγρης», πριν πέσουν. Ένα άλλο σύμπτωμα είναι η διόγκωση του χαμηλότερο μέρους 1,2 - 1,5 m του μολυσμένου βλαστού και ίσως η αποκοπή του από το ρίζωμα (Εικόνα 94).



Εικόνα 94. Διογκωμένος βλαστός με μαραμμένα φύλλα, ως αποτέλεσμα προσβολής από ένα μη θανάσιμο στέλεχος *Verticillium albo-atrum*, ένα από τα παθογόνα της βερτισιλλίωσης (Gent et al., 2010).

Το ξύλο του μολυσμένου βλαστού παρουσιάζει καφέ περιοχές λόγω των μυκκελλίων. Στον «κυμαινόμενο» μαρασμό, το καφέ χρώμα περιορίζεται στο κέντρο του βλαστού και το φυτό πιθανώς να επιβιώσει με ελάχιστο ή σταθερό, χωρίς αύξηση, μαρασμό την επόμενη χρονιά. Στον σοβαρό «προοδευτικό» μαρασμό, τα συμπτώματα εμφανίζονται νωρίτερα στην καλλιεργητική περίοδο και μεταφέρονται εύκολα στα άλλα φυτά της καλλιέργειας, ειδικά στην κατεύθυνση της καλλιέργειας (τέτοιες παρατηρήσεις βοήθησαν στην διάδοση της μη καλλιέργειας). Μολυσμένα φυτικά υπολείματα εύκολα μεταφέρονται μέσω ανέμου, από μπότες και μηχανικό εξοπλισμό και έτσι διαδίδεται η ασθένεια.

Προς το παρόν καμία μορφή μαρασμού δεν αποκρίνεται σε χημικούς παράγοντες έτσι τα μόνα μέτρα ελέγχου είναι η υγιεινή και η γενετική ανάπτυξη ανθεκτικών ποικιλιών (Briggs et al., 1991).

Στο λυκίσκο, το βερτισίλλιο μπορεί να προκληθεί από δύο συγγενικούς μύκητες *Verticillium albo-atrum* και *Verticillium dahliae*. Το εύρος του ξενιστή και της σοβαρότητας της ασθένειας που προκαλείται από τα δύο αυτά παθογόνα ποικίλει. Αρκετά στελέχη του *V. albo-atrum* έχουν περιγραφεί. Μερικά πιθανώς να προκαλούν σχετικά ελάσσονα συμπτώματα μαρασμού (μη θανάσιμα ή κυμαινόμενα στελέχη) ενώ άλλα μπορεί να προκαλέσουν σοβαρά συμπτώματα (θανάσιμα ή προοδευτικά στελέχη) τα οποία μπορεί άμεσα να σκοτώσουν ποικιλίες επιδεικτικές στην ασθένεια. Μη θανάσιμα στελέχη του *V. albo-atrum* είναι συνηθέστερα στο βορειοδυτικό Ειρηνικό και έχουν καταγραφεί στους λυκίσκους. Δεν έχει γίνει αναφορά για θανάσιμα στελέχη του *Verticillium albo-atrum* στις Η.Π.Α. Ο *Verticillium dahliae* προκαλεί έναν σχετικά ελάσσονα μαρασμό στους λυκίσκους. Αυτό το παθογόνο έχει ένα μεγαλύτερο εύρος ξενιστών συγκριτικά με το *V. albo-atrum* και συναντάται συνήθως στους λυκίσκους στις Η.Π.Α.

Στις λιγότερο επιδεικτικές στην ασθένεια ποικιλίες περιλαμβάνονται οι Cascade και Perle, ενώ η Fuggle είναι ιδιαίτερα επιδεικτική.

Συνοπτικά, μέτρα διαχείρισης αποτελούν: η φύτευση ανθεκτικών ποικιλιών όταν είναι δυνατόν, ο καθαρισμός εξοπλισμού μεταξύ καλλιεργειών για την ελαχιστοποίηση της διάδοσης του παθογόνου, η φύτευση ριζωμάτων και μοσχευμάτων απαλλαγμένων από ασθένειες, ο έλεγχος των ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα, η μείωση της καλλιέργειας όπου είναι δυνατό, η μείωση της αζωτούχας λίπανσης όσο είναι δυνατόν και τέλος δεν θα πρέπει να επιστρέφονται φυτικά υπολείματα ή κομπόστ από καλλιέργειες προσβεβλημένες με βερτισίλλιο σε άλλες υγιείς καλλιέργειες λυκίσκου (Gent et al., 2010).

Αλτερναρίωση των κώνων (Alternaria Cone Disorder)

Η ασθένεια των κώνων από προσβολή μυκήτων του γένους *Alternaria* προκαλείται από το είδος *Alternaria alternata*, η οποία είναι διαδεδομένη στις καλλιέργειες λυκίσκου καθώς και σε άλλες καλλιέργειες παγκόσμια. Ενώ η παρουσία του μύκητα είναι ευρεία, η ασθένεια δεν σχετίζεται με άμεση απώλεια της απόδοσης στο Ηνωμένο Βασίλειο και στην Αυστραλία και θεωρείται ελάσσονας σημασίας στις Η.Π.Α. Η ασθένεια μπορεί να μειώσει την ποιότητα της σοδειάς και σε κάποιες περιπτώσεις να προκαλέσει φθορά στους κώνους. Αναφέρεται ότι εμφανίζεται συνηθέστερα σε όψιμης ωριμάνσης ποικιλίες που ήταν εκτεθειμένες σε άνεμο και έχουν προκληθεί φθορές, σε συνθήκες υγρασίας και σε εκτενείς περιόδου υγρασίας στους κώνους. Η αμαύρωση που προκαλείται από το ωίδιο και το περονόσπορο συνήθως διαγιγνώσκεται λανθασμένα ως αλτερναρίωση των κώνων (Gent et al., 2010).

Μαύρη σήψη της ρίζας (Black Root Rot)

Ο μυκητοειδής οργανισμός *Phytophthora citricola* προκαλεί σηψιρρίζια του λυκίσκου που αναφέρεται ως μαύρη σήψη της ρίζας. Αυτή η ασθένεια τείνει να είναι περισσότερο επιζήμια σε φυτά λυκίσκου που είναι σε εδάφη με φτωχή αποστράγγιση και σε περιοχές με υψηλό υδροφόρο ορίζοντα. Ορισμένες ποικιλίες Cluster όπως ο τύπος E - 2 και L - 8 της ποικιλίας Cluster είναι ιδιαίτερα επιδεκτικοί. Το παθογόνο παρουσιάζει ένα σχετικά εκτενές εύρος ξενιστών, που περιλαμβάνει την κερασιά, το έλατο, το σμέουρο, τη φράουλα και την καρδιά (Gent et al., 2010).

Καρκίνος από Φουζάριο (Fusarium Canker)

Ο καρκίνος από φουζάριο προκαλείται από το μύκητα *Fusarium sambucinum*. Η ασθένεια αυτή συνήθως δεν εμφανίζεται συχνά στις καλλιέργειες λυκίσκου, παρόλο που σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί η συχνότητα εμφάνισης να είναι υψηλή. Παρουσιάζει εμφανή συμπτώματα και τα προσβεβλημένα φυτά εύκολα αναγνωρίζονται. Οι απώλειες απόδοσης από καρκίνο από φουζάριο δεν έχουν ποσοτικοποιηθεί ακριβώς (Gent et al., 2010).

Μαρασμός της Κορυφής του Κώνου από Φουζάριο (Fusarium Cone Tip Blight)

Ο μαρασμός της κορυφής του κώνου από φουζάριο γενικά είναι μια ασθένεια ελάσσονος σημασίας στις βορειοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες και έχει αποδοθεί σε πολλά είδη *Fusarium*,

περιλαμβανομένου *Fusarium crookwellense*, *F. sambucinum* και *F. Avenaceum* (Gent et al., 2010).

Γκρίζα Μούχλα (Gray Mold)

Η γκρίζα μούχλα γενικά είναι μια ασθένεια ελάσσονος σημασίας στις βορειοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες. Ευνοείται από παρατεταμένες συνθήκες υγρασίας και μπορεί να οδηγήσει σε αποχρωματισμό του κώνου και χαμηλή ποιότητα κώνου. Αυτή η ασθένεια προκαλείται από τον μύκητα *Botrytis cinerea*, ένα διαδεδομένο παθογόνο που συναντάται σε πολλούς καρπούς περιλαμβανομένου το φασόλι, το σμέουρο, την φράουλα και σε οπωροφόρα δένδρα (Gent et al., 2010).

Ερυθρά σήψη στέμματος (Red Crown Rot)

Η ερυθρά σήψη στέμματος έχει εμφανιστεί σε διάφορα φυτά λυκίσκου στην Αυστραλία και στο Όρεγκον των Η.Π.Α. Στην Αυστραλία η ασθένεια αποδιδόταν σε ένα μύκητα που περιγραφόταν ως *Phacidiorycnis* sp. Η ονομασία αυτού του μύκητα ήταν υπό διερεύνηση και το κατάλληλο όνομα για αυτόν τον μικροοργανισμό σήμερα θεωρείται να είναι *Phomopsis tuberivora*. Δεδομένα από την Αυστραλία δείχνουν ότι τα προσβεβλημένα φυτά πιθανώς να υποστούν απώλειες στην απόδοση έως και 20%. Στο Όρεγκον, λόγω της ερυθράς σήψης στέμματος έχουν πεθάνει φυτά και οι απώλειες απόδοσης σε κάποιες περιπτώσεις φαίνεται να είναι υψηλότερες από 20% (Gent et al., 2010).

Σκληρωτινίαση (Λευκή Μούχλα) (Sclerotinia Wilt (White Mold))

Η μάρανση από σκληρωτινίαση, αναφέρεται επίσης ως λευκή μούχλα. Επηρεάζει περίπου 400 είδη αγριόχορτων και καρποφόρων φυτών, περιλαμβανομένου σημαντικών καρπών όπως πολλά όσπρια. Προκαλείται από τον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* και αποτελεί περιστασιακά πρόβλημα σε λυκίσκους που βρίσκονται σε υγρά, ψυχρά κλίματα όπως σε περιοχές παραγωγής λυκίσκου στην Νέα Ζηλανδία ή στο δυτικό Όρεγκον. Η ασθένεια εμφανίζεται σπάνια σε λυκίσκους στις βορειοδυτικές ακτές του Ειρηνικού. Η σκληρωτινίαση μπορεί να προκαλέσει ζημία όταν το έδαφος και τα φυτά παραμένουν συνεχώς σε υγρασία και σε ήπιες θερμοκρασίες (Gent et al., 2010).

Μούχλα καπνιάς (Sooty Mold)

Η καπνιά είναι ένα σύμπλεγμα κοινών μυκήτων οι οποίοι αναπτύσσονται επιφανειακά σε εκκρίματα εντόμων που αποτίθενται σε φύλλα και κώνους. Η εμφάνιση καπνιάς οφείλεται στην ύπαρξη και ανάπτυξη εντόμων, κυρίως αφίδων λυκίσκου, που τρέφονται με τον φλοιό.

Οι αφίδες λυκίσκου ανιχνεύουν τις ίνες του φλοιού και καταναλώνουν πειρσσότερους φυτικούς χυμούς από όσο μπορεί να κατεργαστεί το πεπτικό τους σύστημα. Οι αφίδες αποβάλλουν την περίσσεια των φυτικών χυμών ως ένα αραιωμένο διάλυμα γνωστό ως «μελίτωμα», που αποτελείται από σάκχαρα, αμινοξέα και άλλες ουσίες, οι οποίες αποτελούν πηγή τροφής και ευνοούν την ανάπτυξη σκουρόχρωμων μυκήτων, οι οποίοι αναπτύσσονται στην επιφάνεια των φύλλων και κώνων και μειώνουν την ποιότητα των κώνων (Gent et al., 2010).

Ασθένειες ελάσσονος σημασίας

Άλλες ασθένειες από μύκητες που προσβάλλουν το φυτό του λυκίσκου είναι η αρμιλάρια συψηριζία (*Armillaria Root Rot*), η μαύρη μούχλα (*Black Mold*), το καρκίνωμα του στέμματος (*Crown Gall*), η ριζοκτονία (*Rhizoctonia solani*), κ.α. (Gent et al., 2010).

Ασθένειες από Ιούς και Ιοειδή

Διάφορες ασθένειες στους λυκίσκους προκαλούνται από ιούς και ιοειδή. Ο βέλτιστος τρόπος για την αποφυγή προβλημάτων με ιούς είναι η έναρξη με ριζώματα απαλλαγμένα από ιούς. Εάν μολυσμένα φυτά λυκίσκου βρεθούν σε μικρό αριθμό, ίσως είναι πιο οικονομικό για τους καλλιεργητές να τα απομακρύνουν καθώς και τα γειτονικά τους φυτά και έπειτα να επαναφυτεύσουν, αφού σιγουρευτούν ότι όλα τα πιθανώς προσβεβλημένα είναι νεκρά (Sirrinc et al., 2010).

Σύμπλεγμα Carlavirus

Αμερικάνικος λανθάνων ιός του λυκίσκου (American hop latent virus), Λανθάνων ιός του λυκίσκου (Hop latent virus), Ιός του μωσαϊκού του λυκίσκου (Hop mosaic virus)

Οι τρεις ιοί του συμπλέγματος carlaviruses, *Αμερικάνικος λανθάνων ιός του λυκίσκου, Λανθάνων ιός λυκίσκου και Ιός του μωσαϊκού του λυκίσκου* είναι γνωστό ότι προσβάλλουν τα φυτά του λυκίσκου.

Όλοι είναι γνωστό ότι εμφανίζονται σε μικτές προσβολές και όλοι εκτός του *Αμερικάνικου λανθάνοντος ιού του λυκίσκου* συναντώνται παγκόσμια. Ο *Αμερικάνικος λανθάνων ιός του λυκίσκου* βρίσκεται κυρίως στην Βόρεια Αμερική (Gent et al., 2010).

Οι ποικιλίες Golding ή σχετικές ποικιλίες είναι πιθανότερο να αναπτύξουν συμπτώματα του *Ιού του μωσαϊκού του λυκίσκου*, όπως κίτρινα εξανθήματα και ασθενική ανάπτυξη. Οι ιοί του συμπλέγματος Carlanivirus μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα φτωχή εγκατάσταση αλλά και ανάπτυξη των φυτών και οι απώλειες απόδοσης μπορεί να είναι σημαντικότερες από 50% σε υπερβολικά ευαίσθητες ποικιλίες. Οι κύριοι τρόποι τοπικής μετάδοσης των Carla ιών είναι μηχανικοί και μέσω αφίδων φορέων (Sirrigne et al., 2010).

Συνοπτικά, μέτρα διαχείρισης αποτελούν: χρήση μόνο πιστοποιημένου φυτικού υλικού απαλλαγμένου από ασθένειες όταν εγκαθίστανται νέες καλλιέργειες, η χρήση εντομοκτόνων για τον έλεγχο των αφίδων είναι μεν ανεπαρκής για το περιορισμό της εισαγωγής των ιών αλλά μπορεί να μειώσει το ρυθμό διάδοσης εντός της καλλιέργειας (Gent et al., 2010).

Ιός του μωσαϊκού της μηλιάς (Apple mosaic virus)

Ο πιο σημαντικός ιός του λυκίσκου παγκόσμια είναι ο *Ιός του μωσαϊκού της μηλιάς (Apple mosaic virus)*. Αρχικά, θεωρούνταν ότι η ασθένεια προκαλούνταν είτε από τον *Ιό του μωσαϊκού της μηλιάς* ή από τον πιο άμεσα σχετιζόμενο *Ιό του γένους Prunus νεκρωτικής δακτυλιωτής κηλίδας*. Πρόσφατα δεδομένα δείχνουν ότι όλες οι φυσικές προσβολές του λυκίσκου είναι από τον *Ιό του μωσαϊκού της μηλιάς* και ότι τα μεμονωμένα παραδείγματα του *Ιού του γένους Prunus νεκρωτικής δακτυλιωτής κηλίδας* στα φυτά του λυκίσκου ήταν γενετικές μεταλλάξεις του *Ιού του μωσαϊκού της μηλιάς*.

Σε κάποιες περιπτώσεις, ο *Ιός του μωσαϊκού της μηλιάς* μπορεί να μειώσει την απόδοση των κώνων έως και 50%. Τα συμπτώματα εξαρτώνται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και περιλαμβάνουν νεκρωτικές δακτυλιωτές κηλιδώσεις. Όπως και με τους άλλους ιούς, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ριζώματα απαλλαγμένα από ιούς και αυτό αποτελεί το βέλτιστο τρόπο περιορισμού του *Ιού του μωσαϊκού της μηλιάς*. Σε μικρό βαθμό, το μηχανικό βλαστολόγημα και ο έλεγχος των ζιζανίων πιθανώς να μειώνουν την τοπική διάδοση του (Sirrigne et al., 2010). Συνοπτικά, μέτρα διαχείρισης αποτελούν: η χρήση μόνο πιστοποιημένου φυτικού υλικού απαλλαγμένου από ασθένειες όταν εγκαθίστανται νέες καλλιέργειες και η χρήση ζιζανιοκτόνων επαφής αντί μηχανικού βλαστολογήματος για το έλεγχο της ανάπτυξης της βάσης, διότι έτσι μειώνεται η μηχανική μετάδοση του *Ιού του μωσαϊκού της μηλιάς* σε γειτονικά φυτά (Gent et al., 2010).

Ιοειδές του νανισμού του λυκίσκου (Hop stunt viroid)

Το *Ιοειδές του νανισμού του λυκίσκου* είναι ένα παθογόνο ιοειδές το οποίο προκαλεί σοβαρή ασθένεια στον καλλιεργούμενο λυκίσκο. Εξαπλώθηκε μέσω Ιαπωνίας τις δεκαετίες 1950 και 1960. Η παρουσία του ιοειδούς στους καλλιεργούμενους λυκίσκους της Βόρειας Αμερικής επιβεβαιώθηκε το 2004. Η ασθένεια δεν έχει αναφερθεί ευρέως στις παραδοσιακές περιοχές καλλιέργειας λυκίσκου αλλά μόνο στην Ιαπωνία και στην Βόρεια Αμερική. Το ιοειδές του νανισμού του λυκίσκου μπορεί να μειώσει την απόδοση των άλφα οξέων έως και 60% με 80% ανά στρέμμα.

Το ιοειδές του νανισμού του λυκίσκου αποτελεί βασική έγνοια για τους καλλιεργητές διότι μπορεί να μειώσει σφοδρά τις αποδόσεις. Το ιοειδές του νανισμού του λυκίσκου διασπείρεται μέσω μολυσμένων ριζωμάτων και με μηχανικούς τρόπους. Στα συμπτώματα, τα οποία μπορεί να πάρουν χρόνια να εκδηλωθούν, περιλαμβάνονται η καθυστερημένη πρώιμη ανοιξιάτικη ανάπτυξη, η ατροφία, οι μικροί κώνοι και η ανάπτυξη κίτρινο - πράσινων φύλλων (Sirrine et al., 2010).

Συνοπτικά, μέτρα διαχείρισης αποτελούν: η χρήση μόνο πιστοποιημένου φυτικού υλικού απαλλαγμένου από ασθένειες όταν εγκαθίστανται νέες καλλιέργειες, εάν ένας μικρός αριθμός φυτών μολυνθεί θα πρέπει να απομακρυνθεί άμεσα για την ελαχιστοποίηση της εξάπλωσης, η ενδεδειγμένη καταστροφή όλων των δυνητικά μολυσμένων φυτών όταν ξαναφυτεύεται καλλιέργεια λυκίσκου, η χρήση ζιζανιοκτόνων επαφής αντί μηχανικού βλαστολογήματος για το έλεγχο της ανάπτυξης της βάσης προκειμένου να μειωθεί η μηχανική μετάδοση σε γειτονικά φυτά, ο ενδεδειγμένος καθαρισμός του αγροτικού εξοπλισμού για την απομάκρυνση φυτικών υπολειμμάτων και χυμών, η απολύμανση των μαχαιριών και των εργαλείων κοπής με ένα κατάλληλο απολυμαντικό διάλυμα για 10 λεπτά πιθανώς να μειώνει την εξάπλωση (Gent et al., 2010).

2.2.5.6 Παράσιτα και εχθροί

Τα πιο κοινά παράσιτα του λυκίσκου είναι οι αφίδες του λυκίσκου και τα αραχνοειδή ακάρεα (τετράνυχοι).

Αφίδα λυκίσκου (*Phorodon humuli*)

Οι αφίδες του λυκίσκου (*Phorodon humuli*) είναι μικρά (0,25 - 0,127 cm μήκους), σχήματος αχλαδιού, μαλακού σκελετού έντομα, τα οποία εμφανίζονται σε φτερωτές μορφές ή όχι, στους λυκίσκους. Οι αφίδες χωρίς φτερά είναι ωχρού λευκού (νύμφες) έως κιτρινοπράσινου (ενήλικες) χρώματος και βρίσκονται κυρίως στην κάτω πλευρά των φύλλων του λυκίσκου (Εικόνα 95) (Gent et al., 2010).



Εικόνα 95. Νύμφες αφίδων λυκίσκου χωρίς φτερά (ωχρό λευκό) και ενήλικες (κιτρινοπράσινες) στην κάτω μεριά ενός προσβεβλημένου φύλλου (Gent et al., 2010).



Εικόνα 96. Αφίδες (Sirrione et al., 2010).

Οι αφίδες του λυκίσκου διαχειμωνιάζουν σε είδη *Prunus* (π.χ., άγρια και καλλιεργούμενη κερασιά, δαμασκηλιά και βερικοκιά) και επιστρέφουν στα φυτά του λυκίσκου την άνοιξη. Προσβολές αναπτύσσονται πιο γρήγορα κατά την διάρκεια ψυχρού καιρού (Sirrione et al., 2010).

Οι πτερωτές αφίδες είναι σκούρο πράσινου χρώματος έως καφέ χρώματος με μαύρα σημάδια στην κεφαλή και την κοιλία (Εικόνα 97).



Εικόνα 97. Πτερωτή μορφή αφίδας λυκίσκου, χρώματος σκούρου πρασίνου έως καφέ με μαύρα σημάδια στην κεφαλή και στην κοιλία (Gent et al., 2010).

Και οι δυο μορφές έχουν επιμήκεις λεπτές κεραίες και δυο «οπίσθιους σωλήνες» (σιφώνια) στο τέλος της κοιλίας. Ενήλικες και νύμφες έχουν στοματικά μέρη που τρυπάνε και ρουφάνε, τα οποία τα χρησιμοποιούν για να απομακρύνουν νερό και θρεπτικά από τον αγγειακό ιστό των φύλλων του λυκίσκου και τους κώνους. Η θρέψη τους από τα φύλλα μπορεί να προκαλέσει συστροφή και μααρασμό των φύλλων και όταν ο πληθυσμός είναι μεγάλος, μπορεί να συμβεί και αποφύλλωση. Η μεγαλύτερη οικονομική ζημία συμβαίνει όταν οι αφίδες τρέφονται με τους αναπτυσσόμενους κώνους, προκαλώντας στους κώνους αποδυνάμωση και καφέτιασμα (Gent et al., 2010). Αφού οι αφίδες εισέλθουν στους κώνους, μπορούν να εκκρίνουν μελιτώματα και να προκαλέσουν την ανάπτυξη καπνιάς στους κώνους του λυκίσκου (Sirrione et al., 2010). Η μούχλα καπνιάς στα φύλλα μπορεί να μειώσει την παραγωγικότητα του φυτού και σοβαρές μολύνσεις αποδίδουν κώνους ακατάλληλους για πώληση. Οι αφίδες του λυκίσκου επίσης μπορεί να μεταδώσουν ιούς φυτών περιλαμβανομένου του *Ιού του μωσαϊκού του λυκίσκου* και του *Αμερικάνικου λανθάνων ιού του λυκίσκου*, οι οποίοι και οι δυο μπορεί να μειώσουν την απόδοση του φυτού (Gent et al., 2010).



Εικόνα 98. Εγκάρσια τομή των κώνων του λυκίσκου με καπνιά (αριστερά) και χωρίς (δεξιά) (Sirrime et al., 2010).

Οι αφίδες αποδυναμώνουν τα φυτά και μειώνουν τις αποδόσεις τους και θα πρέπει να είναι υπό έλεγχο πριν ή κατά την διάρκεια της ανθοφορίας για να προληφθεί η είσοδος τους στους νεαρούς κώνους. Προτείνεται η ανίχνευση τους. Προσωρινά αριθμητικά κατώφλια (όρια) είναι 8 με 10 αφίδες ανά φύλλο, όμως τα δεδομένα προτείνουν ότι τα φυτά μπορούν να ανεχθούν μεγάλους πληθυσμούς, ως και 100 αφίδες ανά φύλο ή περισσότερο, χωρίς άμεση απώλεια απόδοσης. Τα κατώφλια επίσης διαφέρουν ανάλογα τη χρονική στιγμή εντός του έτους. Τα αριθμητικά κατώφλια συχνά μειώνονται στο μηδέν όταν οι κώνοι είναι εμφανείς.

Η ενίσχυση του ενδιαιτήματος για την προώθηση ωφέλιμων εντομών θηρευτών όπως χρυζόπες, πασχαλίτσες και μύγες συρφιδίων (λουλουδόμυγες) μπορούν να μειώσουν τον πληθυσμό των αφίδων.

Οι καλλιεργητές θα πρέπει να περιορίσουν την υπερβολική λίπανση αζώτου διότι μεγάλες ποσότητες νέας φυλλικής ανάπτυξης ευνοούν εξάρσεις αφίδων (Sirrime et al., 2010).

Συνοπτικά μέτρα διαχείρισης αποτελούν: η έναρξη παρακολούθησης του αγρού τον Μάιο όταν οι θερμοκρασίες ημέρας υπερβαίνουν τους 14,5°C, η αποφυγή υπερβολικής αζωτούχας λίπανσης, η έγκαιρη παρέμβαση για την πρόληψη της εγκατάστασης των αφίδων στους κώνους του λυκίσκου, η εναλλαγή των χημικών τάξεων για την αποφυγή ανθεκτικότητας, η χρήση επιλεκτικών εντομοκτόνων για την διατήρηση των φυσικών εχθρών (Gent et al., 2010).

Αραχνοειδή ακάρεα (*Tetranychus urticae*)

Τα αραχνοειδή ακάρεα (*Tetranychus urticae*) είναι στενά σχετιζόμενα με τις αράχνες και τα τσιμπούρια και παίρνουν το όνομα τους από την ικανότητα τους να υφαίνουν ιστούς. Τα ενήλικα θηλυκά είναι μικρά, σχήματος οβάλ, κίτρινου με κιτρινοπράσινου χρώματος ζώφια,

κατά προσέγγιση 0,05 cm σε μήκος, με ένα μεγάλο μαύρο σημάδι σε κάθε πλευρά της κοιλίας (Εικόνα 99). Τα νέα επωασμένα αραχνοειδή ακάρεα (προνύμφες) έχουν τρία ζεύγη ποδιών, ενώ σε όλα τα στάδια ζωής (νύμφες, ενήλικοι) έχουν τέσσερα. Τα διαχειμάζοντα θηλυκά μετατρέπουν το χρώμα τους σε πορτοκαλοκόκκινο το φθινόπωρο και χάνουν το ζεύγος μαύρων σημαδιών. Αφού αρχίσουν να τρέφονται την άνοιξη, τα θηλυκά πρασινίζουν και ξαναποκτούν τα σημάδια (Gent et al., 2010). Τα θηλυκά αναδύονται την άνοιξη και ξεκινούν την θρέψη τους μέσω του τρυπήματος των κατώτερων φυλλικών επιφανειών όπου εγχύνουνε φυτικό μελίτωμα, το οποίο προκαλεί κιτρίνισμα των φύλλων, μαρασμό και θάνατο (Εικόνα 100) (Sirrine et al., 2010).

Τα ενήλικα αρσενικά είναι κατά προσέγγιση τα 3/4 του μεγέθους των θηλυκών και έχουν πιο μυτερή κοιλία. Τα ωά του τετράνυχου είναι διαφανείς έως λευκές ιριδίζουσες σφαίρες κατά προσέγγιση 0,127 mm σε διάμετρο. Οι τετράνυχτοι βλάπτουν τα φυτά του λυκίσκου στα φύλλα και στους κώνους μέσω της θρέψης τους, απομυζώντας τους χυμούς από τα κύτταρα. Η θρέψη από τα φύλλα προκαλεί αμαύρωση των φύλλων και μειώνει την ζωηρότητα του φυτού. Σοβαρές προσβολές μπορεί να προκαλέσουν αποφύλλωση που συνοδεύεται με υψηλή παραγωγή ιστών. Η υψηλότερη οικονομική ζημία προκαλείται από τους τετράνυχους που τρέφονται από τους κώνους, το οποίο έχει αποτέλεσμα ξηρούς, εύθρυπτους και αποχρωματισμένους (κόκκινους) κώνους, οι οποίοι τείνουν να θρυμματίζονται, μειώνοντας και την ποιότητα και την ποσότητα της απόδοσης (Gent et al., 2010). Η ζημία στους κώνους έχει ως αποτέλεσμα καφέ και εύθραυστους κώνους, μια κατάσταση που οι καλλιεργητές λυκίσκου αποκαλούν «κόκκινοι κώνοι». Τις περισσότερες φορές παρουσιάζεται πρόβλημα με αραχνοειδή ακάρεα κατά την διάρκεια εκτενών περιόδων ξηρού και θερμού καιρού (Sirrine et al., 2010).

Οι τετράνυχτοι στους κώνους του λυκίσκου επίσης θεωρούνται επιμολυντές οι οποίοι μειώνουν την ποιότητα του κώνου. Όταν οι προσβολές είναι σοβαρές, μπορεί να συμβεί απόρριψη αγοράς των λυκίσκων από τους ζυθοποιούς και ολική απώλεια της σοδειάς (Gent et al., 2010).



Εικόνα 99. Αραχνοειδή ακάρεα (Sirrine et al., 2010).



Εικόνα 100. Φυλλικά συμπτώματα προσβολής αραχνοειδούς ακάρεου (*Tetranychus urticae*) κοινών φυτών λυκίσκου στην πολιτεία του Όρεγκον (Sirrine et al., 2010).

Παρόλο που κατώφλια (όρια) δεν έχουν προσδιοριστεί εμπειρικά, το προσωρινό κατώφλι είναι 5 με 10 ακάρεα ανά φύλλο. Ο έλεγχος της σκόνης και η διαχείριση του αζώτου είναι σημαντικά για το έλεγχο των ακάρεων (Sirrine et al., 2010).

Συνοπτικά, μέτρα διαχείρισης αποτελούν: η εβδομαδιαία παρακολούθηση από τα μέσα ως τα τέλη Μάιου, η παροχή επαρκούς αλλά όχι υπερβολικής αζωτούχας λίπανσης και άρδευσης στα φυτά, η μείωση της σκόνης ειδικά σε ζεστό και ξηρό καιρό, ο προληπτικός χειρισμός των κόνων με διαφυλλικά ακαρεοκτόνα, η χρήση επιλεκτικών ακαρεοκτόνων για την μείωση της επιρροής σε φυσικούς εχθρούς και του αριθμού των απαιτούμενων εφαρμογών ακαρεοκτόνων, η αποφυγή χρήσης πυρεθροειδών, οργανοφωσφορικών, καρβαμιδικών, νεονικοτινοειδών εντομοκτόνων και οι θειούχες εφαρμογές όψιμα στη καλλιεργητική περίοδο, θα πρέπει να γίνεται εναλλαγή χημικών κλάσεων ακαρεοκτόνων για αποφευχθεί ανθεκτικότητα (Gent et al., 2010). Μείγματα εδαφοκάλυψης περιλαμβανομένου του κόκκινου τριφυλλιού έχουν δείξει ότι

φιλοξενούν θηρευτές ακάρεων οι οποίοι θηρεύουν τα αραχνοειδή ακάρεα. Στους θηρευτές των ακάρεων περιλαμβάνονται το ακάρεο δυτικού θηρευτή και η μικρή μαύρη πασχαλίτσα (Sirrine et al., 2010).

Σκαθάρι Ριζοβόλος της Καλιφόρνια (*California Prionus Beetle*)

Οι ενήλικοι ριζοβόλοι της Καλιφόρνια (*Prionus californicus*) είναι μεγάλα κοκκινοκαφέ έως μαύρα σκαθάρια, 2,5 με 5 cm σε μήκος με μακριά κεραία χαρακτηριστικό της οικογένειας των μακροκέρατων κάνθαρων στην οποία ανήκει αυτό το σκαθάρι. Οι προνύμφες είναι κρεμώδους χρώματος, χωρίς πόδια, από 0,3 έως 7,6 cm σε μήκος και έχουν δυνατές σκούρες γνάθους τις οποίες χρησιμοποιούν για να μασουλούν τις ρίζες των φυτών. Οι προνύμφες των ριζοβόλων της Καλιφόρνια δεν κουλουριάζονται σε σχήμα «c» όταν ενοχλούνται όπως κάνουν οι προνύμφες άλλων σκαθαριών που ζουν στο έδαφος.

Τα ενήλικα δεν τρέφονται από τις ρίζες των φυτών αλλά οι προνύμφες, με αποτέλεσμα μειωμένη πρόσληψη θρεπτικών, υδατική καταπόνηση και μειωμένη φυτική ανάπτυξη. Σοβαρές προσβολές μπορούν να καταστρέψουν ολοκληρωτικά τα στέμματα και να σκοτώσουν τα φυτά. Λιγότερο σοβαρές προσβολές προκαλούν μαρασμό, κιτρίνισμα και θάνατο ενός ή περισσότερων κληματοειδών βλαστών.

Πιθανώς να υπάρχει σχέση της ζημιάς από την τροφή τους, με εμφάνιση δευτερευόντων παθογόνων, τα οποία έχουν την δυνατότητα να προκαλέσουν σήψη του στέμματος.

Συνοπτικά, μετρά αντιμετώπισης αποτελούν: η ταυτοποίηση, απομάκρυνση και καταστροφή στεμμάτων προσβεβλημένων φυτών, η απολύμανση με κάπνισμα ή αγρανάπαυση των εκτάσεων για δύο με τρία χρόνια προτού επαναφυτευτούν, η μεταχείριση με εντομοκτόνα με επισήμανση για εφαρμογή στο έδαφος μετά την συγκομιδή (Gent et al., 2010).

Θηλιά Λυκίσκου (*Hop Looper*) και ο Στρατοσκώληκας *Bertha* (*Bertha Armyworm*)

Οι προνύμφες διαφόρων σκώρων και πεταλούδων προσβάλουν τους λυκίσκους, όμως μόνο η θηλιά του λυκίσκου (*Hypera humuli*) και ο στρατοσκώληκας *bertha* (*Mamestra configurata*) συνήθως φτάνουν σε ζημιογόνα επίπεδα. Οι ενήλικοι και των δύο ειδών είναι αόριστα διάστικτοι, γκρι έως γκρι καφέ χρώματος σκώροι, κατά προσέγγιση 2,5 cm σε μήκος. Οι θηλυκοί σκώροι της θηλιάς του λυκίσκου έχουν μια χαρακτηριστική σκούρα κηλίδα σχήματος «W» κατά μήκος της άκρης του πρόσθιου φτερού.

Αυτή η γραμμή είναι παρούσα και στα αρσενικά αλλά λιγότερο διακριτή. Και τα δύο φύλα έχουν επιμηκυμένο «ρύγχος» το οποίο τα ξεχωρίζει από τους σκώρους του στρατοσκώληκα *bertha*, οι οποίοι έχουν ένα εκτενές σημάδι σε κάθε πρόσθιο φτερό και μια λευκή ρίγα κοντά στην πίσω άκρη του πρόσθιου φτερού. Η προνύμφη της θηλιάς του λυκίσκου είναι ανοικτού πράσινου χρώματος, με δυο στενές λευκές γραμμές σε κάθε πλευρά της άνω επιφάνειας τους (ράχης). Έχουν τέσσερα ζευγάρια ψευδοποδιών, ένα σε κάθε κοιλιακό τμήμα από το τέταρτο έως το έκτο και ένα στο τελευταίο κοιλιακό τμήμα. Κινούνται με χαρακτηριστική κυκλική κίνηση και είναι πολύ δραστήρια την νύχτα.

Οι προνύμφες αναπαύονται κατά την διάρκεια της ημέρας στην κάτω πλευρά των φύλλων, συχνά βρίσκονται κατά μήκος στα νεύρα ή στους ποδίσκους κάνοντας δύσκολο να εντοπιστούν. Όταν ενοχλούνται, οι μικρότερης ηλικίας προνύμφες πέφτουν στο έδαφος με μεταξωτό νήμα, ενώ οι μεγαλύτερες προνύμφες μπορεί να χτυπάνε βίαια στις πλευρές των φύλλων. Οι στρατοσκώληκες *bertha* είναι προνύμφες με σκούρα πίσω όψη, κίτρινη έως πορτοκαλί ρίγα σε κάθε πλευρά και με σκούρα έως ανοικτού καφέ χρώματος κεφαλή στην οποία λείπει το σημάδι «Υ» που είναι παρόν σε κάθε κεφαλή των άλλων προνυμφών στρατοσκώληκα. Η προνύμφη πρώτου σταδίου μπορεί να διακριθεί από την προνύμφη της θηλιάς του λυκίσκου από την μαύρη κεφαλή τους, την εμφάνιση τους σε ομάδες φύλλων και με το ότι έχουν πέντε αντί τέσσερα ζεύγη ψευδοποδιών, τέσσερα στα κοιλιακά τμήματα, τρίτο έως έκτο, συν ένα στο τελικό τμήμα.

Όταν είναι παρούσες σε μεγάλους αριθμούς, οι προνύμφες των θηλιών του λυκίσκου μπορούν να αποφυλλώσουν τα φυτά του λυκίσκου, δίνοντας μία χαρακτηριστική δαντελωτή εμφάνιση. Παρόλο, τα ωά διανέμονται ίσα σε όλη την επιφάνεια του φυτού, η θρέψη τους με τα φύλλα συχνά είναι πιο έντονη κοντά στην βάση του φυτού. Αργότερα στην καλλιεργητική περίοδο, η θρέψη των προνυμφών στους κόνους του λυκίσκου μπορεί να προκαλέσει σοβαρές απώλειες. Οι προνύμφες των στρατοσκώληκων *bertha* επίσης αποφυλλώνουν τα φυτά του λυκίσκου αλλά οι απώλειες απόδοσης προκαλούνται όταν οι προνύμφες μασάν τους ποδίσκους και προκαλείται πτώση των κόνων στο έδαφος.

Συνοπτικά, μέτρα ελέγχου αποτελούν: η παρατήρηση των φυτών πριν την άνθηση για την παρουσία προνυμφών στο φύλλωμα του λυκίσκου, η μεταχείριση για την πρόληψη της εγκατάστασης τους στην ανώτερη κομοστέγη του φυτού μετά την άνθηση, η επιλογή ουσιών επιλεκτικών για προνύμφες (π.χ., συγκεκριμένα φαρμακευτικά μείγματα Βt) για την διατήρηση φυσικών εχθρών και την μείωση του αριθμού των μεταχειρίσεων που απαιτούνται για έλεγχο τους (Gent et al., 2010).

Κάνθαρος ρίζας (Root Weevils)

Οι κάνθαροι ρίζας είναι σκαθάρια που χαρακτηρίζονται από σπαστή κεραία και στοματικά μόρια στο τέλος ενός επιμηκυμένου ρύγχους. Διάφορα είδη κανθάρων ρίζας, περιλαμβανομένου του κανθάρου ρίζας της φράουλας (*Otiorhynchus onatus*), του τραχέως κανθάρου ρίζας της φράουλας (*O. rugosotriatus*) και του μαύρου κανθάρου της αμπέλου (*O. sulcatus*) προσβάλουν τον λυκίσκο. Ο μαύρος κάνθαρος της αμπέλου είναι το μεγαλύτερο και πιο κοινό από αυτά στο λυκίσκο. Ο κύκλος ζωής, η εμφάνιση και ζημιά που προκαλείται από αυτά τα είδη είναι παρόμοια. Οι ενήλικοι είναι επιμήκη γκρι έως μαύρου χρώματος σκαθάρια, κατά προσέγγιση 1,27 cm σε μήκος, παρόλο που ο κάνθαρος ρίζας της φράουλας είναι κατά προσέγγιση 0,64 cm σε μήκος. Τα καλύμματα των φτερών (έλυτρα) είναι ενωμένα και σημαδεμένα με σειρές κυκλικών οπών. Οι προνύμφες είναι λευκές, χωρίς πόδια, σχήματος «C», με μαύρες έως σκούρο καφέ χρώματος κεφαλικές κάψες.

Οι ενήλικοι κάνθαροι ρίζας τρέφονται με φύλλα, δημιουργώντας τραχιές οπές στις άκρες των φύλλων, αλλά αυτή η θρέψη τους δεν προκαλεί οικονομική απώλεια. Οικονομικές απώλειες μπορεί να προέρχονται από την θρέψη των προνυμφών στις ρίζες των φυτών του λυκίσκου. Η ζημιά στις ρίζες που προκαλείται από τις προνύμφες, μειώνει την πρόσληψη των θρεπτικών, την φυτική ανάπτυξη και αυξάνει την υδατική καταπόνηση. Η πιο σοβαρή ζημιά είναι αποτέλεσμα από θρέψη προνυμφών όψιμου σταδίου στις ρίζες, πριν μεταμορφωθούν σε νύμφες την άνοιξη.

Πρόωρη φυλλόπτωση και θάνατος του φυτού έχουν σχετιστεί με σοβαρές ζημιές προκαλούμενες από την θρέψη της προνύμφης του μαύρου κανθάρου της αμπέλου. Σε περιπτώσεις βαριών προσβολών ίσως χρειάζεται απομάκρυνση μεμονωμένων φυτών ή ακόμα και ολόκληρου του αγρού λυκίσκου από την παραγωγή.

Συνοπτικά, μέτρα αντιμετώπισης αποτελούν: η παρατήρηση για ενήλικους μαύρους κανθάρους της αμπέλου στις αρχές του Απριλίου, η μεταχείριση των ενηλίκων με διαφυλλικά εντομοκτόνα κατά προσέγγιση τρεις βδομάδες αφού εντοπιστούν ενήλικοι στο αγρό του λυκίσκου, η μεταχείριση για τις προνύμφες όψιμου σταδίου αργά το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο με χρήση εντομοκτόνων εδαφικής εφαρμογής, ο βιολογικός έλεγχος κανθάρων ρίζας στους λυκίσκους μπορεί να επιτευχθεί με χρήση ετεροραβδιτιδών (heterorhabditid) και στείνερνεματιδών (steinernematid) νηματωδών (Gent et al., 2010).

Κυστογόνοσ νηματώδες λυκίσκου (Hop Cyst Nematode)

Διάφορα είδη νηματωδών τρέφονται στις ρίζες του λυκίσκου αλλά θεωρούνται ελάσσονος σημασίας στην καλλιέργεια λυκίσκου. Η πολυετής φύση του λυκίσκου, το μέγεθος του ριζικού συστήματος και ο γρήγορος ρυθμός ανάπτυξης του κατά την άνοιξη υποδεικνύει ότι οι λυκίσκοι έχουν σημαντική ικανότητα αντοχής της θρέψης των νηματωδών. Τα πιο κοινά είδη που σχετίζονται με το λυκίσκο είναι ο χρυσονηματώδης του λυκίσκου, *Heterodera humuli*.

Τα συμπτώματα του τραυματισμού από την θρέψη των νηματωδών δεν έχουν στοιχειοθετηθεί επαρκώς. Τα συμπτώματα είναι πιθανώς παρόμοια με την υδατική καταπόνηση ή την θρεπτική ανεπάρκεια και μπορεί να περιλαμβάνουν μια γενική μείωση της ανάπτυξης. Τέτοια συμπτώματα αν δεν μπορούν αποδοθούν σε άλλους παράγοντας, οι νηματώδεις ίσως χρειάζεται να εξεταστούν ως η πιθανή αιτία.

Οι χρυσονηματώδεις είναι ορατοί την άνοιξη, τα χρώματος μπεζ, σχήματος αχλαδιού θηλυκά είναι κατά προσέγγιση 0,05 cm σε μήκος και εμφανίζονται στις ρίζες του λυκίσκου. Αφού ωριμάσουν, τα θηλυκά σκληραίνουν και σκουραίνουν για να διαμορφώσουν κύστες που περιέχουν αυγά. Οι κύστες μπορεί να βρίσκονται συνδεδεμένες στην επιφάνεια της ρίζας ή στο έδαφος.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η επιρροή του χρυσονηματώδη του λυκίσκου δεν είναι ικανή να δικαιολογήσει μέτρα ελέγχου. Τα νηματωδοκτόνα πιθανώς να μην είναι οικονομικά ή αποτελεσματικά (Gent et al., 2010).

Ωφέλιμα Αρθρόποδα

Η βιολογική προστασία ελέγχου αποσκοπεί στην διατήρηση και ενίσχυση πληθυσμών ωφέλιμων οργανισμών του ενδιαιτήματος στα συστήματα καλλιέργειας. Όταν το περιβάλλον καλλιέργειας είναι «φιλικό» στα ωφέλιμα αρθρόποδα, ο βιολογικός έλεγχος που παρέχεται από ενδημικούς πληθυσμούς θηρευτών και παρασιτοειδών μπορούν να συνεισφέρουν ουσιαστικά στην διαχείριση των εντόμων.

Στους λυκίσκους, τα ωφέλιμα αρθρόποδα μπορούν να παρέχουν μερικό ή ολικό έλεγχο των αραχνοειδών ακάρεων και των αφίδων, ανάλογα τις πληθυσμιακές πυκνότητες θηρευτών και θηραμάτων, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές πρακτικές. Μια αξιόπιστη βιολογική προστασία ελέγχου βασίζεται: 1) στην κατάλληλη ταυτοποίηση των ωφέλιμων οργανισμών, 2) στην διατήρηση των ωφέλιμων αρθροπόδων μέσω της χρήσης επιλεκτικών εντομοκτόνων τα οποία παρουσιάζουν χαμηλή τοξικότητα στα ωφέλιμα έντομα και ακάρεα και

3) στην τροποποίηση των καλλιεργητικών πρακτικών που παρέχουν καταφύγιο και επιπλέον πηγές ανθικού νέκταρ και γύρης για του ωφέλιμους οργανισμούς (π.χ., φυτεύσεις στα όρια της καλλιέργειας, σειρές θάμνων, εδαφοκαλύψεις) (Gent et al., 2010).

Ακολούθως αναφέρονται επιγραμματικά μερικοί ωφέλιμοι οργανισμοί για την διαχείριση των εντόμων και εχθρών σε καλλιέργειες λυκίσκου.

Ακάρεα θηρευτές

Το γένος *phytoseiids* με τα είδη *Galendromus occidentalis* (δυτικό θηρευτικό ακάρεο) και *Neoseiulus fallacis*, το γένος *anystid*, με το είδος *Anystis* spp. (ακάρεα σβούρα). Όλα τρέφονται με αραχνοειδή ακάρεα και το είδος *Anystis* spp, τρέφεται επίσης με αφίδες και με ωά της θηλιάς λυκίσκου (hop looper) (Gent et al., 2010).

Πασχαλίτσες θηρευτές

Οι καλλιέργειες λυκίσκου της Ουάσιγκτον, του Όρεγκον και του Αϊντάχο αποικούνται εύκολα από διάφορα είδη πασχαλίτσας (οικογένεια Κοκκινελίδες (*Coccinellidae*)), τα οποία παίζουν κύριο ρόλο στον περιορισμό των πληθυσμών των αραχνοειδών ακάρεων και των αφίδων. Τέσσερα είδη πασχαλίτσας που τρέφονται κυρίως με αφίδες και δύο είδη που τρέφονται με ακάρεα συναντώνται πιο συχνά. Τα είδη που τρέφονται με αφίδες είναι το *Coccinella transversoguttata* αλλιώς Εγκάρσια Πασχαλίτσα (Transverse Lady Beetle), το *Hippodamia convergens* αλλιώς Συγκλίνων Πασχαλίτσα (Convergent Lady Beetle), το *Harmonia axyridis* αλλιώς Πολύχρωμη Ασιατική Πασχαλίτσα (Multicolored Asian Lady Beetle), το *Coccinella septempunctata* αλλιώς Πασχαλίτσα με Επτά Κηλίδες (Seven-Spot Lady Beetle). Στις πασχαλίτσες που τρέφονται με ακάρεα περιλαμβάνονται τα είδη *Stethorus picipes*, *S. Punctillum* (Gent et al., 2010).

Έντομα θηρευτές

Τα έντομα θηρευτές που αναφέρονται εδώ είναι αληθινά έντομα και ανήκουν στην κλάση εντόμων Ημίπτερα (Hemiptera). Το είδος *Orius tristicolor*, (Μικρό Πειρατικό Ζούφιο) (Minute Pirate Bug), το είδος *Geocoris pallens*, (Μεγαλόφθαλμο Ζούφιο) (Big-Eyed Bug), το είδος *Deraeocoris brevis*, (Θηρευτής Κοριός) (Predatory Mirid), η οικογένεια *Reduviidae* με τα είδη της, (Ζούφια Δολοφόνοι) (Assassin Bugs) και το είδος *Nabis* spp, (Ζούφια Δεσποινίδες) (Damsel Bugs) (Gent et al., 2010).

Παρασιτικές σφήκες (Παρασιτοειδή)

Τα παρασιτικά έντομα αποκαλούνται παρασιτοειδή. Πολλά είδη παρασιτοειδών σφηκών επιτίθενται σε ωά, προνύμφες ή σε νύμφες παρασίτων λυκίσκου όπως θηλιές (loopers), κοφτοσκώληκες (cutworms), παράσιτα που συστρέφουν τα φύλλα (leafrollers) και αφίδες.

Ενδεικτικά κάποια είδη παρασιτοειδών είναι τα εξής: *Lysiphlebus testaceipes*, *Praon spp.*, *Trichogramma spp.*, *Bracon spp.*, *Aphelenid spp.*, *Aphidius spp.* και *Aphelinus spp* (Gent et al., 2010).

Θυσανόπτερα θηρευτές

Τρία κοινά είδη θηρευτών θυσανόπττερων συναντώνται στις καλλιέργειες λυκίσκου, τα θυσανόπτερα με έξι κηλίδες (*Scolothrips sexmaculatus*), τα θυσανόπτερα με λωρίδες (*Aeolothrips fasciatus*) και τα θυσανόπτερα μαύροι κυνηγοί (*Leptothrips mali*) (Gent et al., 2010).

Μύγες θηρευτές και παρασιτικές

Ένας αριθμός ειδών μύγας από τουλάχιστον πέντε οικογένειες είναι γνωστά ως θηρευτές ή παρασιτοειδή των παράσιτων λυκίσκου στην βορειοδυτική ακτή των Η.Π.Α. Ενδεικτικά οι Μύγες Συρφιδίων ή Λουλουδόμυγες (Hover Flies), οι Χορευτικές Μύγες (Dance Flies), οι Μακρόποδες Μύγες (Long-legged Flies), οι Ταχινίδες Μύγες (Tachinid Flies) και οι Σκνίπες Θηρευτές (Predatory Midges) (Gent et al., 2010).

Χρυσώπες (Lacewings)

Οι πράσινες και οι καφέ χρυσώπες είναι κοινοί θηρευτές σε καλλιέργειες λυκίσκου και τρέφονται κυρίως με ακάρεα και αφίδες. Τα είδη τους είναι τα εξής: *Chrysopa*, *Chrysoperla*, και *Hemerobius spp.* (Gent et al., 2010).

Ραφιδιόπτερα (Snakeflies)

Συγγενείς με τις χρυσώπες (Τάξη: Νευρόπτερα), τα ραφιδιόπτερα τρέφονται αδηφάγα με μια ευρεία ποικιλία μικρών εντόμων (Gent et al., 2010).

Παθογόνα εντόμων

Ασθένειες που εμφανίζονται φυσιολογικά, κάποιες φορές συμβάλλουν στην διαχείριση των παράσιτων του λυκίσκου. Πιο συγκεκριμένα, εξάρσεις του *Bacillus thuringiensis*, μια βακτηριακή μόλυνση και ιοί περιστασιακά έχουν ως αποτέλεσμα την συντριβή της θηλιάς του λυκίσκου (hop looper) (Gent et al., 2010).

Αράχνες

Οι αράχνες είναι κοινοί πληθυσμοί στις περισσότερες καλλιέργειες λυκίσκου όπου γίνονται μικρές προσθήκες χημικών και μπορεί να φτάσουν σε υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες στο έδαφος και στην κομοστέγη του λυκίσκου. Μερικές από τις κοινές αράχνες που βρίσκονται σε καλλιέργειες λυκίσκου είναι οι αράχνες άλτες, (jumping spiders), οι θωμισίδες (crab Spiders), οι λινυφίδες (sheet web weavers) και οι σάκο αράχνες (sac spiders). Οι αράχνες είναι από τους θηρευτές σε υψηλότερη αφθονία σε καλλιέργειες λυκίσκου (Gent et al., 2010).

2.2.5.7 Ζιζάνια

Τα ζιζάνια έχουν πολλούς ορισμούς. Στις καλλιέργειες λυκίσκου είναι φυτά που παρεμβαίνουν με κάποιο τρόπο στην παραγωγή, είτε άμεσα επηρεάζοντας την ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών των ίδιων ή έμμεσα παρεμποδίζοντας την παραγωγή παρεμβαίνοντας στις καλλιεργητικές δραστηριότητες.

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα φυτά του λυκίσκου για θρεπτικά, νερό και μέχρι κάποιο επίπεδο, φως.

Οι λυκίσκοι από την φύση τους αναπτύσσονται υψηλά, συνεπώς ο ανταγωνισμός για φως δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα. Κάποια ζιζάνια παρέχουν επίσης ευνοϊκό περιβάλλον για την επιβίωση συγκεκριμένων παθογόνων, όταν τα φυτά του λυκίσκου δεν αναπτύσσονται ενεργά. Γενικά όσο η πυκνότητα των ζιζανίων αυξάνεται στο αγρό λυκίσκου, η απόδοση μειώνεται. Συνεπώς η διαχείριση ζιζανίων θα πρέπει να αξιολογηθεί σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα διαχείρισης εχθρών του λυκίσκου.

Ο λυκίσκος είναι ένα πολυετές φυτό και τα ζιζάνια μπορεί να αποτελούν πρόβλημα όλο το χρόνο. Τα ετήσια καλοκαιρινά ζιζάνια, τα οποία βλαστάνουν την άνοιξη και το καλοκαίρι, συναντώνται στην αναπτυσσόμενη καλλιέργεια. Μπορεί να παρεμποδίσουν τους ψεκασμούς, να παραμορφώσουν τα ψεκαστικά συστήματα σε καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται και να παρέμβουν και στην συγκομιδή.

Όμως, τα χειμερινά ζιζάνια, τα οποία βλαστάνουν όψιμα το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο, συνήθως δεν έχουν άμεση επιρροή στην ανάπτυξη του λυκίσκου. Τα χειμερινά ζιζάνια μπορεί όμως να προκαλέσουν έμμεσα προβλήματα σε καλλιέργειες λυκίσκου εξαντλώντας την αποθηκευμένη εδαφική υγρασία, παρεμβαίνοντας στην συντήρηση της καλλιέργειας λυκίσκου εκτός της καλλιεργητικής περιόδου και καθυστερώντας τις ανοιξιάτικες δραστηριότητες. Τα πολυετή ζιζάνια, τα οποία ζουν περισσότερα από δύο χρόνια, μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα παρόμοια με εκείνα που προκαλούνται από τα ετήσια ζιζάνια. Τα πολυετή είναι πολύ πιο δύσκολα να ελεγχθούν και συχνά εξαπλώνονται με το όργωμα (Gent et al., 2010).

Πρόληψη

Η πρώτη γραμμή άμυνας του ελέγχου των ζιζανίων της καλλιέργειας λυκίσκου είναι η πρόληψη των ζιζανίων να μην εγκατασταθούν. Είναι πολύ δύσκολο να προληφθεί η προσβολή της καλλιέργειας λυκίσκου από σπόρους ζιζανίων, αφού οι σπόροι των ζιζανίων και τα αναπαραγωγικά πολλαπλασιαστικά όργανα εύκολα μεταφέρονται από εξωτερικές περιοχές στον αγρό του λυκίσκου μέσω ζώων, πουλιών, ανέμου, εξοπλισμού, νερού άρδευσης και πολλών άλλων τρόπων.

Όμως, ο καθαρισμός του εξοπλισμού πριν την μετακίνηση από ένα αγρό σε ένα άλλο και ο έλεγχος των ζιζανίων γύρω από τα όρια του αγρού θα ελαχιστοποιήσει την εγκατάσταση των ζιζανίων εντός του αγρού. Η καλλιέργεια ή η χλοοκοπή της ανάπτυξης ζιζανίων γύρω από τα όρια του αγρού δεν μειώνει μόνο εν δυνάμει την μετακίνηση σπόρων ζιζανίων εντός του αγρού αλλά επίσης βελτιώνει την κυκλοφορία αέρα και βοηθά στον περιορισμό των περιοχών που αποτελούν καταφύγια για έντομα εχθρούς. Καθώς τα ζιζάνια αναδύονται, η περαιτέρω διάδοση τους μπορεί να αποτραπεί μέσω συνέπειας και άμεσου ελέγχου των νέων ζιζανίων προτού τους επιτραπεί να παράξουν σπόρο. Η βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων ερεθίζεται από βέλτιστες θερμοκρασίες, επαρκή υγρασία και καλλιεργητικές δραστηριότητες οι οποίες εκθέτουν τους σπόρους σε φως. Δεν αναδύονται όλοι οι σπόροι των ζιζανίων που βρίσκονται στο έδαφος διότι οι περισσότεροι σπόροι ζιζανίων έχουν εγγενή παράγοντα λήθαργου. Τα χειμερινά ετήσια ζιζάνια γενικά δεν βλαστάνουν έως ότου οι θερμοκρασίες εδάφους και διάρκεια ημέρας αρχίσει να μικραίνει. Τα πολυετή ποώδη ζιζάνια ξεκινούν να αναπτύσσονται όταν οι θερμοκρασίες εδάφους φτάσουν ένα συγκεκριμένο σημείο και θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται μέχρι είτε να διασπείρουν σπόρο ή όταν οι θερμοκρασίες πέσουν σε ένα κρίσιμο σημείο (Gent et al., 2010).

Καλλιεργητικές Τεχνικές (Μη χημικές)

Η άροση επηρεάζει σημαντικά το φάσμα και τον πληθυσμό των ζιζανίων. Η απόκριση του σπόρου ζιζανίου στο θάψιμο και την έκθεση στο φως ποικίλει με τα είδη. Το όργωμα με δισκοσβάρνα κατά την άνοιξη δίνει το ερέθισμα σε συγκεκριμένους σπόρους να διακόψουν τον λήθαργο και να μπορούν να βλαστήσουν.

Η χρήση φθινοπωρινών καλλιεργειών κάλυψης μπορεί να μειώσει την ανάδυση ζιζανίων την επόμενη άνοιξη. Η φθινοπωρινή άροση πιθανώς δίνει το ερέθισμα για βλάστηση συγκεκριμένων θερινών ετήσιων σπόρων ζιζανίων, τα ζιζάνια που προκύπτουν μετά πεθαίνουν από τις ψυχρές θερμοκρασίες του φθινοπώρου.

Οι πληθυσμοί των ετήσιων θερινών ζιζανίων θα είναι μικρότεροι σε περιοχές που έχουν οργωθεί το φθινόπωρο και έχουν φυτευτεί με φθινοπωρινές καλλιέργειες εδαφοκάλυψης. Οι φθινοπωρινές καλλιέργειες εδαφοκάλυψης και τα ζιζάνια μπορούν έπειτα να θανατωθούν με γλυφοσάτη προτού αναδυθούν οι βλαστοί του λυκίσκου (Gent et al., 2010).

Η εδαφοκάλυψη έχει δείξει εκτός του ότι καταπιέζει τα ζιζάνια σε συστήματα λυκίσκου, με το πέρασμα του χρόνου μπορεί να αυξήσει την συγκράτηση υγρασίας και να βελτιώσει μακροπρόθεσμα την ποιότητα του εδάφους (Εικόνα 101) (Sirrinc et al., 2010).



Εικόνα 101. Καινοτόμο σύστημα εδαφοκάλυψης για τον έλεγχο των ζιζανίων (Sirrinc et al., 2010).

Ζιζανιοκτόνα

Ο αριθμός διαθέσιμων ζιζανιοκτόνων για την παραγωγή λυκίσκου είναι περιορισμένος. Η επιλογή ζιζανιοκτόνου θα πρέπει να βασίζεται στο φάσμα των ζιζανίων της κάθε καλλιέργειας. Είναι υπερβολικά βοηθητικό για τους παραγωγούς λυκίσκου να κρατούν αρχείο των προηγούμενων προσβολών από ζιζάνια.

Πολυετή ζιζάνια όπως το γαϊδουράγκαθο του Καναδά, συνήθως εμφανίζονται κατά τόπους. Διάσπαρτα κατά τόπους ή μεμονωμένα ζιζάνια μπορούν να αντιμετωπιστούν με ένα ζιζανιοκτόνο.

Τα εδαφοδραστικά ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται κατά την περίοδο του λήθαργου πιθανώς να μην παρέχουν επαρκή έλεγχο των ζιζανίων λόγω ανεπαρκούς υγρασίας ή μηχανικής ενσωμάτωσης μετά την εφαρμογή. Παρεμβάσεις όπως το όργωμα και η εφαρμογή μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο ζιζανίων που διέφυγαν. Ένα μειονέκτημα του οργώματος είναι ότι η διαταραχή του εδάφους μπορεί να δώσει το ερέθισμα στην βλάστηση των σπόρων των ζιζανίων κατά την περίοδο ανάπτυξης και επίσης το όργωμα μπορεί να εναποθέσει σκόνη στο φύλλωμα του λυκίσκου το οποίο μπορεί να ενισχύσει την αύξηση των αραχνοειδών ακάρεων. Η ανίχνευση (ψάξιμο) του αγρού άμεσα μετά την εμφάνιση των ζιζανίων είναι σημαντική για την ταυτοποίηση των ζιζανίων και παρέχει την πληροφορία που χρειάζεται για την επιλογή του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου το οποίο ταιριάζει στο φάσμα των ζιζανίων. Διάφορα ζιζανιοκτόνα είναι εγγεγραμμένα για χρήση σε καλλιέργειες λυκίσκου όπως: trifluralin (Treflan και διάφορες εμπορικές επωνυμίες), norflurazon (εμπορική επωνυμία Solicam), clopyralid (εμπορική επωνυμία Stinger), 2,4-D amine (διάφορες εμπορικές επωνυμίες), γλυφοσάτη (διάφορες εμπορικές επωνυμίες), clethodim (εμπορική επωνυμία Select και άλλα), carfentrazone (εμπορική επωνυμία Aim), flumioxazin (εμπορική επωνυμία Chateau), paraquat (εμπορικές επωνυμίες Gramoxone, Firestorm, Parazone και Paraquat), και πελαργονικό οξύ (εμπορική επωνυμία Scythe).

Οδηγίες ειδικής χρήσης ζιζανιοκτόνων μπορούν να βρεθούν στο ετήσιο επικαιροποιημένο Εγχειρίδιο Διαχείρισης Ζιζανίων της Βορειοδυτικής Ακτής που διατίθεται από τις Υπηρεσίες Επέκτασης (Extension Services) των πολιτειών Idaho, Oregon και Washington αλλά και διαδικτυακά <http://pnwpest/pnw/weeds> (Gent et al., 2010).

2.2.6 Συγκομιδή

Η διαδικασία της συγκομιδής αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στάδια της παραγωγής λυκίσκου. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή από τους καλλιεργητές στην οργάνωση και εκτέλεση της συγκομιδής προκειμένου, να αποκτηθεί η μέγιστη δυνατή ποσότητα και ποιότητα κώνων. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι η συγκομιδή θα πρέπει να γίνει σε σύντομο σχετικά χρόνο, όπως και η επεξεργασία, η σφαιροποίηση, η συσκευασία και η αποθήκευση των κώνων, όσο επιβάλλει η ποιότητα τους, καθώς και οι καιρικές συνθήκες να το επιτρέπουν. Συνεπώς η περίοδος συγκομιδής απαιτεί πολλές εργατοώρες που μεταφράζεται σε κόστος. Η επιλογή του τρόπου συγκομιδής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η έκταση της καλλιέργειας, η οικονομική δυνατότητα αγοράς ή ενοικίασης εξοπλισμού συγκομιδής που καλύπτει της απαιτήσεις της κάθε καλλιέργειας, το σύστημα υποστύλωσης κ.α.

Η προετοιμασία για την συγκομιδή περιλαμβάνει τον έλεγχο, την διατήρηση, διόρθωση όλου του εξοπλισμού συγκομιδής και κατεργασίας. Σύμφωνα με τον Rybáček (1991), η διαδικασία ξήρανσης υποδεικνύει το χρόνο και την ταχύτητα της συγκομιδής αλλά και των διαδικασιών κατεργασίας μετά την ξήρανση (Dodds, 2017). Στην πραγματικότητα η δυναμικότητα ξήρανσης ρυθμίζει απόλυτα το ρυθμό της συγκομιδής (Eyck & Gehring, 2015).

Η συγκομιδή προγραμματίζεται έτσι ώστε οι λυκίσκοι να έχουν διαχωριστεί από τους βλαστούς, καθαριστεί, ξηραθεί και μορφοποιηθεί σε δέματα ή σφαιρίδια σε μια συνεχή διαδικασία χωρίς την ανάγκη αποθήκευσης των φρέσκων λυκίσκων, το οποίο είναι ανεπιθύμητο για ποιοτικούς λόγους (Dodds, 2017).

2.2.6.1 Ωριμότητα των κώνων και χρόνος συγκομιδής

Ανάλογα τις ποικιλίες και την τάση του καιρού, η συγκομιδή του λυκίσκου ξεκινά τον Αύγουστο και διαρκεί ως τα μέσα του Σεπτεμβρίου (Βόρειο Ημισφαίριο) (Dodds, 2017). Σε μέρη όπου η περίοδος ανάπτυξης είναι μακρά, μπορεί να αναμένονται πολλαπλές συγκομιδές από τους λυκίσκους, ειδικά εάν η φύτευση είναι πρόιμη σε όψιμες ποικιλίες. Η περίοδος συγκομιδής μπορεί να απλωθεί σε κάποιες περιοχές για κάποιους μήνες, από Ιούνιο μέχρι Σεπτέμβρη ή έως και Οκτώβρη. Περιοχές με βραχεία καλλιεργητική περίοδο, όπως η Νέα Αγγλία, περιορίζονται σε μόλις μία συγκομιδή, με τα πρώιμα και όψιμα φυτά να καρποφορούν με διαφορά μόνο βδομάδων και όχι μηνών (Fisher & Fisher, 1998).

Ο κατάλληλος χρόνος για συγκομιδή είναι ένας συμβιβασμός της απόδοσης, της συγκέντρωσης των πικρικών ρητινών, της ποιότητας του αρώματος και των αντίστοιχων προσβολών από ασθένειες (Krottenthaler, 2009).

Ο λυκίσκος συγκομίζεται όταν φτάσει στην «τεχνική ωρίμανση» του (υψηλότερη αξία για ζυθοποίηση) και όχι κατά την πλήρη «φυσιολογική» ωρίμανση του. Κάθε ποικιλία έχει το δικό της ειδικό, γενετικά προσδιορισμένο χρόνο συγκομιδής, ο οποίος διαφέρει ανάλογα τις καιρικές συνθήκες, την τοποθεσία και τον χρόνο κοπής.

Ο χρόνος κοπής επηρεάζει σημαντικά: τα περιεχόμενα οξέα, την απόδοση, την εξωτερική ποιότητα (χρώμα και λάμψη, μόλυνση από ασθένειες και έντομα, σύνθλιψη), το άρωμα (ένταση αρώματος, περιεχόμενα έλαια και σύσταση), την ζωηρότητα και ζωτικότητα του φυτού του λυκίσκου (την επόμενη καλλιεργητική περίοδο) (Lutz et al., 2009).

Οι κώνοι του λυκίσκου θα πρέπει να συγκομίζονται στην κορυφή ωριμότητας τους, το οποίο σημαίνει ότι θα πρέπει να δοθεί προσοχή στο πως αναπτύσσονται. Το εμφανές σημάδι ωριμότητας είναι η ανάπτυξη των αδένων λουπουλίνης, μικρών κίτρινων κόκκων προσκολλημένων στην βάση των βρακτίων. Ένας ώριμος κώνος λυκίσκου θα είναι βαρύν με αυτή την κίτρινη σκόνη. Όταν οι καλλιεργητές αρχίζουν να υποψιάζονται ότι οι λυκίσκοι είναι κοντά στην ωριμότητα τους, συγκομίζουν ένα κώνο και τον τραβάνε ή το κόβουν να ανοίξει. Η λουπουλίνη θα πρέπει να έχει χρώμα σκούρο χρυσοκίτρινο και θα πρέπει να υπάρχει ένα έντονο άρωμα λυκίσκου. Οι ώριμοι κώνοι δίνουν διαφορετική αίσθηση από τους πράσινους αντίστοιχα, είναι σχετικά ελαφρύτεροι, είναι πιο ξηροί και «χάρτινοι» στην αφή. Επίσης δίνουν μια αρωματική ρητίνη η οποία κολλάει στα χέρια όταν συλλέγεται.

Όταν παρέλθει ο βέλτιστος χρόνος για συγκομιδή, οι κώνοι του λυκίσκου μετατρέπονται σε σκούροι κατά μήκος των γωνιών των βρακτίων και αναπτύσσουν καφέ σημάδια. Τελικώς, μετατρέπονται σε καφέ και αρχίζουν να ανοίγουν. Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί κανένας κώνος ο οποίος έχει γίνει καφέ, ακόμα και οι σκούροι και σημαδεμένοι κώνοι δεν είναι υψηλής ποιότητας. Εάν έχουν αφεθεί έως αυτό το στάδιο είναι καλύτερο να μην χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ζύθου (Fisher & Fisher, 1998).

Η συγκομιδή ξεκινά με την ποικιλία πρώιμης ωρίμανσης, επιτελούνται οι εργασίες της συγκεκριμένης περιόδου, συγκομιδή, ξήρανση, κατεργασία μορφοποίησης τελικού προϊόντος, συσκευασία για κάθε ποικιλία ξεχωριστά, ως την ποικιλία όψιμης ωρίμανσης. Κάθε ποικιλία λυκίσκου έχει τον παραδοσιακό χρόνο συγκομιδής της και οι καλλιεργητές με πολλές ποικιλίες λυκίσκου χρησιμοποιούν αυτές τις προβλέψεις ως εργαλείο πρόγνωσης. Παρόλο, ανάλογα τις

ετήσιες διαφοροποιήσεις στις τοπικές καιρικές συνθήκες, οι ποικιλίες ίσως ωριμάσουν νωρίτερα ή αργότερα από το σύνθητες (Eyck & Gehring, 2015).



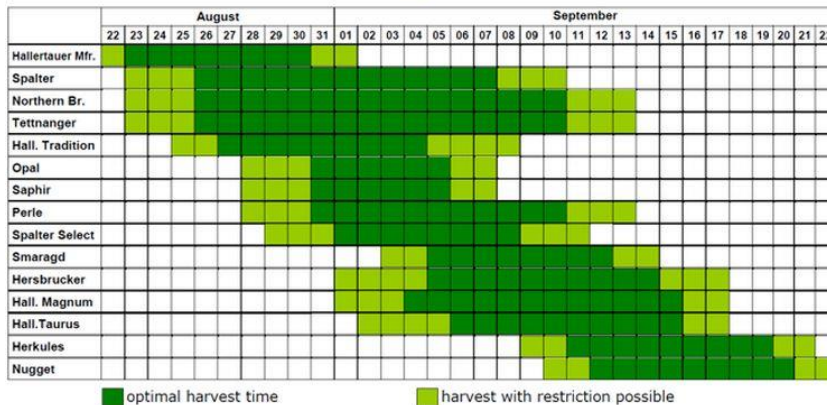
Bav. State Research Center for Agriculture



Institute for Crop Science and Plant Breeding
Hop Research Center Hüll

The Right Time to Harvest Optimal Yield and Quality

A. Lutz, J. Kneidl, E. Seigner, and K. Kammhuber



Εικόνα 102. Κατάλληλος χρόνος συγκομιδής διαφόρων ποικιλιών για βέλτιστη απόδοση και ποιότητα (Lutz et al., 2009)

Η βέλτιστη περίοδος συγκομιδής για κάθε ποικιλία προσαρμόζεται κάθε έτος στις ειδικές καιρικές συνθήκες και στις αντίστοιχες συστάσεις σχετικά με τον βέλτιστο χρόνο συγκομιδής που δίνονται σε καλλιεργητές και εμπόρους εβδομαδιαία (Lutz et al., 2009).

Οι ζυθοποιοί αξιολογούν τους λυκίσκους για το πικρικό και συντηρητικό δυναμικό των άλφα (α) και βήτα (β) οξέων και για τα αιθέρια έλαια, τα οποία ελέγχουν το άρωμα και προσδίδουν γεύση στην μύρα.

Σύμφωνα με την Lizotte (2015), το περιεχόμενο αιθέριο έλαιο των λυκίσκων συνεχίζει να αυξάνεται πέρα των παραδοσιακών ημερομηνιών συγκομιδής. Μπύρες παραγμένες από μια ποικιλία λυκίσκου η οποία έχει συλλεχτεί σε διαφορετικούς χρόνους θα έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά γεύσης και αρώματος. Ο σωστός χρόνος συγκομιδής θα βελτιστοποιήσει αυτά τα χαρακτηριστικά στο τελικό προϊόν λυκίσκου και τελικά στην μύρα.

Οι δύο πιο κοινές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για το προσδιορισμό της ωριμότητας του κώνου στον αγρό είναι:

- 1) Εμφάνιση, αίσθηση και άρωμα (οργανοληπτικός).
- 2) Ποσοστό ξηρής ύλης (μετρήσιμο).

Οι έμπειροι καλλιεργητές μπορούν να εκτιμούν την ωριμότητα των κώνων μέσω οργανοληπτικού ελέγχου σε ικανοποιητικό βαθμό. Κατά την ωρίμανση των κώνων, λαμβάνει χώρα μια υποτυπώδης αλλαγή χρώματος των κώνων, από πράσινο σε κιτρινωπό. Γίνονται σαν χαρτί στην αφή και ενισχύεται το κίτρινο χρώμα των αδένων λουπουλίνης.

Το άρωμα τους επίσης αλλάζει. Η παρακολούθηση της εξέλιξης του αρώματος βοηθά στον προσδιορισμό του χρόνου συγκομιδής. Πιο συγκεκριμένα αυτό μπορεί να γίνει, με τρίψιμο κάποιων κώνων ανάμεσα από τις παλάμες των χεριών και εισπνέοντας τους συνθλιμένους κώνους (Dodds, 2017). Επίσης, μπορεί να αποκοπεί ένας κώνος από τον βλαστό και να σχιστεί στη μέση από την κορυφή ως την βάση. Εάν ο κώνος ανοίγει ομοιόμορφα ως κάτω είναι ώρα συγκομιδής (Eyck & Gehring, 2015). Οι ποιοτικές και οι οργανοληπτικές μέθοδοι όπως αυτές που περιγράφηκαν, απαιτούν έναν υψηλό βαθμό εμπειρίας και ειδικευμένη ερμηνεία (Dodds, 2017).



Εικόνα 103. Ένας παραδοσιακός τρόπος πρόβλεψης για το αν ο κώνος του λυκίσκου είναι έτοιμος για συγκομιδή, είναι να σκιστεί στη μέση ως κάτω. Εάν χωρίζεται ομοιόμορφα μέχρι τον ποδίσκο, είναι σε επίπεδο ξηρότητας για συγκομιδή (Eyck & Gehring, 2015).

Θα πρέπει να είναι γνωστό το ποσοστό ξηρής ύλης συγκομιδής των κώνων λυκίσκου για κάθε ποικιλία, καθώς επίσης και το πότε οι κώνοι θα φτάσουν αυτό το επίπεδο ξηρότητας (Eyck & Gehring, 2015).

Όσο οι κώνοι λυκίσκου αναπτύσσονται και ωριμάζουν, το ποσοστό της ξηρής ύλης προς το νωπό βάρος τους αυξάνεται περίπου 1% κάθε 4 - 7 μέρες ανάλογα την ποικιλία. Ο έλεγχος του ποσοστού ξηρής ύλης είναι ποσοτικός (μετρήσιμος) και σχετίζεται με γνωστά πρότυπα (Dodds,

2017). Στις κύριες περιοχές καλλιέργειας λυκίσκου, γενικά στοχεύετε για την συγκομιδή, οι κώνοι να έχουν φτάσει κατά μέσο όρο 23% σε ποσοστό ξηρής ύλης (Lizzote, 2015).

Έλεγχοι - μετρήσεις ξηρής ύλης είναι εύκολοι να γίνουν και να εκτελεστούν με την χρήση κάποιου βασικού εξοπλισμού όπως ένα ξηραντήριο/αφυγρανήρας ή ένας φούρνος μικροκυμάτων και μια σειρά ζυγών ακριβείας (Dodds, 2017).

Έχει παρατηρηθεί σε επαγγελματικές πρακτικές να αρχίζει η συγκομιδή πριν από την πλήρη ωρίμανση έτσι ώστε οι κώνοι να μην είναι υπερώριμοι στο τέλος της, συνήθως είναι απαραίτητο. Σύμφωνα με εμπειρία πολλών καλλιεργητών, οι αγροί λυκίσκου που συγκομίζονται πρώτοι υποφέρουν την επόμενη καλλιεργητική περίοδο και αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στις πρώιμες ποικιλίες λυκίσκου (Neve, 1991).

Εάν συγκεκριμένες ασθένειες, όπως περονόσπορος, ή προσβολές από έντομα, όπως αφίδες, βρίσκονται εκτός ελέγχου και απειλούν την ποιότητα των κώνων, ίσως είναι καλύτερο να συγκομιστούν προτού καταστραφούν ολοκληρωτικά. Επίσης επικείμενες δυσμενείς καιρικές συνθήκες ίσως αποτελούν ένα άλλο κίνητρο για πρώιμη συγκομιδή. Είναι αδύνατο να συγκομιστούν οι λυκίσκοι όταν είναι υγροί, έτσι εάν αναμένεται εκτενής περίοδος βροχών και οι λυκίσκοι είναι σχεδόν έτοιμοι για συγκομιδή, ίσως είναι προτιμότερο να συγκομιστούν λίγο νωρίτερα.

Σε μερικές περιπτώσεις οι κώνοι λυκίσκου ωριμάζουν υπερβολικά πρώιμα. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί λόγω των καιρικών συνθηκών οι οποίες επεκτείνουν τον χρόνο μεταξύ ανάπτυξης οφθαλμών και άνθησης, όταν συμβαίνει αυτό οι κώνοι αναπτύσσονται κατά πολύ σε μέγεθος και ωριμάζουν συντομότερα (Eyck & Gehring, 2015).

2.2.6.2 Τρόποι Συγκομιδής

Η βασική λογική της συγκομιδής είναι ίδια για όλους του τρόπους μηχανικής συγκομιδής: η επαφή σειρών μηχανικών δακτύλων τα οποία ουσιαστικά «χτενίζουν» τον βλαστό, τραβώντας τους χαλαρά συνδεδεμένους κώνους (Eyck & Gehring, 2015).

Η συγκομιδή είναι η πιο έντονη περίοδος δραστηριότητας και στον αγρό λυκίσκου και στην αποθήκη κατεργασίας.

Οι ώριμοι κώνοι πρέπει να συλλεχθούν, να καθαριστούν και ξηραθούν στο ελάχιστο δυνατό χρόνο για την διασφάλιση της ποιότητας και διατηρησιμότητας τους.

Ανάλογα με το εύρος των φυτεμένων ποικιλιών, μια τυπική περίοδος συγκομιδής μπορεί να είναι γύρω στον ένα μήνα (Dodds, 2017).

Εφόσον κάθε ποικιλία λυκίσκου είναι επιθυμητή από τους ζυθοποιούς για τα μοναδικά χαρακτηριστικά της, είναι καθοριστικό να διατηρούνται ξεχωριστά οι ποικιλίες κατά την διάρκεια της συγκομιδής, επεξεργασίας και συσκευασίας (Eyck & Gehring, 2015).

Με την εισαγωγή μόνιμων συστημάτων υποστύλωσης, στα οποία οι κληματοειδείς βλαστοί του λυκίσκου περιτυλίγονται προς τα πάνω είτε σε σχοινί είτε σε λεπτό σύρμα, ήταν δυνατό να ρίχνονται οι βλαστοί έτσι ώστε να γίνεται η συγκομιδή χωρίς να αποκόπτονται οι βλαστοί από το ρίζωμα (Neve, 1991). Προτού κοπεί ο βλαστός από το σύστημα υποστύλωσης, θα πρέπει οι βλαστοί να κοπούν και να αφεθούν με 0,9 m βλαστού από το επίπεδο εδάφους. Αφήνοντας αυτό το μήκος ζωντανού βλαστού ο οποίος είναι συνδεδεμένος ακόμα με το ρίζωμα, είναι ωφέλιμο για τον βλαστό και επιτρέπει στο ριζικό σύστημα να συνεχίσει να συγκεντρώνει αποθησαυριστικές ουσίες (Eyck & Gehring, 2015) στο μέγιστο βαθμό.

Συγκομιδή με τα χέρια

Η συγκομιδή με το χέρι ήταν η συνήθης πρακτική προτού εφευρεθούν οι μηχανές συγκομιδής. Παρόλο, τα εργατικά κόστη σήμερα σημαίνουν ότι η συγκομιδή με τα χέρια είναι αντιοικονομική για οποιοδήποτε θέλει να πουλήσει τους λυκίσκους για κερδοφορία (Dodds, 2017). Η συγκομιδή με το χέρι, προϋποθέτει υπηρεσίες μεγάλου αριθμού ατόμων και διαθεσιμότητα επαρκούς παροχής τέτοιου είδους εποχικής εργασίας. Αυτό ήταν ένας από τους παράγοντες περιορισμού για τα μέρη που θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν λυκίσκοι (Neve, 1991).

Αυτή η μέθοδος συγκομιδής σιγά σιγά φτάνει σε ένα τέλος. Οι λυκίσκοι που έχει συλλεχθεί με το χέρι έχουν χαμηλότερη ολική πυκνότητα διότι περιέχουν τους ποδίσκους, έτσι κοστολογούνται λιγότερο και είναι κατάλληλοι για σύντομη αποθήκευση στην φρέσκια κατάσταση τους (το μέγιστο 6 ώρες). Αυτή η μέθοδος είναι πολύ αναποτελεσματική.

Η συγκομιδή ενός τόνου κώνων λυκίσκου ανά 10 στρέμματα, με μέσο όρο 10 λίτρα όγκου συγκομιδής ανά εργάτη - συλλέκτη ανά μέρα, σε μια περίοδο συγκομιδής 15 ημερών, απαιτεί 12 - 14 εργάτες συλλέκτες (Rybáček, 1991).

Μηχανική συγκομιδή

Πιθανώς η πιο σημαντική οικονομική ανάπτυξη στις μεθόδους παραγωγής λυκίσκου ήταν η μετάβαση από την συλλογή λυκίσκων με το χέρι στην χρήση μηχανών (Neve, 1991).

Ανά το κόσμο, υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις στην εμπορική (μηχανική) συγκομιδή των λυκίσκων.

1) Η **συγκομιδή στο αγρό** (επί τόπου), όπου χρησιμοποιείται μια μηχανή συγκομιδής ειδικά κατασκευασμένη η οποία μετακινείται κατά μήκος των σειρών και απομακρύνει τους κώνους από τους βλαστούς επί τόπου (Εικόνα 104), (Εικόνα 105).



Εικόνα 104. Μπροστινή όψη μιας μηχανής συγκομιδής λυκίσκου στον αγρό, που χρησιμοποιείτε σε μεγάλης κλίμακας καλλιέργειας λυκίσκου με υποστύλωση τύπου «V», στις Η.Π.Α (Dodds, 2017).



Εικόνα 105. Ένα τυπικό σύστημα συγκομιδής για καλλιέργεια μεγάλης έκτασης, η οποία περιλαμβάνει μηχανή συγκομιδής, αποθηκευτικό κάδο και ελκυστήρα (Dodds, 2017).

Σε μια καλλιέργεια με χαμηλό σύστημα υποστύλωσης, η μηχανή συγκομιδής καλύπτει μια μόνο σειρά λυκίσκων και αποκόπτει τους κώνους αφήνοντας τους βλαστούς επί τόπου. Και σε χαμηλό και σε υψηλό σύστημα υποστύλωσης τύπου «V», οι αποκομμένοι κώνοι πηγαίνουν σε ένα κινητό αποθηκευτικό κάδο για μεταφορά στη αποθήκη και καθαρισμό. Υπολειπόμενοι βλαστοί επιστρέφουν στο έδαφος ως κομμάτια οργανικού λιπάσματος, είτε κατά την διάρκεια

είτε μετά την συγκομιδή. Αυτή η προσέγγιση συγκομιδής είναι αρκετά συνήθης στην πολιτεία της Ουάσιγκτον, Η.Π.Α.

Αυτή η μέθοδος συγκομιδής παρουσιάζει μειωμένο κόστος εργατικών. Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται τα κόστη κεφαλαίου αγοράς τέτοιων αποτελεσματικών μηχανών που διαχειρίζονται το παράθυρο συγκομιδής καθώς και προβλήματα που τυχόν προκύπτουν από την συμπίεση του εδάφους με την λειτουργία βαρέως εξοπλισμού στην καλλιέργεια λυκίσκου (Dodds, 2017).

Το παράθυρο συγκομιδής των ώριμων κώνων είναι 5 με 10 ημέρες, δηλαδή οι κώνοι θα πρέπει να συγκομιστούν εντός 10 ημερών το μέγιστο. Κατά προσέγγιση οι εργατοώρες που απαιτούνται για την συγκομιδή ενός στρέμματος είναι 70 με 150 (Αρβανιτίδου, 2017).

Σύμφωνα με τον Neve (1991), παρόλο που έχουν διεξαχθεί πειράματα με κινητές μηχανές συγκομιδής, οι οποίες θα μπορούσαν να συλλέξουν τους λυκίσκους επί τόπου όπως και με την συλλογή με το χέρι, μόνο σταθερές μηχανές έχουν αποδειχτεί μέχρι στιγμής κάποιας σημασίας και αυτό απαιτεί οι βλαστοί να κόπτονται στον αγρό και να μεταφέρονται στην μηχανή συγκομιδής.

2) Η συγκομιδή στην αποθήκη εμπεριέχει συγκομιδή και μεταφορά ολόκληρων των κληματοειδών βλαστών λυκίσκου και αποκοπή των κώνων στην αποθήκη με χρήση σταθερής μηχανής συγκομιδής. Οι βλαστοί κόπτονται από το κορυφαίο συρματόσχοινο στην βάση τους, είτε χειροκίνητα είτε χρησιμοποιώντας μια μηχανή με συνδυαστικό τύπο κεφαλής και ψαλιδιών (Εικόνα 106) (Dodds, 2017).

Γενικά, η πιο κοινή προσέγγιση συγκομιδής είναι να κόπτεται ο βλαστός και να μεταφέρεται στο σημείο συγκομιδής, όπου συγκομίζεται από εργάτες ή από μια μηχανή συγκομιδής (Eysck & Gehring, 2015).



Εικόνα 106. Συνδυαστικού τύπου μηχανή, τα ψαλίδια κορυφής αποκόπτουν ολόκληρους τους βλαστούς από το συρματόσχοινο και τους ρίχνουν σε ένα φορητό για μεταφορά και συγκομιδή στην αποθήκη (Dodds, 2017).

Σε μεσαίας κλίμακας καλλιέργειας λυκίσκων, οι κληματοειδείς βλαστοί απομακρύνονται από το κορυφαίο συρματόσχοινο με χρήση ενός ελκυστήρα πλαισιωμένου με εξολκέα (Εικόνα 107).



Εικόνα 107. Οι εξολκείς βλαστών χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική των ψαλιδιών κορυφής σε μεσαίου μεγέθους καλλιέργειες λυκίσκου (Dodds, 2017).



Εικόνα 108. Οι εξολκείς βλαστών δουλεύουν κατά μήκος μια μόνο σειράς βλαστών τη φορά απομακρύνοντας τους βλαστούς από το κορυφαίο συρματόσχοινο στον κάδο συγκομιδής για μεταφορά στην αποθήκη που βρίσκεται η μηχανή συγκομιδής (Dodds, 2017).

Οι βλαστοί φορτώνονται σε φορτηγά ή αποθηκευτικούς κάδους και μεταφέρονται στην αποθήκη. Αφού βρίσκονται στην αποθήκη, οι βλαστοί προσδένονται σε έναν μεταφορέα ο οποίος τους τραβάει (ένα κάθε φορά) διαμέσου της μηχανής συγκομιδής που απομακρύνει τους κώνους. Οι υπολειμματικοί βλαστοί τεμαχίζονται και στις περισσότερες περιπτώσεις, κομποστοποιούνται και επιστρέφουν στον αγρό του λυκίσκου.

Τα δάκτυλα διαλογής εντός της κεφαλής συγκομιδής τα οποία απομακρύνουν τους κώνους έχουν παραμείνει σχετικά απaráλλακτα από την ανάπτυξη τους στις αρχές του 1900. Κάθε κεφαλή συγκομιδής αποτελείται από συρμάτινα (μεταλλικά) δάκτυλα συλλογής διευθετημένα σε σειρές και συνδεδεμένα με τις αλυσίδες κίνησης σε κάθε άκρο για να διαμορφώσουν έναν ιμάντα κυκλοφορίας (Εικόνα 109).



Εικόνα 109. Σειρές συρμάτινων δακτύλων μηχανής συγκομιδής λυκίσκου με ελατήριο, κινούμενα από αλυσίδες, τα οποία αποκόπτουν τους κώνους από τους βλαστούς (Dodds, 2017).

Στους περισσότερους συνδυασμούς, δυο μίαντες συναρμολογούνται κοιτάζοντας ο ένας προς τον άλλο, αφήνοντας ένα διάστημα διαμέσου του οποίου περνάει ο βλαστός του λυκίσκου, επιτρέποντας στα δάκτυλα συλλογής να αποκόπτουν τους κώνους.

Η παγκόσμια ανάπτυξη και απαίτηση για χειροποίητη μύρα έχει οδηγήσει σε μια σχετιζόμενη ανάπτυξη στον αριθμό μικρών ως μεσαίου μεγέθους καλλιεργειών λυκίσκου. Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για του νέους καλλιεργητές λυκίσκου, είναι να βρουν εξοπλισμό συγκομιδής και κατεργασίας με κόστος που μπορεί να καλυφθεί και να λειτουργεί στην κατάλληλη κλίμακα για τις δικές τους ανάγκες. Συνεπώς, ένας αριθμός σχεδιαστών και βιομηχάνων έχουν αναπτύξει μικρότερης κλίμακας εξοπλισμό συγκομιδής για να συμβαδίσουν με την αγορά. Για παράδειγμα μηχανές συγκομιδής όπως η HopsHarvester™ (Εικόνα 110). (Dodds, 2017).



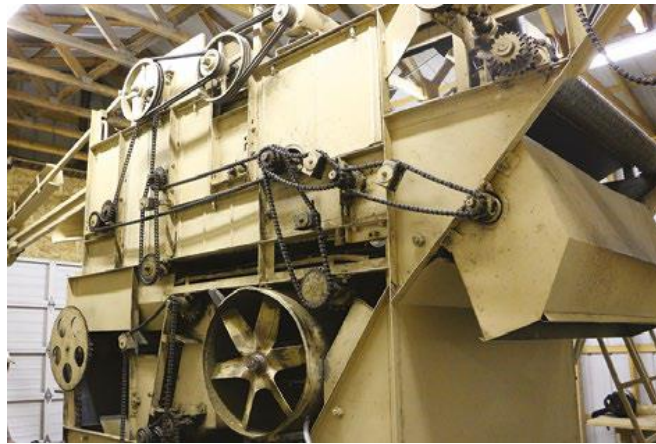
Εικόνα 110. Η μηχανή συγκομιδής HopsHarvester™ κατασκευασμένη στις Η.Π.Α έχει αναπτυχθεί για να εξυπηρετεί από μικρής έως μεσαίας κλίμακας αγρούς λυκίσκου (Dodds, 2017).

Η παραγωγικότητα της μηχανής συγκομιδής μετριέται σε ταχύτητα επεξεργασίας (βλαστοί/ώρα) και αποτελεσματικότητα συγκομιδής (ποσοστό ανάκτησης). Θα πρέπει να εκτιμηθούν και οι δυο παράγοντες με προσοχή για την λήψη της απόφασης για το ποια μηχανή συγκομιδής είναι κατάλληλη για την κάθε επένδυση καλλιέργειας λυκίσκου.

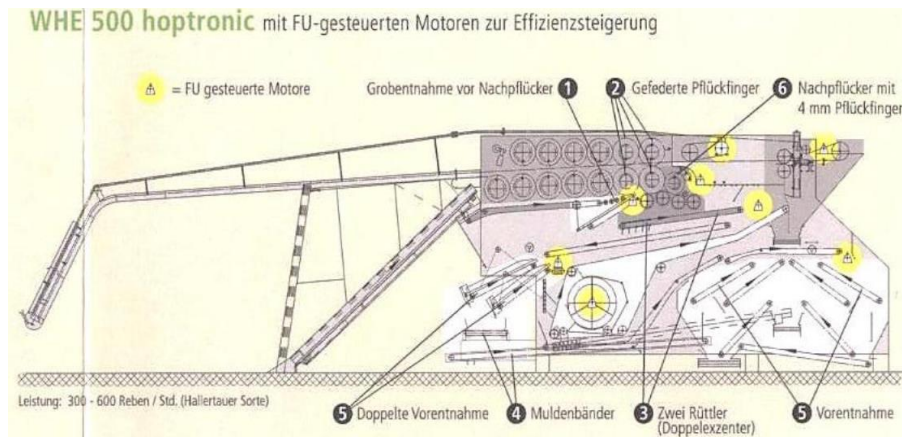
Οι μηχανές συγκομιδής εντός αποθήκης διαφέρουν σε μέγεθος και δυνατότητα επεξεργασίας. Ο στόχος τους είναι να αφαιρέσουν τους κώνους από τους βλαστούς και να απομακρύνουν ανεπιθύμητα φύλλα και μέρη βλαστού από το τελικό προϊόν.

Συνήθως αποτελούνται από ένα ιμάντα μεταφοράς βλαστών, μια κεφαλή συγκομιδής, έναν δευτερεύων συλλέκτη και κάθετα περιστρεφόμενα κόσκινα υποβοηθούμενα με ρεύμα αέρα και ιμάντες κίνησης.

Η Wolf (Γερμανία), η Dauenhauer (Η.Π.Α) και η Bruff (UK) είναι τρεις εταιρίες με τις πιο συνήθεις χρησιμοποιούμενες μηχανές συγκομιδής και καθαρίσματος, για κατεργασία εντός αποθήκης. Οι κατασκευαστές των μηχανών συγκομιδής Wolf εξαγοράζουν και επισκευάζουν μεταχειρισμένες μηχανές συγκομιδής και τις διαθέτουν παγκόσμια για να συναντήσουν τις απαιτήσεις του αυξανόμενου αριθμού παραγωγών λυκίσκου (Dodds, 2017).



Εικόνα 111. Μια μηχανή συγκομιδής Wolf με δυνατότητα επεξεργασίας 80 - 120 βλαστών ανά ώρα, κατάλληλη για μικρής έως μεσαίας κλίμακας καλλιέργειες λυκίσκου (Dodds, 2017).



Εικόνα 112. Σχεδιάγραμμα της WHE 500 hoptronic μηχανής συγκομιδής-διαχωρισμού των κώνων λυκίσκου από τους κληματοειδείς βλαστούς (Buffalo.extension.wisc, 2022).

Μετά την συγκομιδή στον αγρό, οι κώνοι διαχωρίζονται από τους βλαστούς σε μια μηχανή συγκομιδής-διαχωρισμού. Με την μηχανική συγκομιδή, λόγω της απώλειας κώνων και λουπουλίνης, αναμένεται απώλεια βάρους προσεγγιστικά 10%. Οι κώνοι του λυκίσκου έχουν περιεκτικότητα ύδατος περίπου 75 με 80 % κατά βάρος κατά το σημείο της συγκομιδής (Krottenthaler, 2009).

Μια μικρή μηχανή συγκομιδής Wolf μπορεί να κοστίσει περίπου 27.280€ (\$30.000). Η Hop Harvester 1000, η οποία είναι πιο οικονομική, κοστίζει 10.910€ (\$12.000). Ένα άλλο πρόβλημα με τις μηχανές συγκομιδής λυκίσκου είναι ότι είναι ογκώδεις και μεγάλες σε μέγεθος και κατασκευάζονται σε μέρη τα οποία μπορεί να είναι μακριά από την καλλιέργεια λυκίσκου και είναι δύσκολο και ακριβό να μεταφερθούν. Αυτό προσθέτει πολλά έξοδα σε ένα νέο καλλιεργητή.

Ένα άλλο ενδεχόμενο είναι η αγορά μιας μηχανής και η τοποθέτηση της σε μια κεντρική τοποθεσία. Άλλοι έχουν κατασκευάσει κινητές μηχανές συγκομιδής οι οποίες μπορούν να μετακινηθούν από καλλιέργεια σε καλλιέργεια. Αυτό λύνει το πρόβλημα της μεταφοράς κομμένων βλαστών στη κεντρική μηχανή συγκομιδής, αλλά στην πραγματικότητα ποικιλίες λυκίσκου που καλλιεργούνται σε αγρούς λυκίσκου σε μια δεδομένη περιοχή είναι πολύ πιθανό να είναι έτοιμες για συγκομιδή το ίδιο χρόνο, έτσι αυστηρό πρόγραμμα και οργάνωση της διακίνησης προϊόντων είναι απαραίτητα (Eyck & Gehring, 2015). Η έλλειψη υποδομής για την συγκομιδή του λυκίσκου είναι ο πιο σημαντικός περιοριστικός παράγοντας για την καλλιέργεια λυκίσκου σε πολλές περιοχές όπου δεν υπάρχει ιστορικό καλλιέργειας.



Εικόνα 113. Η μηχανή που αποκαλείται κόπτης κορυφής διαχωρίζει το σχοινί που συνδέει τον βλαστό με το συρματόσχοινο του συστήματος υποστήλωσης, ρίχνοντας το στην καρότσα ενός αγροτικού οχήματος (Eysck & Gehring, 2015).

2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

2.3.1 Ξήρανση

Για βέλτιστη αποθηκευτικότητα και ποιότητα, οι φρέσκοι λυκίσκοι που μόλις έχουν συγκομιστεί με περιεχομένη υγρασία αγρού περίπου 80% ξηραίνονται σε επίπεδο υγρασίας 8 - 12%. Παραπάνω από αυτή την περιεχόμενη υγρασία στόχο, οι λυκίσκοι είναι επιρρεπείς σε ποιοτική υποβάθμιση και κάτω από αυτό το επίπεδο γίνονται εύθρυπτοι και καταπονούνται από αυξημένη οξείδωση (Dodds, 2017).

Εάν οι φρέσκο-συγκομισμένοι λυκίσκοι δεν χρησιμοποιηθούν ή ξηραθούν άμεσα μετά την συγκομιδή, θα αποσυντεθούν γρήγορα και η λουπουλίνη, μαζί με τα άλφα οξέα και τα βήτα θα καταστραφούν. Ακατάλληλη ξήρανση ή αποθήκευση μπορεί να επιταχύνει την διαδικασία αυτή, αλλά η τεχνολογία των τελευταίων ετών έχει φέρει νέα πλεονεκτήματα.

Η απομάκρυνση της υγρασίας καθυστερεί την διαδικασία αποσύνθεσης του φυτικού υλικού και συντηρεί τα πολύτιμα άλφα και βήτα οξέα καθώς και τα έλαια του λυκίσκου που περιέχονται στην λουπουλίνη. Η δημιουργία των ιδανικών συνθηκών για την ξήρανση των λυκίσκων εμπεριέχει την ακριβή ισορροπία θερμότητας και κυκλοφορίας αέρα για κάποια προσεκτικά οργανωμένη χρονική περίοδο (Eyck & Gehring, 2015).

Για βέλτιστη ξήρανση οι τρεις παράμετροι, α) ύψος απόθεσης (ύψος κλίνης λυκίσκων), β) ταχύτητα αέρα και γ) θερμοκρασία ξήρανσης θα πρέπει να είναι στη σωστή αναλογία (Barth & Sohn, 2016).

Σε μια μεγάλη εμπορικής κλίμακας καλλιέργεια, η συγκομιδή είναι κατά κάποιο τρόπο μία αδιάκοπη γραμμή παραγωγής η οποία λειτουργεί είκοσι τέσσερις ώρες την ημέρα. Εάν όλα εξελιχθούν βάσει του προγραμματισμού, οι κώνοι του λυκίσκου θα ξηραθούν και θα δεματιαστούν σε είκοσι τέσσερις με τριάντα έξι ώρες από τότε που αποκόπηκαν οι βλαστοί. Ο ρυθμός ορίζεται από την συντήρηση της λουπουλίνης που περιέχεται εντός των κώνων του λυκίσκου προτού αρχίσει να υποβαθμίζεται. Όσο υψηλότερο το επίπεδο των οξέων και των αιθέριων ελαίων στο λυκίσκο, τόσο υψηλότερη και η τιμή πώλησης του (Eyck & Gehring, 2015).

Όταν οι κώνοι του λυκίσκου φτάσουν στην μηχανή ξήρανσης έχουν περιεχόμενη υγρασία 76 με 80 % κατά βάρος. Η συγκομιδή μπορεί να εξελιχθεί όσο γρήγορα μπορούν οι λυκίσκοι να ξηραθούν. Εάν η δυνατότητα και ο χώρος ξήρανσης είναι περιορισμένος, το οποίο είναι συχνό φαινόμενο διότι οι μηχανές ξήρανσης κοστίζουν υπερβολικά, η διαδικασία ξήρανσης μπορεί

να αποτελεί σημείο συμφόρησης, το οποίο επιβραδύνει την συγκομιδή. Η ποιότητα των ώριμων κώνων λυκίσκου προς συγκομιδή θα αρχίσει να υποβαθμίζεται στο βλαστό. Μία λύση σε αυτό το πρόβλημα χωρητικότητας - δυναμικότητας, είναι να επιταχυνθεί η διαδικασία της ξήρανσης αυξάνοντας την θερμοκρασία. Αλλά αυτή η προσέγγιση μπορεί να έχει το αντίθετο αποτέλεσμα διότι υψηλότερες θερμοκρασίες μπορούν να υποβαθμίσουν την ποιότητα των οξέων και των ελαίων, μειώνοντας την αξία των λυκίσκων. Σε μια αγορά βασικών προϊόντων όπου οι λυκίσκοι αγοράζονται φθηνά για ζύθους μαζικής παραγωγής, αυτό δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα. Αλλά τελευταία, εφόσον οι ζυθοποιοί χειροποίητης μύρας γίνονται όλο και πιο πολύ απαιτητικοί για την ποιότητα των λυκίσκων τους, οι καλλιεργητές μειώνουν τις θερμοκρασίες στα ξηραντήρια και αυξάνουν τον όγκο κυκλοφορίας αέρα ή απλά αφήνουν περισσότερο χρόνο τους λυκίσκους να ξηραθούν. Ιστορικά, οι λυκίσκοι ξηραίνονταν σε θερμοκρασία 71,1°C για μια χρονική περίοδο κατά προσέγγιση έξι ωρών. Σήμερα η τάση είναι να ξηραίνονται οι κώνοι σε χαμηλότερες θερμοκρασίες για μακρά χρονική περίοδο. Στη Crosby Hop Farm, ξηραίνουν τους λυκίσκους τους σε θερμοκρασία 53,3°C για μια χρονική περίοδο οχτώ ωρών (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 114. Λυκίσκοι μετά την συγκομιδή, απλωμένοι στο δάπεδο του ξηραντήριου (Eyck & Gehring, 2015).

Οι λυκίσκοι ξηραίνονται σε ειδικούς κατασκευασμένους χώρους - ξηραντήρια. Η Εικόνα 115 δείχνει το κορυφαίο επίπεδο ενός πολυστρωματικού ξηραντήριου στην Νέα Ζηλανδία.



Εικόνα 115. Το άνω επίπεδο από ένα ξηραντήριο λυκίσκου με πολλά επίπεδα στην Νέα Ζηλανδία. Θερμασμένος αέρας αντλείτε μέσα από τα διάτρητα πατώματα στην κατάλληλη θερμοκρασία και ταχύτητα για να ξηράνει τους λυκίσκους σε επίπεδο περιεχόμενης υγρασίας 8 - 12% (Dodds, 2017).



Εικόνα 116. Μεγάλου μεγέθους ανεμιστήρες ωθούν καθαρό θερμό αέρα μέσα στον θάλαμο κάτω από το ξηραντήριο. Η διάταξη του θαλάμου διασφαλίζει ομοιόμορφη διανομή αέρα και ξήρανση (Dodds, 2017).

Μεγάλου μεγέθους ανεμιστήρες (Εικόνα 116) στέλνουν καθαρό θερμασμένο αέρα με πίεση σε έναν θάλαμο κάτω από τις κλίνες ξήρανσης. Στις μέρες μας, πηγές ενέργειας ξηραντήριων αποτελούν τα ορυκτά καύσιμα όπως κάρβουνο ή υγραέριο. Καθαρός αέρας επιτυγχάνεται με ένα καυστήρα και με ένα σύστημα μεταφοράς θερμότητας διασφαλίζεται ότι οι λυκίσκοι δεν μαυρίζουν από καπνό ή καυσαέρια. Ο θερμασμένος αέρας περνάει μέσω των κλινών ξήρανσης απάγοντας υγρασία προς τη οροφή του ξηραντήριου. Όταν η κάτω στρώση φτάσει το επιθυμητό επίπεδο περιεχόμενης υγρασίας, απομακρύνεται από το ξηραντήριο. Έπειτα το διάτρητο επίπεδο - δάπεδο της επόμενης στρώσης ανοίγει, επιτρέποντας στους λυκίσκους να πέσουν στην βάση και ούτω καθεξής για τις εναπομείναντες στρώσεις. Η κορυφαία στρώση -

επίπεδο γίνεται διαθέσιμη και μια νέα παρτίδα χλωρών λυκίσκων εισέρχεται. Το πολυστρωματικό ξηραντήριο επιτρέπει συνεχή διαδικασία ξήρανσης (Dodds, 2017).



Εικόνα 117. Ανοιγμένο διάτρητο δάπεδο ξηραντήριου λυκίσκου (Barth & Sohn, 2016).

Σύγχρονα ξηραντήρια μεγάλης κλίμακας στις Η.Π.Α, είναι τυπικά μονής στρώσης και χρησιμοποιούν βραστήρες αερίου. Η σωστή ξήρανση αποτελεί επιστήμη από μόνη της και επηρεάζεται από παράγοντες όπως χρόνος, θερμοκρασία, ταχύτητα αέρα και βάθος κλίνης ξήρανσης. Θα πρέπει να εκτιμηθούν όλοι αυτοί οι παράγοντες όταν σχεδιάζεται μια εγκατάσταση ξήρανσης. Οι τυπικές θερμοκρασίες ξήρανσης που εφαρμόζονται για την ξήρανση λυκίσκου κυμαίνονται από 55°C έως 65°C.

Έρευνες έχουν δείξει ότι η ξήρανση σε θερμοκρασίες ανώτερες από αυτό το εύρος, μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντική απώλεια περιεχομένων άλφα οξέων.

Ο σκοπός κάθε ξηραντήρα είναι να παραδίδει την κατάλληλη θερμοκρασία και ροή αέρα για να διασφαλίζεται ότι οι λυκίσκοι ξηραίνονται αποτελεσματικά και ομοιόμορφα (Dodds, 2017).

Ο ιδανικός ρυθμός ταχύτητας αέρα και θερμοκρασίας ξήρανσης είναι:

- Θερμοκρασία 62°C (144°F), ταχύτητα αέρα από 0,30 έως 0,35 m/s (1,0 ft/s)
- Θερμοκρασία 67°C (153°F), ταχύτητα αέρα από 0,40 έως 0,45 m/s (1,3 ft/s).

Προϋποθέσεις επιτυχημένης λειτουργίας ενός ξηραντήρα λυκίσκου αποτελούν α) η διατήρηση ποιότητας των κώνων, που είναι και η πρώτη προτεραιότητα, β) η υψηλή απόδοση, δηλαδή μεγάλος όγκος κατεργασίας ανά ημέρα και γ) η αποδοτικότητα, όπου λαμβάνεται υπόψιν η κατανάλωση ενέργειας (Barth & Sohn, 2016).

Για να περιοριστεί η οξείδωση, οι απώλειες άλφα οξέων και των αιθέριων ελαίων, η υγρασία πρέπει να απομακρύνεται γρήγορα από λυκίσκους και σε σχετικά χαμηλή θερμοκρασία. Ο

χρόνος ξήρανσης για μια παρτίδα παραγωγής λυκίσκων στις Η.Π.Α, συνήθως είναι περίπου 8 με 10 ώρες.

Θα πρέπει να παρακολουθούνται τα δείγματα αναφοράς ενδελεχώς κατά την διάρκεια της ξήρανσης έτσι ώστε να προσδιοριστεί το πότε επιτυγχάνεται το κατάλληλο ποσοστό περιεκτικότητας υγρασίας. Η παρακάτω εξίσωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του ξηρού βάρους στόχου για ένα δείγμα με γνωστό χλωρό βάρος.

Ξηρό βάρος στόχος = (Ξηρή ύλη συγκομιδής% × βάρος χλωρού δείγματος) ÷ ξηρή ύλη στόχος%.

Για παράδειγμα, το ξηρό βάρος στόχος για 100 g χλωρού δείγματος που έχει συγκομιστεί με 23% ξηρή ύλης και ένα στόχο ξηρής ύλης 90% (π.χ. 10% υγρασίας) θα υπολογιζόταν ακολούθως:

Ξηρό βάρος στόχος = (23% ξηρή ύλη συγκομιδής × 100 g βάρος χλωρού δείγματος) ÷ 90% ξηρής ύλης = $(23 \times 100) \div 90 = 25,5$ g

Σε αυτό το παράδειγμα, η ξήρανση έχει ολοκληρωθεί όταν το δείγμα αναφοράς φτάσει τα 25,5 g. Χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο, το δείγμα αναφοράς χρειάζεται να βρίσκεται μέσα σε μία διχτυωτή τσάντα κατά την διάρκεια της κατεργασίας ξήρανσης, το βάρος της τσάντας χρειάζεται να ληφθεί υπόψιν στους υπολογισμούς (Dodds, 2017).

Ακόμα και σήμερα ένα ξηραντήριο για μια εμπορική καλλιέργεια λυκίσκου είναι συνήθως ένα διώροφο κτίριο, όπως και παλαιότερα. Καυστήρες προπάνιου βρίσκονται στο χαμηλότερο επίπεδο, παράγουν και μεταφέρουν θερμότητα άνωθεν διαμέσου του διάτρητου δαπέδου του δευτέρου ορόφου όπου βρίσκονται οι λυκίσκοι. Οι λυκίσκοι τροφοδοτούνται στο δάπεδο από έναν ιμάντα μεταφοράς από την αποθήκη όπου βρίσκεται η μηχανή συγκομιδής. Το δάπεδο είναι καλυμμένο με μια στρώση λινάτσας και διαιρείται σε τμήματα από μικρά τοιχία περίπου 0,9 m ύψους. Ένα τμήμα θα πληρωθεί σε βάθος περίπου 0,6 m. Η ροή των λυκίσκων προς το δάπεδο ξήρανσης παρακολουθείται από ένα άτομο ενώ άλλο ένα παρακολουθεί και μετρά προσεκτικά την θερμοκρασία και τα επίπεδα υγρασίας. Όσο η θερμότητα και ο αέρας κυκλοφορούν διαμέσου των λυκίσκων, απελευθερώνουν την υγρασία τους. Σκύβοντας προς το δάπεδο ξήρανσης υπάρχει η αίσθηση και η οσμή της θερμής πικράδας που αναδύεται προς το πρόσωπο. Τα επίπεδα υγρασίας ελέγχονται με χρήση αισθητήρων από άτομα που φορούν μεγάλες επίπεδες σανίδες (παγοπέδιλα) (Εικόνα 118) στα πόδια τους και περπατούν επάνω στους λυκίσκους έτσι ώστε να μην συνθλίψουν τους κώνους (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 118. Ζευγάρι παγοπέδλων (Eyck & Gehring, 2015).

Εφόσον οι λυκίσκοι έχουν ξηραθεί σε επιθυμητό επίπεδο, η λινάτσα από κάτω τους τυλίγεται τροφοδοτώντας τους λυκίσκους σε έναν άλλο ιμάντα μεταφοράς ο οποίος τους μεταφέρει στον χώρο εξισορρόπησης υγρασίας. Ο χώρος εξισορρόπησης υγρασίας είναι ουσιαστικά μια μεγάλη άδεια αποθήκη που διαιρείται σε τμήματα. Οι κώνοι λυκίσκου ρίχνονται στο δάπεδο σε ένα τεράστιο σωρό και αφήνονται σε ηρεμία για περίπου είκοσι τέσσερις ώρες. Η εξισορρόπηση της υγρασίας είναι απαραίτητη διότι στο ξηραντήριο του λυκίσκου στην βάση, πιο κοντά στη πηγή θερμότητας, οι λυκίσκοι γίνονται πιο ξηροί.

Ενώ οι λυκίσκοι είναι στο χώρο εξισορρόπησης υγρασίας, τα επίπεδα υγρασίας ισορροπούν όσο η θερμοκρασία μειώνεται. Αυτή η διαδικασία επίσης αποκαλείται ψύξη (cooling) ή ωρίμανση (curing). Αφού ολοκληρωθεί η εξισορρόπηση της υγρασίας, οι λυκίσκοι δεματιάζονται (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 119. Λυκίσκοι στοιβαγμένοι σε υψηλούς σωρούς στο έδαφος του χώρου εξισορρόπησης υγρασίας όπου τα επίπεδα της θερμοκρασίας και υγρασίας αφήνονται να εξισορροπηθούν για μια χρονική περίοδο είκοσι τεσσάρων ωρών (Eyck & Gehring, 2015).

Οι καλλιεργητές λυκίσκου μικρής κλίμακας έχουν την επιλογή να κατασκευάσουν μόνοι τους κλίβανους ξήρανσης. Υπάρχουν και σχέδια κατασκευής στο διαδίκτυο (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 120. Ο συναρμολογούμενος κλίβανος ξήρανσης σχεδιασμένος από το πανεπιστήμιο UVM έχει πολυάριθμα συρτάρια, δίνοντας την δυνατότητα ξήρανσης πολλαπλών ποικιλιών λυκίσκου ταυτόχρονα χωρίς να αναμιγνύονται. Τα σχέδια είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο (Eyck & Gehring, 2015).

Το πανεπιστήμιο UVM έχει σχεδιάσει ένα δομοστοιχειωτό κλίβανο ξήρανσης και τα σχέδια του είναι διαθέσιμα, ο οποίος είναι ουσιαστικά μια θερμαινόμενη καμπίνα εξοπλισμένη με

ξεχωριστούς δίσκους (ταψιά) σε μορφή συρταριών και ανεμιστήρων. Το σύστημα συρταριών είναι ένα σπουδαίος τρόπος για να διατηρούνται οι ποικιλίες χωριστά κατά την διάρκεια της ξήρανσης. Είναι 1,2 m σε πλάτος, 1,2 m σε βάθος και 2,4 σε ύψος και είναι φτιαγμένος με ευκόλως διαθέσιμα υλικά. Αυτή η μονάδα μπορεί να φέρει την υγρασία 136,1 kg χλωρών λυκίσκων σε επίπεδα υγρασίας 10% κατά βάρος σε οχτώ ώρες.

Υπάρχουν επίσης, διαθέσιμες μηχανές ξήρανσης από την Steenland, όπου έχουν περιορισμένη δυνατότητα ξήρανσης και καθυστερούν σε κάποιο βαθμό την συγκομιδή αλλά λειτουργούν αποτελεσματικά (Eyck & Gehring, 2015).



Εικόνα 121. Αυτός ο κλίβανος ξήρανσης, κατασκευασμένος από την Steenland Manufacturing, χρησιμοποιεί μόνο κυκλοφορία αέρα για να ξηράνει τους λυκίσκους και λειτουργεί αποτελεσματικά (Eyck & Gehring, 2015).

Το ξηραντήριο λυκίσκου κατασκευασμένο από την Wolf με κόστος 4.365€ (\$4.800), έχει πολλαπλές στρώσεις και παρουσιάζει επαρκή δυνατότητα ξήρανσης για να κατεργάζεται έως 121 στρέμματα λυκίσκου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσφέρει υπηρεσίες κατεργασίας ξήρανσης και για άλλες καλλιέργειες, ακόμα και μικρότερες, όπου στερούνται υποδομών ξήρανσης (Eyck & Gehring, 2015).

Η διαδικασία της ξήρανσης των λυκίσκων είναι υπό έρευνα και εξέλιξη ακόμα λόγω των απαιτήσεων της αγοράς για βέλτιστη διατήρηση της ποιότητας των κώνων λυκίσκου. Το ύψος των συγκεντρωμένων κώνων λυκίσκου στη επιφάνεια ξήρανσης δεν θα πρέπει να είναι υψηλό έτσι ώστε να απάγεται η υγρασία ομοιόμορφα και να χρειάζεται σε μικρότερο βαθμό η διαδικασία εξισορρόπησης της υγρασίας. Το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι χρειάζεται μεγαλύτερη επιφάνεια ξήρανσης συνεπώς και μεγαλύτερες υποδομές. Η

κυκλοφορία του θερμασμένου αέρα θα πρέπει να διατηρείται σχετικά ομοιόμορφη και να είναι επαρκής συνολικά στον όγκο λυκίσκων προς ξήρανση.

Είναι προτιμότερο και πιο αξιόπιστο να μετριέται η παρτίδα λυκίσκων προς ξήρανση με το βάρος της και όχι με το ύψος της κλίνης που σχηματίζεται. Αποτελεσματικά η ξήρανση επιτελείται πιο ομοιόμορφα (SusOrganic, 2019).

Σε πολλές περιοχές με εμπορικές και πολλές μεγάλης κλίμακας καλλιέργειες λυκίσκου, η επεξεργασία του λυκίσκου μπορεί να επιτελείται σε διαφορετικούς χώρους και εταιρίες από το χώρο καλλιέργειας.

2.3.2 Μορφοποίηση (Σφαιροποίηση)

Οι λυκίσκοι σε μορφή σφαιρών (πέλλετ) και σφραγισμένοι υπό κενό, τείνουν να έχουν πιο μακρά διατήρηση και διάρκεια ζωής. Αποθηκεύονται αποτελεσματικά λόγω του μικρού όγκου τους και χειρίζονται εύκολα κατά την ζυθοποίηση.

Οι ίδιοι οι καλλιεργητές λυκίσκου ή εταιρίες κατεργασίας παράγουν σφαιρίδια (πέλλετ) σε δυο μορφές, T90 και T45. Η πρώτη, τα T90 σφαιρίδια (πέλλετ) παράγονται με άλεση ολόκληρων των αποξηραμένων κώνων και έπειτα τοποθετείται όλο το άλεσμα σε μηχανή μορφοποίησης πέλλετ όπου εξαναγκάζεται και περνάει από ένα καλούπι για να παραχθεί το τυπικό σχήμα σφαιριδίου (πέλλετ). Ο αριθμός 90 στο τύπο T90 αναφέρεται στην κατά προσέγγιση απόδοση σε σφαιρίδια (πέλλετ) από την κατεργασία 100 kg ξηρών λυκίσκων (π.χ. 100 kg λυκίσκων = 90 kg σφαιρίδια). Ομοίως, τα σφαιρίδια (πέλλετ) τύπου T45 αποδίδουν 45 kg προϊόντος ανά 100 kg λυκίσκων. Η κατεργασία των T45 έχει ως αποτέλεσμα ένα πιο συμπαγές προϊόν με ένα υψηλότερο λόγο λουπουλίνης/βάρους, που σημαίνει λιγότερο προϊόν απαιτείται στην ζυθοποίηση σε σύγκριση με τα σφαιρίδια τύπου T90 (Dodds, 2017).

Κατά την παραγωγή των σφαιριδίων τύπου T45 όπου διαχωρίζονται τα φύλλα από την λουπουλίνη, χάνεται το μεγαλύτερο μέρος της λουπουλίνης. Οι δραστικές ουσίες ανακτώνται διαμέσου του εμπλουτισμού τους με ξανθοχουμόλη, η οποία είναι διαλυτή σε αιθανόλη (Αρβανιτίδου, 2017).

Η θερμοκρασία μορφοποίησης θα πρέπει να μην είναι υψηλή για αποφευχθεί η ποιοτική υποβάθμιση των τελικών προϊόντων, π.χ. 55°C.

Τα σφαιρίδια T90 θα πρέπει να αποθηκεύονται ψυχρά σε θερμοκρασία 0 - 5°C. Τα σφαιρίδια θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εντός 3 ετών αφού κατεργαστούν για βέλτιστα αποτελέσματα. Εάν αποθηκευτούν σε θερμοκρασία - 20°C, τα σφαιρίδια θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν εντός 5 ετών. Οι συσκευασίες, αφού ανοιχτούν, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν εντός λίγων ημερών για την αποφυγή υποβάθμισης των πικρικών οξέων και αιθέριων ελαίων (BarthHass, 2020).



Εικόνα 122. Μία τυπική μηχανή σφαιροποίησης δακτυλίου τύπου T90 (Dodds, 2017).



Εικόνα 123. Το εσωτερικό της κεφαλής μιας μηχανής σφαιροποίησης (Dodds, 2017).

2.3.3 Συσκευασία

Οι λυκίσκοι συσκευασμένοι υπό κενό σε μορφή σφαιριδίων (Εικόνα 124) είναι δημοφιλείς στους ζυθοποιούς αφού τείνουν να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια αποθήκευσης/ζωής, καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο και είναι ευκολότεροι στον χειρισμό τους κατά την διαδικασία της ζυθοποίησης. Για αυτό το λόγο πολλοί καλλιεργητές επενδύουν σε μηχανές παραγωγής σφαιριδίων και σε εξοπλισμό συσκευασίας υπό κενό, για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς για αυτό τον τύπο προϊόντος (Dodds, 2017).



Εικόνα 124. Οι λυκίσκοι σε μορφή σφαιριδίων συσκευάζονται υπό κενό για να ελαχιστοποιηθεί η επικινδυνότητα οξείδωσης. Η έγχυση της συσκευασίας με άζωτο διασφαλίζει σε υψηλότερο βαθμό την απομάκρυνση οξυγόνου. Ολόκληροι αποξηραμένοι κώνοι λυκίσκου μπορεί να συσκευαστούν με την ίδια μέθοδο συσκευασίας (Dodds, 2017).

Σήμερα σε καλλιέργειες μεγάλης έκτασης, οι λυκίσκοι συμπιέζονται σε δεμάτια τυλιγμένα από λινάτσα με χρήση εξεζητημένων υδραυλικών πρεσών. Αυτό είναι ένα άριστο πρωταρχικό στάδιο αποθήκευσης αφού συμπιέζει τους συνήθως πολύ αφράτους λυκίσκους σε πυκνά ορθογώνιου σχήματος τεμάχια τα οποία μπορεί εύκολα μπορούν να χωριστούν σε μικρότερες ποσότητες. Μέσω της συμπίεσης των δεματιασμένων λυκίσκων περιορίζεται η έκθεση σε οξυγόνο και έτσι καθυστερείτε η οξείδωση των ελαίων και των άλφα οξέων. Επίσης τα σακιά από λινάτσα επιτρέπουν την ανταλλαγή αερίων και έτσι δε συγκεντρώνεται υγρασία στα δεμάτια. Στα δεμάτια μπορεί να αποτυπωθούν με χρήση σφραγίδας, οι αριθμοί παρτίδας και η ταυτοποίηση του παραγωγού, προκειμένου να μπορεί να ιχνηλατηθεί ευκολότερα η παραγωγή. Οι υδραυλικές πρέσες είναι σχετικά ακριβές και οι περισσότεροι καλλιεργητές μικρής κλίμακας δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα αγοράς τους. Ευτυχώς, οι μηχανές

συσκευασίας υπό κενό λειτουργούν εξαιρετικά ως προς την συντήρηση του λυκίσκου και επιτρέπουν στον παραγωγό να συσκευάζει σε βολικές ποσότητες για την τελική αγορά, είτε είναι οικοζυθοποιό ή μικροζυθοποιός.

Μια καλής ποιότητας μηχανή συσκευασίας υπό κενό απαιτείται, αφού οι οικιακές μονάδες παρέχουν μη επαρκές σφράγισμα της συσκευασίας. Εάν είναι δυνατό, είναι επιθυμητό να εξαερώνεται πρώτα η συσκευασία, έπειτα να εγχύνετε μια μικρή ποσότητα αζώτου πίσω στην συσκευασία, πριν το κλείσιμο της συσκευασίας υπό κενό. Αυτό βοηθά να απομακρυνθεί το υπολειπόμενο οξυγόνο και να αντικατασταθεί με αδρανές αέριο, το οποίο βοηθά στην διατήρηση των ελαίων του λυκίσκου.

Δεν προτείνονται και θα πρέπει να αποφεύγονται οι πλαστικές σακούλες που πωλούνται για τις οικιακές μηχανές συσκευασίας υπό κενό. Μια συσκευασία που εμποδίζει τον αέρα να περάσει διαμέσου του πλαστικού θα πρέπει να είναι η πρώτη επιλογή. Εάν το άρωμα του συσκευασμένου λυκίσκου μπορεί να γίνει αντιληπτό θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί διαφορετικής ποιότητας πλαστικό. Για βέλτιστα αποτελέσματα χρησιμοποιείται αδιαφανής σακούλα στεγανότητας. Αυτή διατηρεί τους λυκίσκους προστατευμένους από έκθεση σε οξυγόνο και φως, το οποίο είναι τόσο κρίσιμο για την διατήρησή αυτών των ζωτικών ελαίων. Αυτές οι συσκευασίες έχουν μια επένδυση πολυαιθυλενίου κατάλληλη για τρόφιμα και μία λεπτή αδιαφανή στρώση πολυεστέρα ή νάιλον ως εξωτερική κάλυψη. Δεν ενδείκνυται η χρήση επίπεδων σακούλων πολυαιθενίου παρόλο που είναι τροφίμων, λόγω της περατότητας τους. Οι βέλτιστες πιθανώς συσκευασίες έχουν μια επιπλέον στρώση από αλουμίνιο στην συνδυαστική στρώση πολυαιθυλενίου/πολυεστέρα που αυξάνει την παρεμποδιστική δράση της συσκευασίας κατά 10 φορές (Kneen, 2022).

Για τους μικρούς παραγωγούς που δεν έχουν την δυνατότητα να συσκευάσουν τους αποξηραμένους λυκίσκους άμεσα, το βέλτιστο είναι να τους ψύξουν ή να τους διατηρήσουν σε ψυχρή αποθήκευση μέχρι να μπορούν να τους συσκευάσουν. Αυτό θα καθυστερήσει την διαδικασία οξείδωσης. Διαφορετικά, η συσκευασία του προϊόντος θα πρέπει να ξεκινήσει το συντομότερο δυνατόν.

Οι μεγάλοι παραγωγοί γενικά συμπιέζουν του ξηρούς λυκίσκους σε δεμάτια των 90 kg (200 pounds). Ένα δεμάτιο 90 kg τιμολογείται με το κιλό και θεωρείται ο πιο οικονομικός τρόπος για την αγορά λυκίσκων. Αυτό επίσης είναι και το μέγεθος που φορτώνονται στις μηχανές παραγωγής σφαιριδίων.

Εάν οι λυκίσκοι δεν προορίζονται για μορφοποίηση σφαιριδίων αλλά για να πωληθούν ως άνηθ συμπιεσμένα, τα δεμάτια των 90 kg (200 pounds) χωρίζονται σε τέσσερα τμήματα με βάρος

22,5 kg το καθένα και συσκευάζονται υπό κενό. Αυτές οι συσκευασίες βάρους 22,5 kg είναι επίσης διαθέσιμες. Όμως η ζυθοποίηση σε μικρότερη κλίμακα, μικροζυθοποιίες και οικοζυθοποιεί, χρειάζονται μικρότερου μεγέθους συσκευασίες (Eyck & Gehring, 2015).

2.4. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Οι καταλλήλως αποθηκευμένοι ξηροί λυκίσκοι μπορεί να αποθηκευτούν ψυχρά για μακρές περιόδους, επιτρέποντας την κατεργασία και την εμπορευματοποίηση τους να λάβει χώρα καθ' όλη την διάρκεια τους έτους (Dodds, 2017).

Οι λυκίσκοι θα πρέπει να αποθηκεύονται όσο ψυχρά γίνεται (- 1 έως - 21°C) και να είναι προστατευμένοι από το οξυγόνο όσο είναι δυνατόν, προκειμένου να διατηρηθούν βέλτιστα τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Η συμπίεση των λυκίσκων σε δεμάτια, σφαιρίδια κ.α. προστατεύει τους λυκίσκους από οξείδωση εκτός από τις επιφανειακές στρώσεις και οι χαμηλές θερμοκρασίες καθυστερούν την οξείδωση (Garetz, 2015).

Η σταθερότητα κατά την αποθήκευση διαφέρει ανά ποικιλία και μετριέται από την απώλεια των άλφα οξέων κατά την διάρκεια του χρόνου σε μια δεδομένη θερμοκρασία. Πολλές ποικιλίες λυκίσκου περιλαμβάνουν ένα δείκτη αποθήκευσης ή μια εκτίμηση, προκειμένου να δίνει στο τελικό χρήστη κάποια ιδέα για το δυναμικό αποθήκευσης της κάθε ποικιλίας.

Η σχετική υγρασία % της ψυχρής αποθήκευσης είναι σημαντική, διότι αν είναι πολύ χαμηλή οι λυκίσκοι θα χάσουν την υγρασία και το βάρος τους και εάν είναι πολύ υψηλή, οι λυκίσκοι θα απορροφήσουν υγρασία με την επικινδυνότητα θραύσης τους να αυξάνεται (Dodds, 2017).

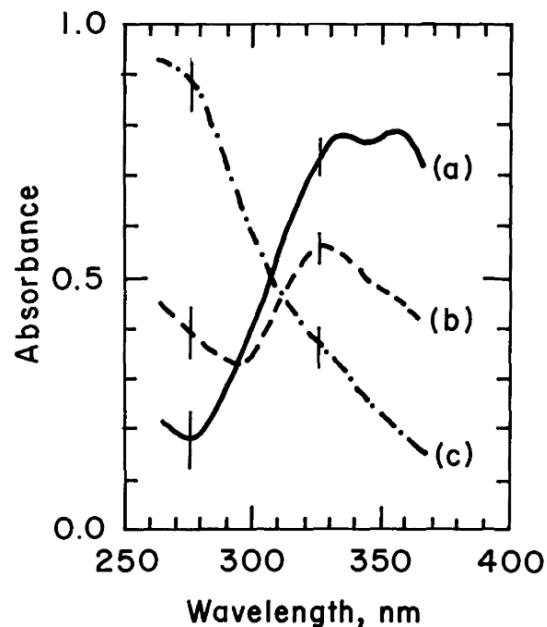
Ο δείκτης αποθήκευσης λυκίσκου, στα αγγλικά «hop storage index» (HSI), χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των απωλειών των πικρικών οξέων, α - οξέων και β - οξέων, κατά την αποθήκευση και την μεταχείριση των λυκίσκων. Ο δείκτης αυτός προσδιορίζεται από την απορρόφηση στο υπεριώδες που μετριέται με φασματοφωτομετρική ανάλυση των λυκίσκων και έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση διαφορών, σε ποικιλίες λυκίσκου ως προς την αποθήκευση, για την μέτρηση των επιπέδων διαπερατότητας και αντιοξειδωτικών στους αδένες λουπουλίνης, για τον προσδιορισμό των ποσοστών προσθηκών λυκίσκου κατά την παραγωγή ζύθου και για την εκτίμηση των πρακτικών χειρισμού του καλλιεργητή και πωλητή.

Όταν λαμβάνει χώρα οξείδωση, η ποσότητα των οξειδωμένων προϊόντων (επίσης πικρές ουσίες) των α - και β - οξέων που παράγεται δεν επαρκεί για να αντισταθμίσει την απώλεια των α - οξέων συνεπώς το πικρικό δυναμικό των λυκίσκων μειώνεται. Ποικιλίες με χαμηλή περιεκτικότητα σε α - οξέα όπως Tettnanger, Hallertau ή Cascade, έχουν υψηλότερο ποσοστό β - οξέων (α/β, 1:1) σε σχέση με άλλες. Κατά συνέπεια η απώλεια των α-οξέων αντισταθμίζεται από τα προϊόντα οξείδωσης των β - οξέων και το πικρικό δυναμικό παραμένει πρακτικά अपαράλλακτο.

Ο δείκτης αποθήκευσης λυκίσκου (HSI) ορίζεται ως ο «λόγος απορρόφησης στα 275 nm προς την απορρόφηση στα 325 nm ενός αλκαλικού διαλύματος μεθανόλης ενός εκχυλίσματος λυκίσκου μη πολικού διαλύτη» ή $HSI = A_{275}/A_{325}$.

Ένα μίγμα α - και β - οξέων σε αλκαλική μεθανόλη έχει ελάχιστο απορρόφησης στα 275 nm και μέγιστο στα 325 nm και 355 nm. Το φάσμα των προϊόντων οξείδωσης των α - οξέων και β - οξέων που σχηματίζονται φυσικά έχουν μέγιστο απορρόφησης περίπου στα 250 - 280 nm με ελάχιστη απορρόφηση σε υψηλότερα μήκη κύματος. Όσο λαμβάνει χώρα η φυσική οξείδωση, η A_{325} μειώνεται λόγω των απωλειών των α- και β-οξέων και η A_{275} αυξάνεται λόγω των προϊόντων οξείδωσης τους.

Συνεπώς ο λόγος A_{275}/A_{325} αυξάνεται με την οξείδωση. Η Εικόνα 125 δείχνει το αλκαλικό φάσμα υπεριώδους (UV) λυκίσκων με διάφορες τιμές HSI.



Εικόνα 125. Φάσμα αλκαλικής μεθανόλης των α - οξέων και β - οξέων από λουπουλίνη: a) HSI = 0,25, b) HSI = 0,69, c) HSI = 2,44 (Nickerson & Likens, 1979)

Για την εκτίμηση του ποσοστού των (α+β) απωλειών κατά την διάρκεια της αποθήκευσης ακολουθεί η εξίσωση:

$$\%(\alpha + \beta) \text{ απώλειες} = 101,8 \log (HSI/0,247) \text{ (Nickerson \& Likens, 1979).}$$

Η ένταση της πικράδας μπορεί να μειωθεί με μη επαρκείς συνθήκες αποθήκευσης από οξείδωση των α-οξέων. Σε αντίθεση, σε μια βέλτιστη θερμοκρασία αποθήκευσης, η αρχική τιμή που δόθηκε για τις προσθήκες λυκίσκων (α - οξέα) μπορεί ακόμα να θεωρηθεί έγκυρη

αφού τα προϊόντα υποβάθμισης που αναπτυχθήκαν συνεισφέρουν σε μια αρεστή και αποδεκτή πικράδα.

Το άρωμα γίνεται δυσάρεστο, θυμίζει άρωμα τυριού με μη κατάλληλη αποθήκευση των λυκίσκων πριν και μετά το ραφινάρισμα τους. Αυτό αφορά ειδικά τους πράσινους λυκίσκους και τα σφαιρίδια.

Συνεπώς, οι λυκίσκοι θα πρέπει να αποθηκεύονται προστατευμένοι από το φως, σε ψυχρή θερμοκρασία και προστατευμένοι από εξωτερικές επιδράσεις (οσμές, νερό κ.τ.λ.). Τα α-οξέα οξειδώνονται παρουσία οξυγόνου και ισομεριώνονται σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου.

Αυτό εξηγεί και την απώλεια α-οξέων κατά την αποθήκευση. Οι σκληρές ρητίνες είναι ήδη παρούσες στους πράσινους λυκίσκους.

Περαιτέρω, προϊόντα οξείδωσης λουπουλόνης μπορεί να αναπτυχθούν παρουσία οξυγόνου (αποκαλούνται επίσης πολικές πικρικές ουσίες). Ως συνέπεια, η ψυχρή αποθήκευση των πράσινων λυκίσκων και των σφαιριδίων είναι απαραίτητη. Τα εξευγενισμένα εκχύλισματα ρητινών θεωρούνται πιο σταθερά από ότι τα άνθη λυκίσκου και τα σφαιρίδια. Ο Πίνακας 11. Ενδεδειγμένες θερμοκρασίες αποθήκευσης (°C) για λυκίσκους και προϊόντα λυκίσκου (Krottenthaler, 2009). δείχνει τις συνιστάμενες θερμοκρασίες αποθήκευσης για λυκίσκους και προϊόντα λυκίσκου.

Πίνακας 11. Ενδεδειγμένες θερμοκρασίες αποθήκευσης (°C) για λυκίσκους και προϊόντα λυκίσκου (Krottenthaler, 2009).

Σταθερότητα κατά την αποθήκευση λυκίσκων και προϊόντων λυκίσκου					
	1 έτος	2 έτη	3 έτη	5 έτη	8 έτη
Άνθη λυκίσκου	<5	<-20	Ανέφικτο		
Σφαιρίδια	<5	<5	<5	<-20	Ανέφικτο
CO ₂ εκχύλισμα	<25	<25	<5	<5	<5
Εκχύλισμα αιθανόλης	<10	<10	<10	<10	<5

Τα έλαια του λυκίσκου υποβαθμίζονται γρήγορα σε υψηλές θερμοκρασίες καθώς και από την έκθεση σε φως και οξυγόνο. Οι αδιαφανείς συσκευασίες φραγμού υπό κενό προστατεύουν από το οξυγόνο και το φως. Αφού συσκευαστούν οι λυκίσκοι, η θερμοκρασία τους επηρεάζει. Θα πρέπει να αποθηκεύονται σε κατάψυξη ή τουλάχιστον σε ψυγείο, αφού όσο χαμηλότερες είναι

οι θερμοκρασίες αποθήκευσης τόσο περισσότερο επιβραδύνεται η υποβάθμιση των ελαίων του λυκίσκου και των α - οξέων.

Ο ρυθμός υποβάθμισης μειώνεται στο ήμισυ για κάθε πτώση της θερμοκρασίας κατά 15°C. Ακόμα και οι δεματιασμένοι λυκίσκοι σε λινάτσα θα πρέπει να αποθηκεύονται υπό ψύξη.

Η ποικιλία λυκίσκου επίσης προσδιορίζει το πόσο θα διατηρηθεί σε αποθήκευση. Σε γενικές γραμμές, οι πικρικοί λυκίσκοι τείνουν να αποθηκεύονται καλύτερα συγκριτικά με τους αρωματικούς λυκίσκους και κάποιες ποικιλίες θα χάσουν άλφα οξέα πιο γρήγορα από άλλες κάτω από τις ίδιες συνθήκες.

Αυτό συμβαίνει διότι οι ποικιλίες διαφέρουν στην περιεχόμενη λουπουλίνη. Η περιεχόμενη ποσότητα φυσικών αντιοξειδωτικών διαφέρει ανά ποικιλία και οι αδένες λουπουλίνης κάποιων ποικιλιών είναι πιο περατοί από τον αέρα συγκριτικά με άλλων.

Η οξείδωση των άλφα οξέων δημιουργεί «χορτώδη» αρώματα ή «τυριού» στους μη φρέσκους λυκίσκους. Οι καλλιεργητές θα πρέπει να έχουν γνώση της ικανότητας αποθήκευσης κάθε ποικιλίας λυκίσκου που καλλιεργούν. Η άμεση πώληση - συνεργασία με τοπικούς οικοζυθοποιούς και μικροζυθοποιείες επιτρέπει στον καλλιεργητή να ενθαρρύνει τους ζυθοποιούς να χρησιμοποιήσουν πρώτα τους λυκίσκους που αποθηκεύονται λιγότερο καλά (Kneen, 2022).

2.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Η ποιότητα των κώνων του λυκίσκου επηρεάζεται σε υψηλό βαθμό από τις περιβαλλοντικές και καιρικές συνθήκες. Η δυνατότητα του καλλιεργητή να επηρεάσει θετικά την ποιότητα του λυκίσκου με καλλιεργητικές τεχνικές είναι περιορισμένη, εκτός από την αποτελεσματική διαχείριση των εχθρών και ασθενειών και την απομάκρυνση των αρσενικών φυτών από την καλλιέργεια, το κύριο πράγμα που μπορεί να κάνει είναι να διατηρήσει την ποιότητα των κώνων του λυκίσκου κατά την συγκομιδή, την κατεργασία, την συσκευασία, την αποθήκευση και την προώθηση τους.

Η ποιότητα του λυκίσκου αξιολογείται από ένα συνδυασμό χημικής ανάλυσης και της εκτίμησης της εμφάνισης και του αρώματος. Η εμφάνιση ενός δείγματος μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά από φθορά από εχθρούς ή ασθένειες, από φθορές από άνεμο, από την παρουσία εξωγενούς υλικού ή από λανθασμένες μεθόδους ξήρανσης (Neve, 1991).

Η χημική ανάλυση αφορά κύρια τη περιεκτικότητα των άλφα οξέων του δείγματος. Είναι δύσκολο να συσχετιστεί η ποιότητα με διαφορετικές καλλιεργητικές τεχνικές εκτός από του αποτελεσματικού ελέγχου των εχθρών και των ασθενειών.

2.5.1 Περιβαλλοντικές συνθήκες

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα είναι αδιαμφισβήτητα οι περιβαλλοντικές συνθήκες (Neve, 1991).

Οι περιοχές καλλιέργειας έχουν σημαντική επιρροή στην ποιότητα του λυκίσκου. Συγκεκριμένες ποικιλίες ευδοκιμούν σε συγκεκριμένες περιοχές, αποδίδοντας υψηλής ποιότητας επιθυμητά χαρακτηριστικά και σύσταση στους λυκίσκους. Η περιοχή καλλιέργειας μπορεί να επηρεάσει τα χαρακτηριστικά του λυκίσκου (Crossby Hops, 2022).

Η αύξηση των αποτελεσματικών ημερήσιων θερμοκρασιών προκαλεί μείωση των τιμών των άλφα οξέων. Η παροχή της απαραίτητης ποσότητας νερού κατά τις περιόδους ανάπτυξης της άνθησης και σχηματισμού των κώνων είναι απαραίτητη για την περιεκτικότητα των άλφα οξέων (Viljem et al., 2010).

Οι θερμοκρασίες του Ιουλίου δεν έδειξαν να επηρεάζουν ποσοτικά ούτε τα επίπεδα αιθέριων ελαίων ούτε των α - οξέων.

Σύμφωνα με τους Srečec et al. (2008), η αύξηση των συνολικών θερμοκρασιών επίδρασης κατά την τεχνολογική ωρίμανση παραμένει σε αρνητική συσχέτιση με την συγκέντρωση των α -

οξέων στους κώνους του λυκίσκου, ενώ η συνολική βροχόπτωση παραμένει σε θετική. Το σύνολο των ωρών ηλιοφάνειας δεν παρουσίασε σημαντική αρνητική συσχέτιση με την συγκέντρωση των α - οξέων.

Ο Thomas (1980) βρήκε μια υψηλή συσχέτιση με τις μέσες θερμοκρασίες από τις 24 Μαΐου έως τις 21 Ιουνίου, ενώ η θερμοκρασία και η ηλιοφάνεια κατά την περίοδο ωρίμανσης των κώνων φάνηκε να είναι δευτερευούσης σημασίας. Οι Lewis και Thomas (1982) ερεύνησαν τις διαφοροποιήσεις στην περιεκτικότητα α - οξέων εντός ίδιων ποικιλιών και βρήκαν ότι οφείλονταν στις διαφορές στον λόγο του αριθμών αδένων ρητινών ανά μονάδα βάρους της ύλης των κώνων και/ή στις διαφορές στο περιεχόμενο των α - οξέων των ίδιων των αδένων των κώνων.

Αυτό οδήγησε στην πρόταση ότι το τελικό ποσοστό περιεκτικότητας των α - οξέων θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα μια σειράς αλληλοεπιδρώντων καιρικών παραγόντων οι οποίοι παρατίθενται ακολούθως:

1. παράγοντες που επηρεάζουν το βάρος του κώνου:
 - (α) κατά την διάρκεια της έναρξης άνθησης και
 - (β) κατά την διάρκεια της επικονίασης (καρποί με σπόρια μόνο),
2. παράγοντες που επηρεάζουν τον αριθμό αδένων ρητινών ανά κώνο,
3. παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος των ρητινούχων αδένων και
4. παράγοντες που επηρεάζουν το ποσοστό ρητίνης στους αδένες.

Το τελικό περιεχόμενο των α-οξέων θα είναι συνδυαστικό αποτέλεσμα αυτών και άλλων πιθανών παραγόντων. Ένα μαθηματικό μοντέλο αναπτύχθηκε το οποίο υπέθετε, πέρα από άλλα πράγματα, ότι αυτοί οι παράγοντες συνδυάζονται με πολλαπλασιαστικό τρόπο παρά με αθροιστικό. Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε και έδειξε κάποιες υψηλής σημασίας σχέσεις οι οποίες υποστήριξαν το περιεχόμενο του Thomas και άλλων, ότι οι καιρικές συνθήκες του Μαΐου/Ιουνίου και η περίοδος ωρίμανσης των κώνων είναι κρίσιμης σημασίας (Neve, 1991). Σύμφωνα με τους Krofta & Kučera (2009), το μαθηματικό μοντέλο για την πρόγνωση του περιεχομένου των άλφα οξέων από μετεωρολογικά δεδομένα έδειξε ότι το ποσοστό περιεκτικότητας άλφα οξέων στην αρωματική ποικιλία λυκίσκου Saaz επηρεαζόταν από τις καιρικές συνθήκες εντός της μικρής χρονικής περιόδου Ιουνίου - Αυγούστου.

2.5.2 Καλλιεργητικές Τεχνικές

Οι Keller και Magee (1952) βρήκαν ότι εφαρμογές αζώτου σε υψηλότερο βαθμό από την κανονική πρακτική, είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των συνολικών ρητινών και των ουσιών του β-κλάσματος, αλλά όχι της περιεκτικότητας των α - οξέων. Οι Thompson και Neve (1972) αξιολόγησαν τις αποδείξεις για την εφαρμογή κοπριάς και συμπέραναν ότι ελάχιστη επιρροή είχε η προσθήκη κοπριάς στην περιεκτικότητα των α - οξέων σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν.

Η πιο σταθερή επιρροή στην μείωση του ποσοστού περιεκτικότητας των α - οξέων ήταν οι αυξημένες εφαρμογές αζώτου, ενώ το υψηλό κάλιο συνήθως έχει το αντίστροφο αποτέλεσμα. Ο Thompson (1957) ανέφερε σε υψηλό βαθμό ανακολουθίες στην επιρροή του ύψους του συστήματος υποστύλωσης ή της απόστασης φύτευσης στην περιεκτικότητα των α-οξέων σε τέσσερις ποικιλίες το 1954 και 1955, ενώ ένα επακόλουθο πείραμα στο ύψος και στην απόσταση φύτευσης επίσης έδειξε αμελητέα επιρροή.

Μια καλλιεργητική μεταχείριση η οποία έχει ουσιαστική επιρροή στην ποιότητα του λυκίσκου είναι ο περιορισμός των αρσενικών φυτών έτσι ώστε να παράγονται άσπερμοι κώνοι (Neve, 1991). Οι παρτίδες λυκίσκων με λιγότερα σπόρια γενικά θεωρούνται ως πιο επιθυμητοί.

Υψηλής ποιότητας λυκίσκοι παράγονται από καλλιεργητές που επικεντρώνονται στα παράθυρα συγκομιδής παρά στην μεγιστοποίηση της απόδοσης ανά στρέμμα.

Το παράθυρο συγκομιδής αποτελεί τον χρόνο στον οποίο μπορεί να γίνει η συγκομιδή και να αποκτηθεί το βέλτιστο άρωμα και γεύση. Το παράθυρο συγκομιδής είναι εξαιρετικά σύντομο και διαφέρει ανά ποικιλία (Crossby Hops, 2022).

Η επιρροή της αντικατάστασης της χειρωνακτικής συγκομιδής με μηχανική συγκομιδή ερευνήθηκε στο Wye από τους Thompson και Neve (1972), οι οποίοι ανέφεραν ποσοστά περιεκτικότητας α - οξέων 7 - 11 % χαμηλότερα στα δείγματα που συγκομίστηκαν μηχανικά. Οι χαμηλότερες τιμές μερικώς οφείλονται στην αραίωση της ύλης των κώνων με φύλλα και εξωγενή ύλη, αλλά κυρίως οφειλόταν στην απώλεια λουπουλίνης από ολόκληρους και εμφανώς άφθαρτους κώνους.

Οι ασθένειες μπορεί να έχουν σημαντική επιρροή στο περιεχόμενο των άλφα οξέων των μολυσμένων φυτών. Οι μολύνσεις από ιούς, ειδικά από τον ιό της νεκρωτικής κηλίδας του γένους prunus, έχουν δείξει να έχουν μια πολύ σημαντική επιρροή στο περιεχόμενο των άλφα οξέων (Neve, 1991).

2.5.3 Τεχνικές επεξεργασίας

Ένα σύγχρονο ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης είναι κρίσιμο για την διασφάλιση υγιών, υψηλής ποιότητας λυκίσκων.

Δύο παράγοντες κλειδιά μπορεί να συνεισφέρουν στην ποιότητα του λυκίσκου κατά την ξήρανση, η θερμοκρασία και το βάθος κλίνης του ξηραντήριου.

Οι υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να μειώσουν το περιεχόμενο αιθέριων ελαίων που είναι υπεύθυνα για το χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση της κάθε ποικιλίας λυκίσκου.

Προκειμένου να καθυστερήσει η φυσική διαδικασία αποσύνθεσης του λυκίσκου, τα δεμάτια λυκίσκου θα πρέπει να αποθηκεύονται ψυχρά.

Σφαιρίδια λυκίσκου τα οποία έχουν εκτεθεί σε υψηλές θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της σφαιροποίησης μπορεί να έχουν υαλώδη και γυαλιστερή εμφάνιση ακόμα και εμφάνιση καμένου. Οι επεξεργαστές (μηχανές σφαιροποίησης) θα πρέπει να λειτουργούν και να διατηρούν την θερμοκρασία της ύλης λυκίσκου σε θερμοκρασία 51,5°C καθ' όλη την διαδικασία.

Μια υψηλής ποιότητας μεθοδολογία επεξεργασίας θα μειώσει επίσης την ποσότητα του χρόνου στον οποίον, η ύλη του λυκίσκου στις διάφορες μορφές της, είναι εκτεθειμένη σε οξυγόνο καθ' όλη την διάρκεια της διαδικασίας.

Για να διατηρηθεί η ποιότητα του λυκίσκου θα πρέπει οι λυκίσκοι να συσκευάζονται σε συσκευασίες με φύλλα αντοχής, ανθεκτικά στο φως, οι οποίες έχουν εγχυθεί με άζωτο ή διοξείδιο του άνθρακα για να απομακρυνθεί το οξυγόνο από το εσωτερικό της συσκευασίας. Έπειτα όσο το δυνατόν γρηγορότερα θα πρέπει να αποθηκευτούν υπό ψύξη.

Τα σφαιρίδια λυκίσκου θα πρέπει να αποθηκεύονται υπό ψύξη σε όλα τα κομμάτια της αλυσίδας διακίνησης (μεταφορές, σημείο πώλησης, ζυθοποιείο), ιδανικά σε θερμοκρασίες -2°C ή και λιγότερο (Crossby Hops, 2022).

2.6 ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

Οι λυκίσκοι καλλιεργούνται και παράγονται μόνο για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της βιομηχανίας του ζύθου, έτσι το ισοζύγιο της ζήτησης και προσφοράς ενδιαφέρει και τους καλλιεργητές καθώς και τους ζυθοποιούς (Briggs et al., 2004).

Είναι σημαντικό να υπενθυμιστεί ότι δεν είναι οι ίδιοι οι κώνοι λυκίσκου που ενδιαφέρουν τους ζυθοποιούς αλλά τα α-οξέα, τα β-οξέα και τα αιθέρια λυκίσκου που περιέχονται εντός της λουπουλίνης.

Οι καλλιεργητές στέλνουν τους λυκίσκους σε εργαστήρια για ανάλυση, για να αποκτηθούν πληροφορίες που οι ζυθοποιοί θέλουν πριν αγοράσουν και χρησιμοποιήσουν τους λυκίσκους για ζυθοποίηση.

Η ανάλυση των λυκίσκων επιτελείται σε εργαστήρια, με χρήση επιστημονικών μεθόδων, τα οποία έχουν επικυρωθεί από την American Society of Brewing Chemists.

Ανάλογα τον τύπο των ελέγχων οι οποίοι μπορεί να επιλεγθούν, η ανάλυση μπορεί να δείξει την ξηρή ύλη, το επίπεδο των περιεχομένων α - οξέων, β - οξέων και των ελαίων και τα χαρακτηριστικά των χημικών ουσιών που περιέχονται εντός των πτητικών ελαίων. Ο έλεγχος μπορεί επίσης να παρέχει πληροφορίες για τον δείκτη αποθήκευσης του λυκίσκου, ο οποίος ουσιαστικά είναι ο ρυθμός στον οποίο τα α - οξέα, β - οξέα και τα έλαια του λυκίσκου υποβαθμίζονται στον χρόνο λόγω οξειδωσης.

Οι μεγάλοι εμπορικοί καλλιεργητές λυκίσκου επίσης επιτελούν και μια ανάλυση στον αγρό πριν την συγκομιδή γιατί βοηθά στο προσδιορισμού του χρόνου, όπου τα άλφα και βήτα οξέα είναι βέλτιστα και οι λυκίσκοι είναι έτοιμοι για συγκομιδή.

Εφόσον οι λυκίσκοι πωλούνται σε τρίτους, θα πρέπει να αναλυθούν και να κοστολογηθούν όπως προαναφέρθηκε. Λόγω της νωπής φύσης τους, οι νωποί λυκίσκοι δεν συσκευάζονται αλλά μεταφέρονται κατευθείαν σε ζυθοποιίες σε σακούλες, καλάθια ή κουτιά τα οποία παραμένουν ανοιχτά έτσι ώστε οι λυκίσκοι να μπορούν να αναπνέουν.

Οι περισσότεροι λυκίσκοι, ακόμα και από μικρές καλλιέργειες, πωλούνται ξηροί (Eyck & Gehring, 2015).

Όλοι οι λυκίσκοι, εκτός των νωπών, σφραγίζονται και τους δίδεται ένα πιστοποιητικό για την προέλευση και το βάρος τους από μια τοπική αρχή. Οι τιμές καθορίζονται μέσω ελεύθερης διαπραγμάτευσης για τα προθεσμιακά συμβόλαια ή για τις άμεσες αγορές κατά ή μετά την συγκομιδή. Έτσι υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στις τιμή από χρόνο με το χρόνο.

Όλοι οι λυκίσκοι, αποστέλλονται σε επιτροπή και βαθμολογούνται με βάση την αξιολόγηση χειρός και την ανάλυση των α-οξέων. Οι υψηλής περιεκτικότητας α - οξέων λυκίσκοι κατατάσσονται σε μια από τις δύο κατηγορίες ποιότητας με βάση την αξιολόγηση χειρός και η τιμή τους διαμορφώνεται με βάση τα περιεχόμενα α - οξέα. Για τις ποικιλίες αρωματικών λυκίσκων τρεις είναι οι κατηγορίες ποιότητας που προσδιορίζονται από την αξιολόγηση χειρός: εκλεκτοί, τάξης I και τάξης II (Briggs et al., 2004).

Οι λυκίσκοι είτε νωποί, είτε σφαιρίδια (πέλλετ) ή εκχυλίσματα, κοστολογούνται και πωλούνται με βάση το βάρος τους. Και όπως και τα περισσότερα αγροτικά προϊόντα, όσο μεγαλύτερη η ποσότητα που αγοράζεται τόσο η τιμή μειώνεται.

Η τιμή ανά κιλό λυκίσκου εξαρτάται από τον όγκο αγοράς προϊόντος, εάν οι λυκίσκοι αγοράζονται με συμβόλαιο ή με άμεση αγορά και από τον βαθμό επεξεργασίας τους. Οι τιμές των λυκίσκων επίσης αυξάνονται ή μειώνονται από περίοδο σε περίοδο, τοπικά και παγκόσμια, ανάλογα την ποσότητα και την ποιότητα της σοδειάς. Υπό αυτό το πλαίσιο, διαφορετικές ποικιλίες λυκίσκων πωλούνται σε διαφορετικές τιμές.

Ένας παράγοντας επιρροής της κοστολόγησης αποτελεί το εάν οι λυκίσκοι αγοράζονται με συμβόλαιο ή με «άμεσες αγορές». Οι ζυθοποιοί συχνά αγοράζουν λυκίσκους με συμβόλαιο για ένα, δύο ή και για περισσότερα χρόνια μπροστά. Η αγορά με συμβόλαιο βασικά σημαίνει ότι ο ζυθοποιός υποχρεώνεται από το συμβόλαιο να αγοράσει την συμβεβλημένη ποσότητα λυκίσκων από τον καλλιεργητή και ο καλλιεργητής είναι υποχρεωμένος από το συμβόλαιο να την πουλάει. Αυτό ωφελεί τον καλλιεργητή, ο οποίος έτσι γνωρίζει πόσο να καλλιεργήσει εκ των προτέρων και έχει ένα εγγυημένο πελάτη. Ο ζυθοποιός ωφελείται έχοντας μια σίγουρη τροφοδοσία λυκίσκων σε καθορισμένη τιμή. Ένα άλλο πλεονέκτημα για τον ζυθοποιό είναι ότι οι λυκίσκοι που αγοράζονται με συμβόλαιο είναι φθηνότεροι (Eyck & Gehring, 2015). Άμεσες πωλήσεις σε ζυθοποιούς αντί σε μεσάζοντες της αγοράς λυκίσκου, αποδίδουν και μέγιστες τιμές αλλά και μια επικερδής σχέση για όλους τους συμβαλλόμενους (Kneen, 2013).

Χρειάζεται κατανόηση της αγοράς και ανάπτυξη ενός εύρους προϊόντων (π.χ. πράσινοι λυκίσκοι, ολόκληροι αποξηραμένοι λυκίσκοι, σφαιρίδια) σε ένα εύρος μεγέθους συσκευασιών για να πληρούνται οι απαιτήσεις της αγοράς (Dodds, 2017).

Οι πρώτες σημαντικές επενδύσεις σε ριζώματα, σε σύστημα υποστύλωσης και σε εξοπλισμό, κάνουν τους καλλιεργητές ανήσυχους για να αποσβέσουν τα κόστη επένδυσης, αλλά η ικανότητα τους να καθορίσουν τιμές επηρεάζεται σε υψηλό βαθμό από τις τρέχουσες τιμολογήσεις που διαμορφώνονται από τις καθιερωμένες καλλιέργειες λυκίσκου (Eyck & Gehring, 2015).

Σε αντίθεση με πολλά αγροτικά προϊόντα, η κατανάλωση των λυκίσκων δεν αυξάνεται αφού η τιμή μειωθεί εφόσον οι ανάγκες του ζυθοποιού καθορίζονται μόνο από την ποσότητα ζύθου που πουλάν.

Εάν είναι μια πιο οικονομική προσφορά λυκίσκου είναι διαθέσιμη, οι ζυθοποιοί ίσως αγοράσουν περισσότερο συγκριτικά με τις άμεσες ανάγκες τους για να τους αποθηκεύσουν για μελλοντική χρήση αλλά αυτό μόνο καταπιέζει την αγορά της επόμενης χρονιάς. Από την άλλη, είναι ουσιαστικό για τους ζυθοποιούς να έχουν επαρκή ποσότητα για να παράγουν όλη την μύρα που μπορούν να πωλήσουν έτσι εάν οι λυκίσκοι είναι σε έλλειψη, προθυμοποιούνται να αγοράσουν σε υψηλές τιμές για να διασφαλίσουν ότι ικανοποιούνται οι ανάγκες τους.

Η εισαγωγή της ψυχρής αποθήκευσης έχει επεκτείνει την ωφέλιμη ζωή των λυκίσκων, δίνοντας την δυνατότητα στους ζυθοποιούς να διατηρούν αποθεματικά, το οποίο περιορίζει την εξάρτηση τους από οποιαδήποτε συγκεκριμένη ετήσια παραγωγή και προσφορά.

Αυτή η ελαστικότητα έχει αυξηθεί και περαιτέρω από την επεξεργασία λυκίσκων σε σκόνες ή εκχυλίσματα τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν για μακρές περιόδους με πολύ μικρή υποβάθμιση.

Παρόλο που η αγορά υπόκειται σε αξιοσημείωτες διακυμάνσεις και η κατάσταση προσφοράς και εφοδιασμού αλλάζει, πολλές φορές λόγω αυτού οι καλλιεργητές έχουν επιτύχει καλύτερη ανταπόδοση σε χρονιές στις οποίες οι αποδόσεις παραγωγής δεν ήταν καλές διότι η υψηλή τιμή πώλησης εξισορροπεί την χαμηλή σοδειά (Neve, 1991).

Το εμπόριο του ζύθου έχει ήδη περάσει από μια περίοδο συγχωνεύσεων και εξαγορών η οποία έχει συγκεντρώσει ένα σημαντικό κομμάτι της βιομηχανίας στα χέρια σχετικά λίγων εταιριών. Αυτό οδηγεί σε μια αντίστοιχη συγκέντρωση της αγοράς λυκίσκου σε λιγότερα χέρια, το οποίο έχει μια κυρίαρχη επιρροή στην αγορά (Neve, 1991).

Η συνεργατική αποθήκευση, κατεργασία και εμπορευματοποίηση είναι άξια θεωρήσεως, ειδικά για περιοχές με συγκεντρωμένες καλλιέργειες λυκίσκου. Η συγκέντρωση προϊόντων μπορεί είναι ωφέλιμη διότι μπορεί να αποφέρει αποδόσεις κλίμακας, την δημιουργία εμπορικού σήματος και την ευκαιρία για επένδυση σε έρευνα και ανάπτυξη.

Ο συνεταιρισμός που εδρεύει στο Νέλσον, NZ Hops Ltd, αποτελεί ένα επιτυχημένο παράδειγμα αυτού του μοντέλου κατεργασίας και εμπορευματοποίησης. Ένα σημαντικό σημείο κλειδί της πρόσφατης επιτυχίας της Hops NZ είναι η επένδυση στο ιδιωτικό πρόγραμμα γενετικής ανάπτυξης, σε συνεργασία με την κυβέρνηση της Νέας Ζηλανδίας. Αυτό το πρόγραμμα έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη και στην επιλογή ενός σημαντικού αριθμού νέων ποικιλιών λυκίσκου, κατοχυρωμένων και διαχειριζόμενων από την Hops NZ, όπως οι ποικιλίες

Motueka και Riwaka. Η επιτυχία αυτών των ποικιλιών στην εγχώρια αγορά της Νέας Ζηλανδίας και σε παγκόσμιο επίπεδο είναι το κλειδί της επιτυχίας του συνεταιρισμού.

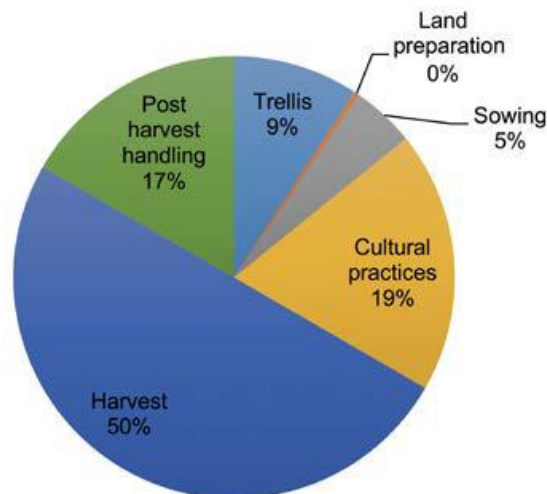
Εάν δεν έχει ληφθεί άδεια για την ανάπτυξη και πώληση κατοχυρωμένων ποικιλιών, τότε το πιο πιθανό είναι να καλλιεργηθούν ποικιλίες ελεύθερες στο εμπόριο και ο ανταγωνισμός είναι με καθένα που καλλιεργεί αυτές τις ποικιλίες. Μικροί παραγωγοί με ποικιλίες μη κατοχυρωμένες θα πρέπει προωθούν τους λυκίσκους τους, επικεντρώνοντας στην προέλευση τους ή την περιοχή παραγωγής και να συνεργάζονται κυρίως με τοπικές ζυθοποιίες (Dodds, 2017).

3. Οικονομοτεχνική Μελέτη

3.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Η εκτίμηση του κόστους της συνολικής επένδυσης παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες λόγω των πολλών μεταβλητών που διαμορφώνουν την τιμή του κόστους. Παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος της επένδυσης είναι:

- η τοποθεσία καλλιέργειας,
- ο βαθμός μηχανοποίησης της,
- το μέγεθος της καλλιέργειας,
- ο τρόπος προώθησης και εμπορευματοποίησης των τελικών προϊόντων,
- ο βαθμός ποιότητας των τελικών προϊόντων και πολλά άλλα.



Εικόνα 126. Ποσοτικοποίηση επί τις εκατό του κόστους επένδυσης καλλιέργειας λυκίσκου σε γραμμές περίφραξης δασικών συστάδων στην Indiana των Η.Π.Α (2017). 50% συγκομιδή, 19% καλλιεργητικές τεχνικές, 17% μεταχείριση μετά την συγκομιδή, 9% σύστημα υποστώλωσης, 5% φύτευση, 0% προετοιμασία εδάφους (Ha et al., 2017).

Στη παρούσα μελέτη έγινε μια προσπάθεια εκτίμησης του συνολικού κόστους επένδυσης και του κόστους ετήσιας λειτουργίας μιας καλλιέργειας λυκίσκου περιλαμβάνοντας κυρίως τα πιο σημαντικά κόστη, παρόλο που σε μια εμπορική καλλιέργεια θα πρέπει να γίνεται λεπτομερής καταγραφή του συνόλου των εξόδων στο βαθμό που είναι δυνατό.

Η περιορισμένη ελληνική βιβλιογραφία, η ύπαρξη μίας μόνο εγκαταστημένης εμπορικής καλλιέργειας λυκίσκου στην Ελλάδα (Mythodea Hellas Hops) και η περιορισμένη ενασχόληση των ελληνικών πανεπιστημιακών ιδρυμάτων με αυτό το αγροτικό προϊόν, διότι δεν αποτελεί

παραδοσιακή καλλιέργεια στην Ελλάδα, συντελούν στην δυσκολία του εγχειρήματος με αποτέλεσμα πολλά δεδομένα να προέρχονται από χώρες του εξωτερικού.

Τα κύρια κόστη επένδυσης αποτελούνται από:

- τα κόστη εγκατάστασης,
- τα ετήσια κόστη και
- τα κόστη αγοράς μηχανημάτων.

Τα οικονομικά δεδομένα που παρουσιάζονται παρακάτω είναι αποτέλεσμα προσωπικής έρευνας και εκτίμησης, με την βοήθεια του επιβλέποντος καθηγητή Δρ. Παναγιώτη Ταταρίδη, της Mythodea Hellas Hops, καθώς και από ξενόγλωσση βιβλιογραφία που τα οικονομικά δεδομένα μπορεί να διαφέρουν σε σχέση με την Ελλάδα. Αποτελούν μια προσπάθεια εκτίμησης του κόστους κατά προσέγγιση. Οι προμηθευτές αναφέρονται στην βιβλιογραφία. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν καταγράφεται ούτε κοστολογείται η απαιτούμενη εργασία καθώς και τα κόστη ενέργειας, ύδρευσης, συντήρησης και μεταφοράς για τα περισσότερα υλικά, εργασίες και λειτουργίες καθώς εμφανίζουν υψηλές διακυμάνσεις ανά εποχή και περιοχή. Στις τιμές κοστολόγησης που παρουσιάζονται παρακάτω και είναι αποτελέσματα αυτής της μελέτης συμπεριλαμβάνεται ο τρέχων ισχύων Φ.Π.Α.

3.1.1.Κόστη Εγκατάστασης

Τα κόστη εγκατάστασης είναι κόστη μια φοράς για την κατασκευή της καλλιέργειας και την εγκατάσταση των φυτών.

Στον Πίνακα 12 που ακολουθεί, παρουσιάζονται διάφορα κόστη εγκατάστασης που δημοσιεύονται από αμερικάνικα πανεπιστήμια που διαθέτουν εκτάσεις έξω από το Pacific Northwest και διαφέρουν σε υψηλό βαθμό (Holland et al., 2017).

Πίνακας 12. Ενδεικτικά κόστη εγκατάστασης 1 στρέμματος λυκίσκου σύμφωνα με κάποιες εκτιμήσεις αμερικάνικων πανεπιστημίων (Holland et al., 2017).

Κόστη εγκατάστασης ανά στρέμμα	
North Carolina State University Extension, 2012	6023€
Michigan State University Extension, 2014	3164€
Virginia Tech Cooperative Extension, 2018	2467€
University of Vermont Extension, 2017	2994€
Μέσος όρος	3662€

Όπως προαναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου το κόστος ποικίλει λόγω διάφορων παραγόντων. Ένας παράγοντας είναι το μέγεθος της καλλιέργειας, όσο εκτενέστερη τόσο χαμηλότερο σε μικρό βαθμό είναι το κόστος εγκατάστασης ανά στρέμμα. Γενικά, τα κόστη εγκατάστασης καλλιέργειας λυκίσκου μπορούν να διαιρεθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- 1) προετοιμασία εδάφους,
- 2) κατασκευή υποστύλωσης,
- 3) εγκατάσταση αρδευτικού συστήματος και
- 4) εγκατάσταση φυτών (Holland et al., 2017).

Σύμφωνα με τους Mythodea Hellas Hops (2021) (προφορική αναφορά), το κόστος ανέρχεται σε 15.000€/στρέμμα για την εγκατάσταση (υποστύλωση, αρδευτικό, φύτευση και ετήσια κόστη).

Τα κόστη εγκατάστασης εξαρτώνται από τον σχεδιασμό του συστήματος υποστύλωσης, τα υλικά που χρησιμοποιούνται και τα κεφάλαια τα οποία πιθανώς να διαθέτουν ήδη οι καλλιεργητές όπως, εξοπλισμός και υποδομή για αγροτικές καλλιέργειες.

3.1.1.1 Προετοιμασία εδάφους

Σύμφωνα με τους Holland et al. (2017) θα πρέπει να επιτελεστεί εδαφολογικός έλεγχος στην τοποθεσία καλλιέργειας έξι μήνες, ένα χρόνο ή και περισσότερο πριν την φύτευση. Ο εδαφολογικός έλεγχος μπορεί να κοστίσει από 14€ (\$15) έως 28€ (\$30).

Το κόστος τροποποίησης του pH του εδάφους σε διάφορα βάθη, θα διαφέρει ανάλογα το υπάρχον pH του εδάφους της τοποθεσίας καλλιέργειας. Η εφαρμογή ασβέστη (CaO) για την αύξηση του pH μπορεί να κοστίζει από 18,5€ (\$20) έως 28€ (\$30) ανά τόνο ασβέστη και τα κόστη της άρωσης/ενσωμάτωσης μπορεί να είναι από 7,4€ (\$8) έως 14€ (\$15) ανά 4 στρέμματα (acre), σύμφωνα με το βάθος της εδαφικής προσθήκης και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται (Holland et al., 2017). Σε περίπτωση που το pH του εδάφους δεν είναι κατάλληλο και η τυχόν διόρθωση αναστρέφεται μετά από μερικούς μήνες το κόστος αυτό θα είναι επαναλαμβανόμενο, υψηλό και θα αποτελεί ετήσιο έξοδο. Θα πρέπει το pH του εδάφους της καλλιέργειας να είναι εντός του επιθυμητού εύρους ή πολύ κοντά σε αυτό.

Σύμφωνα με τους Mythodea Hellas Hops η ενοικίαση ελκυστήρα κοστίζει από 30 -50€/h για την περιοχή του νομού Κορινθίας για το έτος 2022.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 13), παρουσιάζεται το κόστος προετοιμασίας εδάφους από την έρευνα της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 13. Ενδεικτικό κόστος προετοιμασίας εδάφους για καλλιέργεια έκτασης 1 στρέμματος.

Κόστη προετοιμασίας εδάφους	Μονάδα	Ποσότητα	Κόστος μονάδας με Φ.Π.Α (€)	Σύνολο (€)
Αναλύσεις εδάφους	Έλεγχος	1	55,8	55,8
Όργωμα	h	1	45	45
Προσθήκη ασβέστη (CaO) για τροποποίηση του pH	Σακί 40kg	1	12,73	12,73
			Σύνολο (€)	113,53

Στην εδαφολογική ανάλυση, προσφορά από την ΑΓΡΟΑΝΑΛΥΣΗ (Αγροανάλυση, 2012), περιλαμβάνεται η μέτρηση του pH, της οργανικής ουσίας, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του ολικού ανθρακικού ασβεστίου, του ανταλλάξιμου καλίου, του αφομοιώσιμου φώσφορου, του νιτρικού αζώτου (NO₃ - N), του βόριου, των ιχνοστοιχείων (Fe, Cu, Zn, Mn), του μαγνησίου, ο προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης, συμβουλευτική επιλογής και λίπανσης καλλιέργειας. Η τιμή του οργώματος ανά στρέμμα βασίστηκε στην προφορική αναφορά των Mythodea Hellas Hops (για περιοχή νομού Κορινθίας, 2022), θεωρώντας μία ενδιάμεση τιμή και ότι σε μία ώρα οργώνεται ένα στρέμμα. Ο γεωργικός ασβέστης που τυχόν να χρειαστεί για

τροποποίηση - αύξηση του pH εδάφους είναι από την ΛΑΓΟΣ Α. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ & ΛΙΘΟΙ (Glagos, 2022) και ανάλογα την περίπτωση μπορεί να χρειαστεί και περισσότερο.

Δεν αναφέρεται η προσθήκη λιπασμάτων στο έδαφος ως κόστος σε αυτό το στάδιο διότι κοστολογείται στα ετήσια κόστη. Παρόλο που είναι πιθανό το έδαφος της καλλιέργειας να χρειάζεται προσθήκη λιπασμάτων πριν την φύτευση ιδιαίτερα φωσφόρου ο οποίος είναι ελάχιστα κινητός και ενσωματώνεται δύσκολα. Η προσθήκη ζιζανιοκτόνου συμπεριλαμβάνεται στα ετήσια κόστη και δεν αναφέρεται στην προετοιμασία εδάφους. Λόγω της άρωσης πιθανώς να μην χρειάζεται σε αυτό το στάδιο.

3.1.1.2 Κατασκευή συστήματος υποστύλωσης

Οι κύριες κοστολογικές διαφορές προέρχονται από τους στύλους και τα συρματόσχοινα όσον αφορά τα κόστη της υποστύλωσης. Η κύρια διαφορά στο κόστος έγκειται στο ότι το σύστημα υποστύλωσης τύπου «V» απαιτεί περίπου 20% περισσότερους στύλους και 370% περισσότερο συρματόσχοινο συγκριτικά με το ευθύγραμμο σύστημα (Agehara et al., 2020).

Σύμφωνα με τους Holland et al., (2017) το κόστος της υποστύλωσης ανέρχεται σε 7130€ (\$7,700) για 6 στρέμματα (1,5 acre) δηλαδή 1188€ (\$1,283) το στρέμμα, περιλαμβανομένων όλων των υλικών, της ενοικίασης όλου του απαραίτητου εξοπλισμού για την εγκατάσταση και των συνολικών εργατοωρών (Holland et al., 2017), το παράδειγμα αναφέρεται για την περιοχή του Tennessee των Η.Π.Α για το έτος 2019.

Σύμφωνα με τους Mythodea Hellas Hops (2021) (προφορική αναφορά), το κόστος των στύλων, ύψους 7m, γαλβανιζέ υλικού κατασκευής, διαμέτρου Φ75, ήταν 24€ το τεμάχιο και τοποθετήθηκαν χειροκίνητα λόγω του σχετικά χαμηλού βάρους τους. Το συρματόσχοινο που χρησιμοποιήσαν είναι 4,8 mm διαμέτρου, (1 X 7) και παρουσίασε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Χρειάστηκαν 1600 m/στρέμμα συρματόσχοινο για την διάταξη υποστύλωσης τύπου «V» και αντίστοιχα για την ευθύγραμμη διάταξη υποστύλωσης χρειάστηκαν 1000 m/στρέμμα. Το κόστος των σφικτήρων και αντηρίδων ήταν 200€ και 150€ ανά στρέμμα, αντίστοιχα, το κόστος ενοικίασης μπουλντόζας για την τοποθέτηση των αντηρίδων ήταν 50€/h με περίπου 8 h/στρέμμα να απαιτούνται.

Στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 14), παρουσιάζονται το κόστος υποστύλωσης από την έρευνα της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 14. Ενδεικτικό κόστος υποστύλωσης καλλιέργειας έκτασης 1 στρέμματος, για ευθύγραμμο σχεδιασμό υποστύλωσης, με αποστάσεις στύλων και σειρών 10 m και 2 m αντίστοιχα.

Κόστη εγκατάστασης υποστύλωσης	Μονάδα	Ποσότητα	Κόστος μονάδας με Φ.Π.Α (€)	Σύνολο (€)
Ενοικίαση τριβέλας (δημιουργία τρυπών)	Ημέρα	2	22,5	45
Στύλοι	Τεμάχια	64	24	1536
Συρματόσχοινο υψηλής αντοχής	m	1000	3,1	3100
Αντηρίδες	Τεμάχια	36	3,5	126
			Σύνολο(€)	4807

Η κοστολόγηση είναι ενδεικτική, πιθανώς να υπάρχει η δυνατότητα για εύρεση οικονομικότερης προσφοράς, ιδιαίτερα στην περίπτωση όπου αγοράζονται αυξημένες ποσότητες υλικών.

Η ενοικίαση τριβέλας είναι από την ΓΑΙΟΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε., (Gaiotexniki, 2019).

Το κύριο έξοδο όσον αφορά την υποστύλωση αποτελούν οι στύλοι και το συρματόσχοινο υψηλής αντοχής.

Ανάλογα την διάταξη του συστήματος υποστύλωσης η ποσότητα των στύλων και του συρματόσχοινο μπορεί να διαφέρει. Το συρματόσχοινο υψηλής αντοχής που αναφέρεται στην προσφορά της παρούσας μελέτης, είναι μικρότερης διαμέτρου από την ενδεδειγμένη, παρόλο που δεν συστήνεται η έκπτωση στην αντοχή του συστήματος υποστύλωσης. Θεωρήθηκε ότι χρειάζεται κατά προσέγγιση 1000 m συρματόσχοινο ανά στρέμμα, είναι από την Κ. & Α. ΣΥΝΟΔΙΝΟΣ Α.Ε., (Synodinos, 2022) και παρουσιάζει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά: γαλβανιζέ υλικό κατασκευής, διάμετρο 4,8 mm, τύπο 1 x 7 και βάρος 0,126 kg/m.

Οι στύλοι είναι γαλβανιζέ με ύψος 7m και διάμετρο Φ75 mm από την Καβαρίνος Κωνσταντίνος Εμπόριο Σιδήρου, (Kkavarinosemporiosidiroi, 2022) καθώς και οι αντηρίδες.

3.1.1.3 Εγκατάσταση αρδευτικού συστήματος

Σύμφωνα με τους Holland et al., (2017), το συνολικό κόστος για το αρδευτικό σύστημα για 6 στρέμματα (1,5 acre) ήταν 3432€ (\$3706), δηλαδή 572€ το στρέμμα, περιλαμβανομένου όλων των υλικών και της εργασίας. Η αναφορά είναι για την περιοχή του Tennessee των Η.Π.Α για το έτος 2019.

Η αγορά και χρήση αντλίας μπορεί και να μην απαιτείται όπως συμβαίνει στην καλλιέργεια των Mythodea Hellas Hops όπου χρησιμοποιείται φυσική ροή για την άρδευση.

Στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 15), παρουσιάζεται το κόστος εγκατάστασης του αρδευτικού συστήματος από την έρευνα της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 15. Ενδεικτικό κόστος αρδευτικού συστήματος για καλλιέργεια έκτασης 1 στρέμματος.

Κόστη εγκατάστασης αρδευτικού συστήματος	Μονάδα	Ποσότητα	Κόστος μονάδας με Φ.Π.Α (€)	Σύνολο (€)
Αντλία	Τεμάχια	1	235	235
Σταλακτοφόροι σωλήνες άρδευσης Φ16	m	650	0,47	305,5
Σωλήνες άρδευσης Φ32	m	50	0,76	38
Προγραμματιστής 8 στάσεων	Τεμάχια	1	247	247
Ηλεκτροβάνες	Τεμάχια	7	22	154
Σύνολο(€)				979,5

Η αντλία ποτίσματος είναι το μοντέλο Loncin LC 80, κατασκευασμένη από την MASTER και παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά: κινητήρα Loncin G200F, στόμια αντλίας 3" x 3", μέγιστο μανομετρικό 35 m και παροχή 60 κυβικά/ώρα. Η προσφορά είναι από την tool - experts ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ (Tools - expert, 2019).

Ο σταλακτοφόρος σωλήνας άρδευσης διαμέτρου Φ16, με σταλάκτες ανά 33 cm, με παροχή 4 lt, μαύρου χρώματος, μήκους 650 m και ο σωλήνας άρδευσης διαμέτρου Φ32, 6 Atm Super - Pal, τυφλός και μαύρου χρώματος είναι από την Greenmart by Artemisaris (Artemisaris, 2022b).

Ο προγραμματιστής 8 στάσεων έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά: μεγάλη οθόνη LCD, 8 στάσεις εξωτερικού χώρου, διάρκεια ποτίσματος από 0 έως 199 λεπτά, εποχιακή ρύθμιση από 90% έως + 100%, ανεξάρτητο προγραμματισμό για κάθε ζώνης ποτίσματος (χρόνοι ποτίσματος, εκκινήσεις και ημέρες άρδευσης), 6 εκκινήσεις για κάθε στάση, 4 επιλογές συχνότητας άρδευσης ανά στάση (ημέρες εβδομάδας, μονές ημέρες, ζυγές ημέρες, πότισμα κάθε 1 - 14 ημέρες), χειροκίνητη λειτουργία για όλες ή για μία στάση, δέχεται αισθητήρα καιρού και master valve, η προσφορά είναι από την Γεωπονική Μαραθώνα (Georoniki - marathona, 2019b).

Οι ηλεκτροβάνες ρεύματος Rain Bird DV 100 (24V - 1", χωρίς F.C.) (RainBird) έχουν τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά: πίεση από 1 έως 10,4 bar (23°C), ροή από 0,24 έως 9,0 m³/h, θερμοκρασία λειτουργίας έως 43°C, δεν έχουν ρυθμιστή ροής, έχουν σπείρωμα 1" θηλυκό (είσοδος/έξοδος), τάση 24V - 50Hz, μέγιστο ρεύμα εισόδου 0,30 A (7,2 VA), ρεύμα

συγκράτησης: 0,19 A (4,6 VA), ύψος 14,2cm, μήκος 11,1 cm, πλάτος 8,4 cm και η προσφορά είναι από την Γεωπονική Μαραθώνα (Georoniki - marathona, 2019a).

3.1.1.4 Εγκατάσταση φυτών

Τα κόστη διαφέρουν ανάλογα τον τύπο φυτικού υλικού που θα επιλεγθεί, την ποικιλία λυκίσκου και το κόστος μεταφοράς (Holland et al., 2017). Σε μια θέση φύτευσης φυτεύονται δύο με τρία ριζώματα για να εξασφαλιστεί η ανάπτυξη τουλάχιστον ενός φυτού. Για τα δενδρύλλια σε μια θέση φύτευσης τυπικά φυτεύεται ένα δενδρύλλιο ανά θέση φύτευσης καθώς είναι ήδη ανεπτυγμένο φυτό με φύλλα.

Μπορούν να φυτευτούν και δυο δενδρύλλια ανά θέση φύτευσης, όταν πρόκειται για σύστημα υποστύλωσης τύπου «V», για την αύξηση την παραγωγικής απόδοσης ανά στρέμμα, πράγμα που έχει εφαρμοστεί στην καλλιέργεια των Mythodea Hellas Hops. Αυτό το σύστημα φύτευσης με δύο φυτά ανά θέση φύτευσης εφαρμόζεται για την μεγιστοποίηση της απόδοσης, κυρίως σε σχετικά μικρής έκτασης καλλιέργειες που δεν είναι υψηλά μηχανοποιημένες. Γενικά δεν συνηθίζεται για καλλιεργητές που διαθέτουν σχετικά μεγάλη έκταση.

Σύμφωνα με την Αρβανιτίδου (2017), ανά στρέμμα φυτεύονται 900 φυτά, που συμφωνεί με την καλλιέργεια των Mythodea Hellas Hops που φυτεύτηκαν λίγο λιγότερα από 900 φυτά ανά στρέμμα.

Η πυκνότητα φύτευσης όπως είναι λογικό επηρεάζει ανάλογα το κόστος φύτευσης ανά στρέμμα.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 16), παρουσιάζεται το κόστος φύτευσης από την έρευνα της παρούσας μελέτης για ευθύγραμμο σύστημα υποστύλωσης με ένα φυτό ανά θέση φύτευσης.

Πίνακας 16. Ενδεικτικό κόστος φυτικού υλικού για καλλιέργεια έκτασης 1 στρέμματος, με ένα φυτό ανά θέση φύτευσης, ευθύγραμμη ανάπτυξη της κομοστέγης και απόσταση φύτευσης 1m.

Κόστος φυτικού υλικού	Μονάδα	Ποσότητα	Κόστος μονάδας με Φ.Π.Α (€)	Σύνολο (€)
Φυτικό υλικό	Δενδρύλλια	432	8,48	3663,36

Η προσφορά για το φυτικό υλικό είναι από την Mythodea Hellas Hops (Hellas - hops, 2022), για την ποικιλία λυκίσκου Chinook. Το κόστος μεταφοράς για τα δενδρύλλια είναι δωρεάν από τον συγκεκριμένο προμηθευτή όμως αν το φυτικό υλικό αγοραστεί από χώρα του εξωτερικού το κόστος αυξάνεται, ιδιαίτερα αν είναι δενδρύλλια και όχι ριζώματα, λόγω του όγκου και της προστασίας που απαιτείται κατά την μεταφορά τους. Όταν αυξηθεί ο αριθμός φυτών ανά στρέμμα, αυξάνεται και το βάρος της φυτικής μάζας που θα πρέπει να υποστηρίξει το σύστημα

υποστύλωσης, οπότε θα πρέπει να αυξηθεί η αντοχή του με περισσότερους στύλους ανά στρέμμα, μικρότερες αποστάσεις μεταξύ των στύλων, περισσότερο συρματόσχοινο και ίσως και υψηλότερης αντοχής.

3.1.3 Κόστος Αγοράς Μηχανημάτων

Για όλες τις μηχανές που χρειάζονται σε μια καλλιέργεια λυκίσκου υπάρχει και η επιλογή αγοράς μεταχειρισμένου εξοπλισμού και συνηθίζεται, διότι το κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού είναι πολύ υψηλό. Δυστυχώς στην Ελλάδα λόγω της έλλειψης καλλιεργειών λυκίσκου δεν υπάρχουν τρίτες εταιρίες που αναλαμβάνουν την επεξεργασία και δεν υπάρχει η δυνατότητα της ενοικίασης μηχανών από τρίτο. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζονται μεγάλες εκτάσεις συγκεντρωμένες σε σχετικά κοντινή απόσταση, διότι οι μεταφορές και η επεξεργασία μετά την συγκομιδή πρέπει να επιτελεστούν εξαιρετικά σύντομα. Λόγω του υψηλού κόστους της καλλιέργειας και επεξεργασίας του λυκίσκου (αγορά μηχανολογικού εξοπλισμού), έχει νόημα η δημιουργία συνεργατικών σχημάτων για την από κοινού αγορά και χρήση του εξοπλισμού καλλιέργειας και επεξεργασίας των κώνων του λυκίσκου.

Ο κύριος μηχανολογικός εξοπλισμός είναι η μηχανή συγκομιδής, το ξηραντήριο, η μηχανή παραγωγής σφαιριδίων, το συσκευαστήριο υπό κενό και ο ψυκτικός θάλαμος. Τέλος, θα μπορούσε να συμπεριληφθεί και η πρέσα παραγωγής δεματιών αλλά συνήθως μόνο μεγάλης έκτασης καλλιέργειες με υψηλή παραγωγική δυνατότητα διαθέτουν αυτήν την μηχανή επεξεργασίας.

Πολλοί καλλιεργητές λυκίσκου μικρής κλίμακας κατασκευάζουν οικιακό ξηραντήριο, το οποίο κοστίζει κατά προσέγγιση 1223€ (\$1,312), με βάση τις εκτιμήσεις του πανεπιστημίου του Vermont (Ha et al., 2017).

Λόγω του υψηλού όγκου και βάρους της μηχανής συγκομιδής τα έξοδα μεταφοράς μπορεί να αυξήσουν σε υψηλό βαθμό το κόστος. Προτείνεται η αγορά της μηχανής συγκομιδής είτε είναι μεταχειρισμένη ή καινούργια, να γίνει από προμηθευτές που βρίσκονται σε κοντινές περιοχές, για την μείωση του κόστους μεταφοράς.

Σύμφωνα με το Buffalo.extension.wisc (2022), που αναφέρεται για τις Η.Π.Α, το κόστος μιας μεταχειρισμένης μηχανής συγκομιδής αναλύεται ως εξής: αγορά από τον καλλιεργητή 7.000€, συν αναβάθμιση 4.000€, συν εξαρτήματα 6.000€, συν κόστη μεταφοράς 11.000€, συνολικά 28.000€, συν κόστη μεταφοράς στην τοποθεσία και συναρμολόγηση και επαναλειτουργία στο μέρος.

Η μηχανή συγκομιδής WHE 500 Hoptronic κοστολογείται 170.000€ (Buffalo.extension.wisc, 2022).

Το κόστος μηχανής συγκομιδής κυμαίνεται από 55.000 € έως 70.000€ (προφορική αναφορά Mythodea Hellas Hops, 2021), για μεταχειρισμένη μηχανή, ευρωπαϊκής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένου του κόστους μεταφοράς.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 17), παρουσιάζονται το κόστος αγοράς μηχανών από την έρευνα της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 17. Ενδεικτικό κόστος αγοράς μηχανήματων επεξεργασίας, αποθήκευσης και καλλιέργειας λυκίσκου.

Κόστος μηχανημάτων	Μονάδα	Ποσότητα	Κόστος μονάδας με Φ.Π.Α (€)	Σύνολο (€)
Ξηραντήριο	Τεμάχια	1	8231	8231
Συσκευαστήριο κενού	Τεμάχια	1	2052	2052
Ψυκτικός θάλαμος	Τεμάχια	1	10917	10917
Μηχανή παραγωγής σφαιριδίων (πέλλετ)	Τεμάχια	1	5283	5283
Μηχανή συγκομιδής	Τεμάχια	1	65000	65000
			Σύνολο (€)	91483

Παρόλο που πολλοί καλλιεργητές μικρής κλίμακας κατασκευάζουν ξηραντήρες με μικρότερο κόστος, ενδεικτικά παρουσιάζεται το κόστος ενός ξηραντήρα λυκίσκου από την Sichuan Jieneng Drying Equipment Co., Ltd (Alibaba, 2022), με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά: έλεγχος μέσω PLC, επιφάνεια ξήρανσης 26,88 m², δυνατότητα ξήρανσης 100 kg/παρτίδα, ισχύς ανεμιστήρα 6,6 KW, διαστάσεις 2150 mm x 2000 mm x 2300 mm, υλικά κατασκευής ανοξείδωτος χάλυβας 304 και πολυπροπυλένιο. Στην τιμή δεν συμπεριλαμβάνονται τα έξοδα αποστολής.

Το συσκευαστήριο υπό κενό το εμπορεύεται η εταιρία IMPAK CORPORATION, (Impakcorporation, 2022a). Ο τύπος του ακροφυσίου του συσκευαστηρίου υπό κενό απομακρύνει τον αέρα κατευθείαν από την συσκευασία. Είναι κατάλληλο για ιατρικές και ελαφρού τύπου εμπορικές εφαρμογές καθώς και για εφαρμογές αποστειρωμένων θαλάμων. Δεν απαιτεί εξωτερικό συμπιεστή, το μέγεθος του είναι μικρό και κατάλληλο για να χωράει σε μικρούς χώρους, ο σκελετός του είναι από ανοξείδωτο χάλυβα με γυαλιστερή στίλβωση και η ποιότητα των εξαρτημάτων επιτρέπουν μακροχρόνια χρήση με ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης. Στην αναφερόμενη τιμή αγοράς δεν περιλαμβάνεται η συσκευή έγχυσης αερίου, η συσκευή παραγωγής αζώτου και αποστειρωμένου αέρα, τα έξοδα μεταφοράς κ.α.

Ο ψυκτικός θάλαμος πωλείται από την εταιρία Αφοί Λαζαρίδη Ι.Κ.Ε., (Lazaridi - refr, 2022) και παρουσιάζει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά: επιφάνεια ψυκτικού θαλάμου 20 m³, ψυκτικό θάλαμο με πάνελ πάχους 100 mm, ανοιγόμενη πόρτα, αντιολισθητικό δάπεδο, ηλεκτρονικό πίνακα ελέγχου, αερόψυκτο συμπυκνωτικό μηχάνημα με ημίκλειστο παλινδρομικό συμπιεστή Bitzer συνδεδεμένο σε ηλεκτρολογικό πίνακα, αεροψυκτήρα θαλάμου Guntner, εκτονωτική βαλβίδα, υλικά διασύνδεσης δικτύου και ψυκτικό μέσο (φρέον). Το κόστος της εγκατάστασης υπολογίζεται κατόπιν συνεννόησης και δεν περιλαμβάνεται στην αναγραφόμενη τιμή.

Η προσφορά για τη μηχανή παραγωγής σφαιριδίων (πέλλετ) λυκίσκου είναι από την CME (Colorado Mill Equipment), (Coloradomillequipment, 2022) και έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά: τριφασικό μοτέρ 3 HP 208 - 230/460V, δυνατότητα επεξεργασίας/ώρα 13 - 68 kg (30 - 150 lbs), εσωτερική διάμετρο μαχαιριού 10 cm (4") και διαστάσεις 0,86 m μήκος x 0,41 m πλάτος x 0,81 m ύψος (34 l x 16 w x 32 h σε in), βάρος 159 kg (35lbs).

Η τιμή της μηχανής συγκομιδής βασίστηκε στην προφορική αναφορά των Mythodea Hellas Hops για μεταχειρισμένη μηχανή, ευρωπαϊκής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένου του κόστους μεταφοράς.

3.1.2 Ετήσια Κόστη

Ετήσια κόστη: Κόστη που προκύπτουν κάθε χρόνο για την παραγωγή και προώθηση της σοδειάς του λυκίσκου (Holland et al., 2017). Χρειάζονται λιπάσματα και κατά την διάρκεια αλλά και κατά την προετοιμασία της καλλιέργειας. Ενδεικτικά χρειάζονται 8,5 kg πραγματικού αζώτου/στρέμμα για εδάφη με επαρκή άζωτο. 12 - 17 kg πραγματικού αζώτου/στρέμμα για εδάφη με μέτρια περιεκτικότητα αζώτου και 23 kg πραγματικού αζώτου/στρέμμα για εδάφη φτωγά σε άζωτο κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Στις Η.Π.Α, τυπικές λιπάνσεις καλίου κυμαίνονται 9 - 11,5 kg/στρέμμα (Dodds, 2017). Οι απαιτήσεις σε φώσφορο είναι χαμηλές σε σχέση με τις απαιτήσεις αζώτου και καλίου.

Η ζιζανιοκτονία μπορεί να γίνει είτε με καύση είτε με ζιζανιοκτόνο.

Στην καλλιέργεια της *Mytodea Hellas Hops*, το σχοινί που χρησιμοποιήθηκε ήταν κατασκευασμένο από συνθετικό πλαστικό που χρησιμοποιείται για την υποστύλωση ντομάτας. Στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 18), παρουσιάζονται τα ετήσια κόστη λειτουργίας της καλλιέργειας από την έρευνα της παρούσας μελέτης.

Πίνακας 18. Ενδεικτικά ετήσια λειτουργικά κόστη καλλιέργειας λυκίσκου έκτασης 1 στρέμματος.

Ετήσια Λειτουργικά Κόστη	Μονάδα	Ποσότητα	Κόστος μονάδας με Φ.Π.Α (€)	Σύνολο (€)
Γονιμότητα				
Εδαφολογική Ανάλυση	Έλεγχος	1	55,8	55,8
Λίπασμα (N)	25 Kg	1	40	40
Λίπασμα (K)	25 Kg	2	95	190
Διαχείριση εχθρών				
Ζιζανιοκτόνα	5 lt	1	66,5	66,5
Μυοκτονία	3 Kg	1	42,3	42,3
Μυοκτονία	10 ml	1	5,5	5,5
Αναλώσιμα καλλιέργειας				
Σχοινί περιτύλιξης	m	2500	0,17	425
Συνδετήρες τύπου «W»	500 Τεμάχια	1	130	130
Αναλώσιμα συσκευασίας				
Συσκευασίες κενού σφαιριδίων	Τεμάχια	1000	0,84	840
			Σύνολο (€)	1795,1

Η εδαφολογική ανάλυση είναι απαραίτητη όχι μόνο κατά την προετοιμασία τους εδάφους αλλά και κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η προσφορά είναι από την ίδια εταιρία που αναφέρθηκε και πριν, ΑΓΡΟΑΝΑΛΥΣΗ, (Αγροανάλυση, 2012) και η εδαφολογική ανάλυση περιλαμβάνει μέτρηση του pH, της οργανικής ουσίας, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του ολικού ανθρακικού ασβεστίου, του ανταλλάξιμου καλίου, του αφομοιώσιμου φωσφόρου, του νιτρικού άζωτου ($\text{NO}_3 - \text{N}$), του βορίου, των ιχνοστοιχείων (Fe, Cu, Zn, Mn), του μαγνησίου, τον προσδιορισμό της μηχανικής σύστασης και συμβουλευτική επιλογής και λίπανσης της καλλιέργειας.

Για τα αζωτούχα λιπάσματα θεωρήθηκε ένας μέσο όρος, δηλαδή 15 πραγματικού αζώτου/στρέμμα, θεωρώντας ότι το έδαφος της καλλιέργειας παρουσιάζει μέτρια περιεκτικότητα αζώτου. Για το κάλιο θεωρήθηκε ότι θα χρειαστεί 10 kg/στρέμμα. Η προσφορά για το αζωτούχο λίπασμα είναι από το Γεωπονικό Πάρκο (Γεωπονικό Πάρκο, 2014a), είναι θειική αμμωνία κρυσταλλική 21 - 0 - 0 υδατοδιαλυτή. Η θειική αμμωνία είναι γρήγορα αφομοιώσιμη, μειώνει το pH του εδάφους, πράγμα το οποίο θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν, αν δεν επιθυμείτε αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί άλλο σκεύασμα αζωτούχας λίπανσης. Το λίπασμα που περιέχει κάλιο είναι από την ίδια εταιρία (Γεωπονικό Πάρκο, 2014b). Είναι υδατοδιαλυτό, κρυσταλλικό λίπασμα AVANTAGE 20 - 20 - 20, περιέχει τα τρία βασικά στοιχεία άζωτο, φώσφορο, κάλιο και πολλά ιχνοστοιχεία όπως βόριο, χαλκό, σίδηρο, μαγγάνιο, ψευδάργυρο και μολυβδαίνιο. Διαλύεται πλήρως στο νερό και είναι απαλλαγμένο από χλώριο. Ιδανικό για υδρολίπανση αλλά και για διαφυλλικές εφαρμογές. Προτείνεται η χρήση του κυρίως την περίοδο της ανάπτυξης των φυτών.

Δεν αναφέρεται η λίπανση φωσφόρου, καθώς οι απαιτήσεις της καλλιέργειας είναι γενικά χαμηλές όπως προαναφέρθηκε, συνεπώς δεν αποτελεί σημαντικό έξοδο. Επίσης το λίπασμα που επιλέχθηκε για την καλιούχα λίπανση περιέχει και φώσφορο (AVANTAGE 20 - 20 - 20). Στην κοστολόγηση δεν περιλαμβάνονται ο αντίστοιχος εξοπλισμός εφαρμογής λιπασμάτων καθώς και η εργασία προσθήκης λιπασμάτων. Τα λιπάσματα που αναφέρονται είναι ανά καλλιεργητική περίοδο και αποτελούν ετήσιο έξοδο.

Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, το ζιζανιοκτόνο που επιλέχθηκε είναι το Roundup Gold 36 SL, είναι φάρμακο που ξηραίνει τα ζιζάνια και τις ρίζες τους. Είναι ζιζανιοκτόνο διασυστηματικό, μη εκλεκτικό, κατάλληλο για την καταπολέμηση κάθε είδους ζιζανίων (μονοετών, πολυετών, αγρωστωδών, πλατύφυλλων, ξυλωδών και υδροχαρών). Χρησιμοποιείται σε όλες τις δένδρως καλλιέργειες, εσπεριδοειδή (ξινά), μηλοειδή,

πυρηνόκαρπα, αμπέλια, ελιές καθώς και σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας, όπως βαμβάκι, καπνός, κλπ. Για τα ετήσια ζιζάνια (αγρωστώδη και πλατύφυλλα), η αναλογία είναι 500 cc/50 lt νερό για ψεκασμό ενός περίπου στρέμματος, ενώ για τα πολυετή ζιζάνια η αναλογία αυξάνεται στα 1000 cc/50 lt νερό (100 cc Roundup/5 lt νερό).

Κατά την διάρκεια του ψεκασμού χρειάζεται προσοχή, ώστε να μην ψεκαστούν κατά λάθος φυτά και δέντρα της καλλιέργειας. Θα πρέπει να μην επιτελείται ψεκασμός κοντά στους κορμούς των καλλιεργούμενων δένδρων, ενώ μετά τον ψεκασμό πρέπει να ξεπλυθεί πολύ καλά με νερό ο ψεκαστήρας ή το βυτίο που χρησιμοποιήθηκε. Η προσφορά είναι από την agro - net.gr (Agro - net, 2022).

Για την αντιμετώπιση του ψευδοπερονόσπορου (*Pseudoperonospora humuli*) χρησιμοποιούνται σκευάσματα χαλκού. Η προσφορά είναι από την LIAKOPOULOS fytotechniki (Lf, 2022) και το σκεύασμα είναι το KOCIDE 2000 35 WG το οποίο είναι ένα μυκητοκτόνο - βακτηριοκτόνο επαφής με προστατευτική δράση, με δραστική ουσία το υδροξείδιο του χαλκού. Έχει μεγάλο πεδίο εφαρμογής σε καλλιέργειες. Εφαρμόζεται με ψεκασμούς καλύψεως.

Για την αντιμετώπιση του ωιδίου (*Podospaera macularis*) το σκεύασμα είναι το μυκητοκτόνο Vivando 50SC Basf 10ml από την Greenmart by Artemisaris (Artemisaris, 2022a). Το Vivando 50 SC παρεμποδίζει την ανάπτυξη του μικκυλίου στην επιφάνεια των φύλλων, την διείσδυση του στο εσωτερικό και την προσβολή των φυτών, εμφανίζοντας προληπτική και θεραπευτική δράση. Εφαρμόζεται μέσω ψεκασμών καλύψεως της φυλλικής επιφάνειας μέχρις απορροής. Το προϊόν δεν είναι φυτοτοξικό εφόσον χρησιμοποιείται σύμφωνα με τις οδηγίες της ετικέτας. Δεν έχει μελετηθεί πλήρως η συνδυαστικότητα με άλλα σκευάσματα.

Για τον τρόπο εφαρμογής, για την δοσολογία και για τις οδηγίες χρήσης ο καλλιεργητής θα πρέπει να συμβουλευτεί τον γεωπόνο πωλητή καθώς και να διαβάσει τις οδηγίες χρήσης που αναγράφονται στα προϊόντα.

Για κάθε ασθένεια υπάρχουν διάφορα εμπορικά σκευάσματα διαθέσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Μπορεί να χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν περισσότερα από ένα σκευάσματα συνδυαστικά για κάθε ασθένεια, πράγμα που μπορεί να αυξήσει το κόστος για την αντιμετώπιση ασθενειών και εχθρών. Συγκριτικά με το μέγεθος του κόστους επένδυσης, μηχανημάτων και άλλων ετήσιων κοστών, το κόστος των μυοκτόνων, των ζιζανιοκτόνων και των σκευασμάτων για την αντιμετώπιση εχθρών είναι μικρού μεγέθους, για αυτό και η αναφορά τους είναι ενδεικτική και δεν είναι εκτενής. Επίσης, τα σκευάσματα αγοράζονται και χρησιμοποιούνται ανάλογα με το τι εμφανίζεται και αποτελεί πρόβλημα στην κάθε

καλλιέργεια, οπότε το κόστος αυτό ποικίλει από καλλιέργεια σε καλλιέργεια. Στην κοστολόγηση δεν περιλαμβάνονται ο αντίστοιχος εξοπλισμός, (ψεκαστήρας, εξοπλισμός προστασίας) καθώς και η εργασία.

Το σχοινί περιτύλιξης από ίνες κοκοφοϊνικά παρουσιάζει υψηλό κόστος επειδή είναι εισαγόμενο προϊόν. Αντίστοιχα συνθετικά σχοινιά από πλαστικό κοστίζουν λιγότερο. Θεωρήθηκε για τις ανάγκες περιτύλιξης που προκύπτουν για 432 φυτά/στρέμμα χρειάζονται 2500 m σχοινί κατά προσέγγιση. Το σχοινί περιτύλιξης που αναφέρεται σε αυτήν την μελέτη είναι από σιζάλ, Νο 6 από την Biostalis - shop (Biostalis - shop, 2022).

Οι συνδετήρες τύπου «W» είναι από την Growers Supply (Growerssupply, 2011), στην περίπτωση εναέριας άρδευσης με σταλακτοφόρο σωλήνα, δεν χρειάζονται γιατί το σχοινί περιτύλιξης προσδένεται στον σωλήνα άρδευσης.

Οι συσκευασίες υπό κενό για σφαιρίδια (πέλλετ) λυκίσκου είναι από την εταιρία IMPAK CORPORATION, (Impakcorporation, 2022b), έχουν μέγεθος 45 cm x 47,6 cm και είναι πράσινου χρώματος PAKVF4C (5,0 mils).

Η κατανάλωση ενέργειας του μηχανολογικού εξοπλισμού δεν αναφέρεται στα κόστη. Επίσης η συμβουλευτική γεωπόνου, το κόστος των εργατοωρών για την περιτύλιξη των βλαστών, για την συγκομιδή και για το ανοιξιάτικο βλαστολόγημα τα οποία είναι αξιόλογα, δεν αναφέρονται και δεν εκτιμώνται. Οι εργατοώρες αυτές εξαρτώνται από το πόσο μηχανοποιημένη είναι η καλλιέργεια. Όσο περισσότερο γίνεται χρήση μηχανών τόσο λιγότερες είναι αυτές οι εργατοώρες.

3.2 ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΩΛΗΣΗΣ

Είναι αποδεδειγμένο ότι η παραγωγή είναι συνάρτηση ενός ολικού συμπλέγματος ταυτόχρονων και ομοιογενώς εφαρμοσμένων εντατικοποιημένων παραγόντων και η απόδοση ως εξαρτημένη μεταβλητή, εξαρτάται από ένα σύμπλεγμα ανεξάρτητων μεταβλητών. Σε αυτές περιλαμβάνονται η απόσταση φύτευσης, οι καλλιεργούμενες ποικιλίες, η εντατική εφαρμογή λιπασμάτων, η εξειδικευμένη παραγωγή και ο βαθμός μηχανοποίησης. Αυτή η κατανόηση είναι πιο σημαντική για τον σχεδιασμό περαιτέρω εντατικοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας. Συνεπώς θα είναι συνεχώς απαραίτητη η εφαρμογή επικαιροποιημένων παραγόντων εντατικοποίησης (Rybáček, 1991).

Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την παράγωγη λυκίσκου (ανάπτυξη, απόδοση και ποιότητα) και των καθαρών εσόδων είναι: α) το περιβάλλον (οι θερμοκρασίες, διάρκεια ημέρας, η σύσταση του εδάφους, ο καιρός), β) οι παραγωγικές διαδικασίες (οι ποικιλίες λυκίσκου, η γονιμότητα του εδάφους, ο έλεγχος των ασθενειών, των εχθρών και των ζιζανίων, η κατάλληλη χρονική στιγμή περιτύλιξης των βλαστών, η επιτυχής συγκομιδή και η κατάλληλη χρονική στιγμή συγκομιδής, η άρδευση, η κατεργασία και η αποθήκευση των λυκίσκων μετά την συγκομιδή).

Το φυτό του λυκίσκου όταν αναπτύσσεται σε παραδοσιακούς αγρούς λυκίσκου, υπό βέλτιστες συνθήκες, επιτυγχάνει πλήρη απόδοση παραγωγής κατά το τρίτο έτος (Ha et al., 2017).

Μετριοπαθείς εκτιμήσεις ετήσιων αποδόσεων για το πρώτο έτος είναι αμελητέες, για το δεύτερο έτος είναι το 50% της παραγωγής, για το τρίτο έτος είναι το 75% της παραγωγής και για το τέταρτο και πέμπτο έτος το 100% (Sirrinc, 2015a).

Αξιοσημείωτο να αναφερθεί ότι στην έρευνα του Bauerle (2019), ανά κύκλο καλλιέργειας, οι λυκίσκοι που αναπτύχθηκαν σε ελεγχόμενο περιβάλλον (θερμοκήπιο) παρουσίασαν υψηλότερες αποδόσεις σε κώνους κατά 23,7 - 72,9%, ανά μονάδα έκτασης επιφανείας συγκριτικά με τις αντίστοιχες αναφορές εμπορικής καλλιέργειας. Σε ελεγχόμενο περιβάλλον, από το ίδιο ρίζωμα ήταν πιθανό να παραχθούν τέσσερις αδιάκοποι κύκλοι καλλιέργειας (συγκομιδές) ανά έτος, χωρίς οι παραγόμενοι κώνοι να διαφέρουν ποιοτικά (πικρικά οξέα και αιθέρια έλαια) από τους αντίστοιχους καλλιέργειας εξωτερικού χώρου. Αυτό αποτελεί δραματική αύξηση σε παραγωγικότητα, το οποίο μπορεί να επιφέρει τεράστιες αλλαγές στην συνολική αποδοτικότητα των καλλιεργούμενων λυκίσκων καθώς και την πιθανότητα εκτενέστερης διασποράς της παγκόσμιας παραγωγής λυκίσκου αφού τα αναφερόμενα

δεδομένα αφορούσαν λυκίσκους που αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπιο ελλείπει εαρινοποίησης και ληθάργου. Αυξάνοντας την φωτοπερίοδο πάνω από την κρίσιμη τιμή της με στόχο την έναρξη της ανθοφορίας του λυκίσκου σε εαρινοποιημένο φυτικό υλικό αλλά και σε φυτικό υλικό που δεν έχει υποστεί εαρινοποίηση, έδειξαν ότι οι λυκίσκοι δεν απαιτούν ούτε χαμηλές θερμοκρασίες ούτε λήθαργο για την επίτευξη της έναρξης της άνθησης, την διαμόρφωση ανθέων και την παραγωγή κώνων.

Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για το αν είναι οικονομικά βιώσιμη και αν συμφέρει μια τέτοιου είδους καλλιέργεια καθώς το κόστος είναι υψηλό συγκριτικά με την καλλιέργεια σε εξωτερικό χώρο. Η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο εμπεριέχει κόστη ηλεκτροδότησης, ύδρευσης, τεχνητού φωτός κ.α., όμως παρουσιάζει το πλεονέκτημα του ελέγχου του περιβάλλοντος σε υψηλότερο βαθμό, δυνατότητα απόκτησης υψηλότερων αποδόσεων, παραγωγή ποιοτικών προϊόντων, βέλτιστη αντιμετώπιση ασθενειών και εχθρών και δυνατότητα καλλιέργειας σε περιοχές που θα ήταν αδύνατη η καλλιέργεια λυκίσκου σε εξωτερικό περιβάλλον.

Οι λυκίσκοι που αναπτύσσονται σε συμβατικό υψηλό σύστημα υποστύλωσης στην πολιτεία της Ιντιάνα των Η.Π.Α δείχνουν να παρουσιάζουν αποδόσεις ώριμων φυτών περίπου 136 kg ξηρών ανθών ανά στρέμμα. Σε αυτήν την ανάλυση έγινε η υπόθεση ότι 454 kg επί ξηρού (1,000 dried lbs) είναι η απόδοση ανά 4 στρέμματα (acre) ή 0,53 kg (1.18 lbs) επί ξηρού ανά φυτό, υποθέτοντας ότι ανά 4 στρέμματα (acre) είναι φυτεμένα 850 φυτά, δηλαδή στο στρέμμα 212 φυτά (Ha et al., 2017).

Η συνολική παραγωγή στο στάδιο πλήρους ανάπτυξης είναι 170 kg/στρέμμα (1,500 lbs. dried/acre), με 250 φυτά ανά στρέμμα (1,000 plants per acre) (Sirrinc, 2015a), δηλαδή 0,68 kg ξηρών λυκίσκων ανά φυτό.

Ένας μόνο κληματοειδής βλαστός (φυτό) λυκίσκου παράγει 0,7 kg ξηρών ανθών. Με 900 κληματοειδείς βλαστούς (φυτά) ανά 4 στρέμματα (acre), ένας αγρός λυκίσκου έκτασης 4 στρεμμάτων (acre) μπορεί να παράξει 612,4 kg ξηρών λυκίσκων, η αναγωγή στο στρέμμα είναι 153 kg ξηρών ανθών (Eyck & Gehring, 2015).

Σύμφωνα με τους Mythodea Hellas Hops (2021), (προφορική αναφορά) το ένα φυτό αποδίδει 3 kg χλωρών λυκίσκων, συνεπώς 0,75 με 0,6 kg ξηρών λυκίσκων αφού κατά την ξήρανση μειώνεται το βάρος προσεγγιστικά 4 με 5 φορές.

Σύμφωνα και με τις προαναφερθέντες αναφορές, το ένα φυτό αποδίδει προσεγγιστικά 0,7 kg ξηρών λυκίσκων και 0,63 kg σφαιριδίων λυκίσκου τύπου T90. Για την απόδοση ανά στρέμμα θα πρέπει να είναι γνωστός ο αριθμός των φυτών ανά στρέμμα, αν είναι πυκνοφυτεμένη ή όχι η καλλιέργεια και η ποικιλία του λυκίσκου που επηρεάζει σε υψηλό βαθμό την απόδοση.

Ακολουθεί ο Πίνακας 19, όπου παρουσιάζονται οι στρεμματικές αποδόσεις σε σφαιρίδια (πέλλετ) T90, για τρία διαφορετικά παραδείγματα, με βάση την πυκνότητα φύτευσης.

Πίνακας 19. Στρεμματικές αποδόσεις σε σφαιρίδια (πέλλετ) T90, για 250, 432, 900 φυτά ανά στρέμμα.

Ποσότητα απόδοσης ξηρών κώνων λυκίσκου ανά φυτό (kg)	Φυτά ανά στρέμμα	Συνολικό βάρος σφαιριδίων T90 (kg)
Μηχανική συγκομιδή	250	157,5
-	432	272,2
Χειρονακτική συγκομιδή	900	576

Το πρώτο παράδειγμα που περιέχεται στον Πίνακα 19, είναι αραιή φύτευση με 250 φυτά ανά στρέμμα όπου συνηθίζεται στις Η.Π.Α, όπου ο μέσος καλλιεργητής διαθέτει εκτενή καλλιέργεια και γίνεται χρήση μηχανών σε υψηλό βαθμό. Το δεύτερο παράδειγμα, η φύτευση αποτελεί την εκτίμηση της παρούσας μελέτης με 432 φυτά ανά στρέμμα. Αυτού του είδους φύτευση δεν επιτρέπει την χρήση ογκωδών μηχανών, ουσιαστικά δεν αποτελεί πλήρως μηχανοποιημένη καλλιέργεια. Το τρίτο παράδειγμα με 900 φυτά ανά στρέμμα έχει εφαρμοστεί στην καλλιέργεια των Mythodea Hellas Hops, με δύο φυτά ανά θέση φύτευσης και αποτελεί ιδιαίτερα πυκνή φύτευση. Αυτού του είδους φύτευση δεν επιτρέπει την χρήση μηχανών και ενδείκνυται για μικρής έκτασης καλλιέργειες.

Η απόδοση του φυτού μεμονωμένα, μειώνεται όταν αυξάνεται η πυκνότητα φύτευσης αλλά συνολικά στο στρέμμα η απόδοση αυξάνεται κατακόρυφα. Όσο μικρότερη η έκταση της καλλιέργειας θα πρέπει να αυξηθεί η πυκνότητα φύτευσης προκειμένου η απόδοση να είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα, παρόλο που αυτό προϋποθέτει περισσότερη χειρονακτική εργασία.

Οι ετήσιες εισαγωγές και εξαγωγές λυκίσκου στην Ελλάδα, σύμφωνα με την ΕΛΣΑΤ (2022) παρουσιάζονται στον Πίνακα 20. Η περιγραφή των προϊόντων σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ είναι για όλες τις χώρες, «Κώνοι λυκίσκου, σπασμένοι, αλεσμένοι ή με μορφή σβόλων (εκτός από τους εμπλουτισμένους με λουπουλίνη)». Όπου υπάρχει *, η περιγραφή των προϊόντων είναι «Κώνοι λυκίσκου, σπασμένοι, αλεσμένοι ή με μορφή σβόλων, εμπλουτισμένοι με λουπουλίνη. Λουπουλίνη» και όπου υπάρχει **, η περιγραφή των προϊόντων είναι «Κώνοι λυκίσκου, νωποί ή αποξηραμένοι (εκτός από σπασμένους, ή καθ' οποιονδήποτε τρόπο αλεσμένους)».

Πίνακας 20. Εισαγωγές και εξαγωγές λυκίσκου στην Ελλάδα κατά το έτος 2020 σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ.

Έτος 2020. Μήνες:1 - 12				
Έτος	Ροή	Χώρα	Αξία (€)	Ποσότητα (kg)
2020	Εισαγωγή	**Σλοβενία	1.560	120
2020	Εισαγωγή	*Γερμανία	63.254	4652
2020	Εισαγωγή	Γερμανία	355.552	30942
2020	Εισαγωγή	Ηνωμένο Βασίλειο	13.746	570
2020	Εισαγωγή	Δημοκρατία της Τσεχίας	37.838	1660
2020	Εισαγωγή	Σλοβενία	7.572	580
2020	Εξαγωγή	*Αλβανία	7.050	500
2020	Εξαγωγή	Κύπρος	4.058	500

Στα παραπάνω δεδομένα δεν συμπεριλαμβάνεται λυκίσκος, ο οποίος είναι σε μορφή εκχυλίσματος και χρησιμοποιείται κυρίως από ζυθοποιίες μεγάλης παραγωγής. Σημειώνεται ότι το 2020 η παραγωγή ζύθου ήταν μειωμένη λόγω της πανδημίας.

Όπως φαίνεται στον Πίνακας 20, οι ετήσιες εισαγωγές για το έτος 2020 ήταν συνολικά 38.497 kg και οι εξαγωγές ήταν 1.000 kg. Αντίστοιχα τα συνολικά χρήματα που εκρέουν στο εξωτερικό είναι 479.522 € και αυτά που εισρέουν 11.108 €. Από τις εξαγωγές στην Αλβανία, 500 kg με αξία 7.050 €, συμπεραίνεται ότι η μέση τιμή πώλησης είναι 14,1 €/kg. Από τις εξαγωγές στην Κύπρο, 500 kg με αξία 4.058€, συμπεραίνεται ότι η μέση τιμή πώλησης είναι 8,1€/kg. Εμφανώς η τιμή πώλησης διαφέρει και αυτό μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως το επίπεδο επεξεργασίας του προϊόντος, η ποσότητα πώλησης ανά ενδιαφερόμενο πελάτη που όσο υψηλότερη ποσότητα αγοραστεί τόσο μειώνεται η τιμή πώλησης του κιλού, αν είναι χονδρική ή λιανική πώληση, η ποικιλία του λυκίσκου, τυχών τελωνιακοί δασμοί, ενδοεταιρικές μεταφορές κ.α. Κατά προσέγγιση ο μέσος όρος τιμής πώλησης του κιλού για τις εξαγωγές, σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα είναι περίπου 11€/kg, πιθανώς αναφέρεται για χονδρική πώληση. Όσον αφορά τις εισαγωγές, σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακας 20, η μέση τιμή πώλησης του κιλού είναι 12,47 €/kg. Η διαφορετική τιμή πώλησης των λυκίσκων που προέρχονται από το εξωτερικό εκτός διαφόρων άλλων παραγόντων, οφείλεται στο ότι πολλές από αυτές τις ποικιλίες είναι κατοχύρωμένες και η τιμή πώλησης τους είναι πολύ υψηλή. Για αγορές με μακροχρόνια συμβόλαια, η τιμή και η ποσότητα πώλησης είναι προκαθορισμένη και σταθερή για όσα χρόνια είναι σε ισχύ το συμβόλαιο.

Από τα παραπάνω διαφάνεται ότι υπάρχει ενδιαφέρον για εγχώρια παραγωγή ενός ποιοτικού προϊόντος λυκίσκου, συγκεκριμένης περιοχής προέλευσης, το οποίο μπορεί να ανταγωνισθεί

τα αντίστοιχα του εξωτερικού, με σκοπό τόσο την κάλυψη της εσωτερικής ζήτησης όσο και για εξαγωγές.

Σύμφωνα με τον Sirtine (2015a) τα οικονομικά στοιχεία για τρέχουσες (2014) τιμές πώλησεως φρέσκων κώνων λυκίσκου είναι 4,66€ (\$5) έως 5,6€ (\$6) ανά 0,45 kg (pound). Για ξηρούς κώνους λυκίσκου είναι 9,3€ (\$10) με 11€ (\$12) ανά 0,45 kg (pound) και για σφαιρίδια λυκίσκου T90 13€ (\$14) ανά 0,45 kg (pound), δηλαδή περίπου 26€/kg.

Η τιμή χονδρικής πώλησης από την FALCON A.E.B.E. (Falcon S.A.), για την ποικιλία λυκίσκου Saaz, για σφαιρίδια T90, είναι 24€/kg με Φ.Π.Α και για την ποικιλία λυκίσκου Willamette, για σφαιρίδια T90, είναι 27€/kg με Φ.Π.Α, για ποσότητες 20 kg και 30 kg αντίστοιχα (χονδρική αγορά, 15/7/2021). Η FALCON A.E.B.E. (Falcon S.A.) αγοράζει από το εξωτερικό και μεταπωλεί τους λυκίσκους.

Η τιμή χονδρικής πώλησης από την Mythodea Hellas Hops, για την ποικιλία λυκίσκου Saaz, για σφαιρίδια T90, είναι 23€/kg με Φ.Π.Α, για ποσότητα 20 kg (χονδρική αγορά, 27/4/2021). Η Mythodea Hellas Hops παράγει (εγχώρια) και πωλεί τους λυκίσκους.

Σύμφωνα με τους Mythodea Hellas Hops (προφορική αναφορά) η τιμή του κιλού για σφαιρίδια T90 υπερβαίνει τα 20€.

Η τιμή πώλησης διαφέρει αν είναι λιανική ή χονδρική πώληση. Θα μπορούσε να θεωρηθεί ένας μέσος όρος τιμής πώλησης σύμφωνα με τα δεδομένα της ΕΛ.ΣΤΑΤ στα 11€/kg για αυξημένες ποσότητες (πιθανώς χονδρική πώληση) και 20€/kg και άνω, για λιανική πώληση, όπου πωλούνται ποσότητες κιλών και το πιο πιθανό να αποτελούν την πλειοψηφία των πωλήσεων ενός νέου καλλιεργητή λυκίσκου.

Ακολουθεί ο Πίνακας 21, όπου παρουσιάζονται τα εκτιμώμενα έσοδα ανά στρέμμα, με βάση το εύρος τιμών χονδρικής και λιανικής πώλησης σφαιριδίων λυκίσκου τύπου T90 που προαναφέρθηκαν, συναρτήσει των τριών διαφορετικών παραδειγμάτων πυκνότητας φύτευσης και του έτους της καλλιέργειας. Θεωρήθηκε ότι ένα φυτό αποδίδει 0,63 kg σφαιριδίων λυκίσκου τύπου T90. Ελάχιστη τιμή πώλησης θεωρήθηκε η 8,1€/kg (δεδομένα της ΕΛ.ΣΤΑΤ.) και μέγιστη η 27€/kg (Falcon S.A).

Πίνακας 21. Εκτιμώμενα έσοδα ανά στρέμμα, με βάση το εύρος τιμών χονδρικής και λιανικής πώλησης σφαιριδίων λυκίσκου τύπου T90, που προαναφέρθηκαν, συναρτήσει των τριών διαφορετικών παραδειγμάτων πυκνότητας φύτευσης και του έτους καλλιέργειας.

Έτος καλλιέργειας	Φυτά ανά στρέμμα	Ποσότητες (kg) λυκίσκου σφαιριδίων T90	Σύνολο εσόδων(€) με τιμή πώλησης 8,1€/kg	Σύνολο εσόδων (€) με τιμή πώλησης 27€/kg
1 ^ο έτος, αμελητέα παραγωγή	250 432 900		- - -	- - -
2 ^ο έτος, 50% της ολικής παραγωγής	250 432 900	78,8 136,1 283,5	638 1.102 2.296	2.126 3.674 7.655
3 ^ο έτος, 75% της ολικής παραγωγής	250 432 900	118,1 204,2 425,3	957 1.653 3.445	3.190 5.511 11.482
4 ^ο έτος, 100% της ολικής παραγωγής	250 432 900	157,5 272,2 567	1.276 2.204 4.593	4.253 7.348 15.309

3.3 ΚΑΘΑΡΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ

Το Καθαρό Γεωργικό Εισόδημα ορίζεται σύμφωνα με την πρώτη παράγραφο του άρθρου 42 του Νόμου 2238/1994 (Elib.aade, 2022) και συνίσταται από:

- την πρόσοδο του συντελεστή παραγωγής του ίδιου εδάφους,
- την πρόσοδο του συντελεστή παραγωγής της ίδιας εργασίας,
- την πρόσοδο του συντελεστή παραγωγής ίδιου κεφαλαίου και
- το προκύπτουν από τη γεωργική εκμετάλλευση κέρδος ή ζημία.

Οι λεπτομέρειες προσδιορισμού του καθώς κ.α. περιλαμβάνονται στην πρώτη παράγραφο του άρθρου 42 του Νόμου 2238/1994. Εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και μπορεί να υπολογιστεί ή να εκτιμηθεί ανάλογα τις παραμέτρους της κάθε καλλιέργειας όπως αν είναι ιδιόκτητη η έκταση ή αποδίδονται ενοίκια για την εκμετάλλευση της, από το ποσοστό ξένης εργασίας, από το ύψος της επένδυσης που επηρεάζει την απόσβεση και το χρονοδιάγραμμα επιτέλεσης της, από τυχών επιδοτήσεις κ.α.

Το καθαρό γεωργικό εισόδημα μπορεί να υπολογιστεί για την συνολική έκταση της καλλιέργειας αλλά και ανά στρέμμα. Το καθαρό γεωργικό εισόδημα αποτελεί σημαντικό δεδομένο αφού βοηθά στην εκτίμηση της ελάχιστης απαραίτητης έκτασης καλλιέργειας, στον σχεδιασμό της εγκατάστασης (πυκνότητα φύτευσης, βαθμός μηχανοποίησης κ.α.) προκειμένου να είναι βιώσιμη και επικερδής η επένδυση και για το αν και πόσο συμφέρει ως επένδυση η καλλιέργεια λυκίσκου καθώς και για άλλες εκτιμήσεις.

Υπάρχουν διάφορες ιστοσελίδες με υπολογιστικά εργαλεία, για την εκτίμηση του καθαρού εισοδήματος και του κόστους μιας καλλιέργειας λυκίσκου τα οποία αναγράφονται στην βιβλιογραφία (Sirrine et al., 2022; Farmmarketingsolutions, 2015).

4. Συμπεράσματα

Οι γεωγραφικές και κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας μπορούν να επιτρέψουν την επιτυχή και επικερδή καλλιέργεια λυκίσκου. Προϋπόθεση αποτελεί η περιοχή καλλιέργειας να ικανοποιεί τις απαιτήσεις ψύχους του φυτού ώστε να παρουσιάζει επαρκή παραγωγή, οπότε δεν συστήνεται η καλλιέργεια σε μέρη που δεν ικανοποιείται αυτός ο παράγοντας. Επίσης προτείνεται η αποφυγή περιοχών, όσο είναι εφικτό, που παρουσιάζουν υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες, διότι επηρεάζεται αρνητικά η ποιότητα και η αξία των κώνων του λυκίσκου.

Ιδανικότερες περιοχές στην Ελλάδα για καλλιέργεια λυκίσκου δείχνουν να είναι οι περιοχές αριστερά από την οροσειρά της Πίνδου όπου η ετήσια βροχόπτωση είναι πιο υψηλή.

Πλεονέκτημα αποτελεί η μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια στην Ελλάδα, μειονέκτημα αποτελεί χαμηλή βροχόπτωση, οι παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες και η έλλειψη επιπέδων επιφανειών.

Θα πρέπει να γίνει μελέτη για την επιλογή της τοποθεσίας καλλιέργειας καθώς θα πρέπει να είναι σχετικά επίπεδη, σχετικά κοντά στον χώρο συγκομιδής, ξήρασης και στην πηγή ύδρευσης. Η καταλληλότητα του εδάφους ως προς τη σύσταση και το pH, αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα, ώστε να αποφευχθούν οι αλληπάλληλες διορθώσεις που ενδεχομένως να απαιτούνται σε αντίθετη περίπτωση.

Η θερμοκηπιακή καλλιέργεια λυκίσκου, η οποία έχει εφαρμοστεί τα τελευταία έτη σε κάποιες χώρες, θα μπορούσε να αποτελέσει πιθανή λύση για περιοχές που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτούμενες κλιματολογικές συνθήκες.

Προκειμένου να είναι εμπορικά και επαγγελματικά βιώσιμη και επικερδής μια καλλιέργεια λυκίσκου, θα πρέπει να γίνει ενδελεχής εκτίμηση της προσδοκώμενης απόδοσης ανά στρέμμα, που ορίζεται κυρίως από την πυκνότητα φύτευσης. Όσο μικρότερη η έκταση τόσο πυκνότερη θα πρέπει να είναι η φύτευση ανά στρέμμα, πράγμα που προϋποθέτει αυξημένες εργατοώρες παραγωγής. Ακόμα και μικρής έκτασης καλλιέργειες θα μπορούσαν να είναι επικερδείς υπό αυτόν τον όρο. Συνήθως σε μικρές καλλιέργειες το διαθέσιμο επενδυτικό κεφάλαιο είναι μικρότερο συγκριτικά με εκτενείς καλλιέργειες, πράγμα που ορίζει εξ αρχής τον βαθμό μηχανοποίησης της καλλιέργειας και μπορεί να επηρεάσει την επιλογή της πυκνότητας φύτευσης.

Ο αριθμός φυτών ανά θέση φύτευσης, η επιρροή που έχει στην απόδοση ανά στρέμμα καθώς και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον για περισσότερη έρευνα καθώς μπορεί να αυξήσει την παραγωγή ανά στρέμμα κατακόρυφα.

Το όλο εγχείρημα είναι απαιτητικό και παρουσιάζει πολλά σημεία που θα πρέπει να δοθεί προσοχή διότι μπορεί να μειωθεί ή να καταστραφεί όλη την παραγωγή. Ο τρόπος διαχείρισης της συγκομιδής και της περαιτέρω επεξεργασίας και διάθεσης των λυκίσκων αποτελεί προτεραιότητα του όλου εγχειρήματος. Δεν προτείνεται η έκπτωση στην αντοχή του συστήματος υποστύλωσης διότι τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν είναι εξαιρετικά ζημιογόνα.

Η εγχώρια παραγωγή λυκίσκου είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα όποτε υπάρχει χώρος για την δημιουργία εγχωρίας αγοράς αλλά και εξαγωγών.

Η καλλιέργεια υφιστάμενων ποικιλιών λυκίσκου στην Ελλάδα θα εμφανίσει διαφορετικά αποτελέσματα σε σχέση με άλλες χώρες ως προς την αντοχή σε ασθένειες, την προσαρμοστικότητα στο κλίμα, την απόδοση καθώς και στα χαρακτηριστικά ποιότητας (α - και β - οξέων και αιθέριων ελαίων) των ποικιλιών και άρα θα πρέπει να εκτιμηθεί και να αξιολογηθεί.

Η ανάπτυξη νέων ποικιλιών που θα είναι κατάλληλες για τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον και αποτελεί διεθνώς το μοντέλο ανάπτυξης των εταιριών παραγωγής και εμπορίας λυκίσκου. Προκειμένου η καλλιέργεια λυκίσκου στην Ελλάδα να γίνει ανταγωνιστική σε παγκόσμιο επίπεδο, η ανάπτυξη νέων ποικιλιών είναι άκρως σημαντική. Στην Ελλάδα υπάρχουν άγριοι λυκίσκοι οπότε υπάρχει και γηγενές γενετικό υλικό για την ανάπτυξη νέων ποικιλιών που θα παρουσιάζουν μοναδικά ποιοτικά χαρακτηριστικά και θα ήταν ανταγωνιστικές σε παγκόσμιο επίπεδο. Σημειώνεται ότι η ανάπτυξη νέων ποικιλιών αποτελεί μια μακροχρόνια προσπάθεια η οποία διαρκεί 10 ή και παραπάνω έτη.

Η ανάπτυξη ενός φορέα πιστοποίησης και ενός εργαστήριου ελέγχου της ποιότητας των λυκίσκων είναι απαραίτητη καθώς θα υποστηρίξει την διασφάλιση της ποιότητας των τελικών προϊόντων και των δραστηριοτήτων παραγωγής προϊόντων λυκίσκου αλλά και θα παρέχει στα ζυθοποιεία τις απαραίτητες επικυρωμένες πληροφορίες που χρειάζονται για τις προδιαγραφές των τελικών προϊόντων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί από πανεπιστημιακά ιδρύματα ή άλλους φορείς και να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας. Σύμφωνα με τον Κανονισμό 1308/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 17ης Δεκεμβρίου 2013 (Eur - lex.europa, 2023), απαγορεύεται η εμπορία προϊόντων λυκίσκου χωρίς τους απαραίτητους ελέγχους.

Η δημιουργία συνεργατικών σχημάτων καλλιεργητών αποτελεί μια λύση στην αντιμετώπιση του υψηλού κόστους της καλλιέργειας και επεξεργασίας του λυκίσκου καθώς θα μπορούσαν

να διαμοιραστούν τα υψηλά κόστη αγοράς μηχανολογικού εξοπλισμού καλλιέργειας και επεξεργασίας.

Η κρατική βοήθεια και υποστήριξη σε οικονομικό επίπεδο, με επιδοτήσεις και επιχορηγήσεις είναι απαραίτητη και εφόσον ο λυκίσκος και τα προϊόντα του (Κωδικός ΣΟ 1210 & 1302 13 00) διέπονται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία καθώς συμπεριλαμβάνονται στην Κοινή Οργάνωση Αγορών (Καν. 1308/2013, τρέχουσα ενοποιημένη έκδοση: 01/01/2023), (Eur - lex.europa, 2023) θα πρέπει λάβει χώρα σύμφωνα με αυτήν. Ο Κανονισμός 1308/2013 αποτελεί και το νομικό πλαίσιο παραγωγής και εμπορίας προϊόντων λυκίσκου.

Τέλος, τα πανεπιστημιακά ιδρύματα και τα κρατικά ινστιτούτα ερευνών μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο με μελέτες και έρευνες που σκοπεύουν στην αντιμετώπιση προβλημάτων και στην περαιτέρω βελτίωση της καλλιέργειας λυκίσκου στην Ελλάδα.

5. Βιβλιογραφία

- Agehara, S., Acosta-Rangel, A., Deng, Z., Rechcigl, J., Bollin, S. (2020). *Hop yard establishment and trellis construction in Florida*. University of Florida IFAS Extension. HS1345.
- Arnett, M. (2018). Choosing between a Wooden Pole or a Galvanized Steel Post Design—A Decision to Make When Designing a Hop Yard Trellis System for Growing Plants in a V-Bine Configuration. Accessed 19 June 2022. <https://soncotube.com/wp-content/uploads/2019/01/Designing-and-Installing-a-Hop-Yard-Trellis-System-1-1.pdf>
- Barth, J., & Sohn. (2016). German Drying Technologies. A little seminar on hop drying. Traverse. Downloaded 2 May 2022. https://www.canr.msu.edu/uploads/234/78941/Hop_Track_-_German_Hop_Drying_Technologies_-_Florian_Weingart.pdf
- BarthHaas (2022). International hop vendor locations in Germany and the world. BarthHaas. Assessed 20 July 2022. <https://www.barthhaas.com/en/company/sites>
- BarthHass (2020). Hop Pellets (Type 90 Pellets). Downloaded 20 May 2022. https://www.barthhaas.com/fileadmin/user_upload/downloads/zertifikate-datenblaetter/datenblaetter_06.2020/hopfen/rohhopfen_pellets_extrakte/barthhaas_hopfenpellets_typ_90_pellets_en_technical_data_sheet.pdf
- Bauerle, W.L. (2019). *Disentangling photoperiod from hop vernalization and dormancy for global production and speed breeding*. Sci Rep 9, 16003. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52548-0>
- Bellaio, G. (2016). *Characterization of different hop (Humulus lupulus L.) cultivars : response to drought stress, chemical composition and sensory profile*. University of Padova. Padova.
- Boutain J. (2014). *On the origin of hops: genetic variability, phylogenetic relationships, and ecological plasticity of Humulus (Cannabaceae)* (pp. 105-115). University of Hawaii at Manoa. Hawaii.
- Br.pinterest (2022). Flickrriver: Photoset “Growing hops” by shyzaboy. Accessed 5 June 2022. <https://br.pinterest.com/pin/292382200799627559/>
- Briggs, D. E., Brookes, P. A., Stevens, R., & Boulton, C. A. (2004). *Brewing Science and practice* (pp. 228 - 231, 246 - 251, 255, 410 - 411). Elsevier Science. Cambridge, U.K.
- Buffalo.extension.wisc.edu (2022). Hop Harvesting Equipment What Works - What can we Afford. Downloaded 8 May 2022. <https://buffalo.extension.wisc.edu/files/2011/05/Hop-harvesting-machines.pdf>
- Captainpolyplast (2019). Drip Irrigation System. Captain. Accessed 20 June 2022. <https://captainpolyplast.com/drip-irrigation-system.html>

- Carter, P. R., Oelke, E. A., Kaminski, A. R., Hanson, C. V., Combs, S. M., Doll, J. D., Worf, G. L., & Oplinger, E. S. (1990). Hop. *Alternative Field Crops Manual*. Accessed 23 May 2022. <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/hop.html>
- Clark, J. G. D., & Godwin, H. (1962). *The Neolithic in The Cambridgeshire Fens*. *Antiquity*, 36(141), (pp 10 - 23). <https://doi.org/DOI: 10.1017/S0003598X00029513>
- Cochran, D. (2016). Hop Production 101. Iowa State University Extension and Outreach. Downloaded 23 May 2022. <https://store.extension.iastate.edu/Product/14564>
- Cornell Cooperative Extension. (2018). 2018 Cornell Integrated Hops Production Guide. Accessed 12 April 2022. https://cropandpestguides.cce.cornell.edu/Preview/2018/Hops_PROMO.PDF
- Crain, M. N. (2011). *Factors controlling hop flowering and their potential for use in the brewing and pharmaceutical industries* (PhD Thesis). University of Northern Iowa, Iowa.
- Cripps, E. G. (1956). *Boron Nutrition of the Hop*. *Journal of Horticultural Science*, 31(1), 25 - 34. <https://doi.org/10.1080/00221589.1956.11513854>
- Crosby Hops (2022). The Ultimate Guide to Hop Quality. Downloaded 30 April 2022. <https://f.hubspotusercontent40.net/hubfs/8995699/documents/Crosby-Hops-Hop-Quality-Guide-v2-alt.pdf>
- DeNoma, J. S. (2000). NCGR Corvallis - Humulus Germplasm: USDA ARS. Accessed 7 May 2022. <https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/corvallis-or/national-clonal-germplasm-repository/docs/ncgr-corvallis-humulus-germplasm/>
- Dodds, K. (2017). Hops. A guide for new growers. NSW Department of Primary Industries. Australian Government.
- Donner, P., Pokorný, J., Ježek, J., Krofta, K., Patzak, J., & Pulkrábek, J. (2020). *Influence of weather conditions, irrigation and plant age on yield and alpha-acids content of Czech hop (Humulus lupulus L.) cultivars*. *Plant, Soil and Environment*, 66(1), 41 - 46. <https://doi.org/10.17221/627/2019-PSE>
- Elford, E. (2011). Irrigation requirements for your hop yard. Ontario Ministry of Agricultural, Food and Rural Affairs, OnSpecialtyCrops. Accessed 5 June 2022. <https://onspecialtycrops.wordpress.com/2011/07/21/irrigation-requirements-for-your-hop-yard/>
- Elford, E. (2014). Hop Update (Fertility and Irrigation). Ontario Hop Growers' Association. Accessed 4 June 2022. <https://www.ontariohopgrowersassociation.ca/hop-update-fertility-and-irrigation/>
- Elib.aade (2022). Νόμος 2238/1994. Πρόσβαση 5 Ιουλίου 2022. <http://elib.aade.gr/elib/view?d=/gr/act/1994/2238/>
- Emy (2017). Κλιματικά Δεδομένα ανά Πόλη - ΜΕΤΕΩΓΡΑΜΜΑΤΑ, EMY, Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Πρόσβαση 5 Απριλίου 2022. http://www.emy.gr/emyl/climatology/climatology_city?perifereia=Attiki [HYPERLINK "http://www.emy.gr/emyl/climatology/climatology_city?perifereia=Attiki&poli=Nea_Filad"](http://www.emy.gr/emyl/climatology/climatology_city?perifereia=Attiki&poli=Nea_Filad)

elfia" & HYPERLINK

"http://www.emy.gr/emyl/climatology/climatology_city?perifereia=Attiki&poli=Nea_Filadelfia"

En.wikipedia (2022). Cascade hop - Wikipedia. Accessed 2 April 2022.
https://en.wikipedia.org/wiki/Cascade_hop

Eur - lex.europa (2023). Κανονισμός 1308/2013. Κανονισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Δεκεμβρίου 2013, για τη θέσπιση κοινής οργάνωσης των αγορών γεωργικών προϊόντων και την κατάργηση των κανονισμών (ΕΟΚ) αριθ. 922/72, (ΕΟΚ) αριθ. 234/79, (ΕΚ) αριθ. 1037/2001 και (ΕΚ) αριθ. 1234/2007 του Συμβουλίου. Accessed 2 January 2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=celex%3A32013R1308>

Eyck, T. L. & Gehring, D. (2015). *The Hop Grower's Handbook: The Essential Guide for Sustainable, Small-Scale Production for Home and Market* (pp. 15, 20, 31, 67 - 71, 143 - 222). Vermont: Chelsea Green Publishing.

Eyres, G. & Dufour, J.- P. (2008). *Hop Essential Oil: Analysis, Chemical Composition and Odor Characteristics. Beer in Health and Disease Prevention* (pp. 239 - 254).
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373891-2.00022-5>

Farmmarketingsolutions (2015). 2015 Hop Yard Budget - Farm Marketing Solutions. Accessed 1 May 2022. <https://farmmarketingsolutions.com/blog/2015-hop-yard-budget>.

Fedderson, T. (2016). Project aims to increase hops production in Nebraska. Nebraska Today. University of Nebraska - Lincoln. Accessed 1 June 2022.
<https://news.unl.edu/newsrooms/today/article/project-aims-to-increase-hops-production-in-nebraska/>

Fisher, J. & Fisher, D. (1998). *The Homebrewer's Garden: How to Easily Grow, Prepare, and Use Your Own Hops, Brewing Herbs, Malts* (pp. 8 - 10, 29, 31, 44, 42, 45). Storey Books, Pownal, VT.

Forteschi, M., Cristina, M., Mauro, P., Manuel, F., Nicola, Z., Stefano, S., Passaghe, P., Bertoli, S., & Pretti, L. (2019). *Quality assessment of Cascade Hop (*Humulus lupulus* L.) grown in Sardinia*. European Food Research and Technology, 0(0), 0. Springer Berlin Heidelberg <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3215-0>

Fullbloomlightdep (2022). Increase your hops yields with a light deprivation greenhouse. Accessed 10 December 2022. <https://fullbloomlightdep.com/growing-hops-in-light-deprivation-greenhouses/>

Garetz, M. (2015). Hop Storage | MoreBeer. Accessed 3 April 2022.
https://www.morebeer.com/articles/storing_hops_properly.

Gent, D. H., Barbour, J. D., Dreves, A. J., James, D. G., Parker, R., & Alsh, D. B. (2010). *Field Guide for Integrated Pest Management in Hops*. A cooperative publication produced by Oregon State University, University of Idaho, USDA-ARS, and Washington State University.

Gingrich, C., Hart, J., & Christensen, N. (2000). Hops. Fertilizer Guide. FG79. Oregon State University Extension Fertilizer Guide.

Google (2022). furrow irrigation hops-Αναζήτηση Google. Accessed 2 May 2022.

https://www.google.com/search?q=furrow+irrigation+flooded&tbm=isch&ved=2ahUKEwiAndOj3Oz5AhVOr6QKHbO7BZkQ2-cCegQIABAA&oq=furrow+irrigation+flooded&gs_lcp=CgNpbWcQDDoICAAQgAQQsQM6CAgAELEDEIMBOgUIABCABDoLCAAQgAQQsQMqgwE6BAgAEAM6BAgAEBg6BgAEAAoQGD0ECAAQQzoECAAQHjoECAAQEzoICAAQHhAIEBM6BggAEB4QCFcCHVjZtQFgvtYBaAJwAHgAgAHIAogB-xmSAQgwLjEzLjUuMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEAwAEB&scient=img&ei=9QoNY8DOD87ekgWz95bICQ&bih=754&biw=1536#imgrc=YJILw7nJk-oAeM

Grant, A. (2020). Support For Hops Vines: Learn About Hops Plant Support. Accessed 6 May 2022. <https://www.gardeningknowhow.com/edible/vegetables/hops/hops-plant-support.htm>

Growerssupply.net (2011). Growers Supply. About Us. Accessed 7 May 2022. https://www.growerssupply.net/2_AboutUs.cfm

Ha, K., Atallah, S., Benjamin, T., Hoagland, L., Farlee, L., & Woeste, K. (2017). Costs and Returns of Producing Hops in Established Tree Plantations. Purdue University. Downloaded May 3 2022. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-546.pdf>

Hāpi, H. R. C. (2019). Hop Industry Guide for New Growers. Downloaded May 8 2022. <https://hapi.co.nz/wp-content/uploads/2019/08/Hop-Industry-Guide-for-New-Growers-Aug-2019.pdf>.

Haunold, A. 2010. *Hops and Hop Growing* (pp.192-207) in: Soil, Plant Growth and Crop Protection – Volume II. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Willy H. Verheye, ed. UNESCO, Paris.

Havill, J. S. (2017). *Management Strategies for Hop Downy Mildew Utilizing Fungicides and Host Resistance* (Master thesis). Minnesota.

Holland, R., Hughes, D., Lockwood, D., Morgan, M., Smith, A., Walker, E., & Wright, H. (2017). Considerations for Producing and Marketing Hops in Tennessee. Downloaded 3 May

Hop Growers of America. (2012). Variety Manual. Downloaded 2 April 2022. <https://www.usahops.org/graphics/File/HGA%20BCI%20Reports/Variety%20Manual%207-24-12.pdf>

Hoplist (2022). Hop Varieties. Accessed 18 November 2022. <https://www.hoplist.com/hops/>

Hough, J. S., Briggs, D. E., & Young, T. W. (1982). *Malting and Brewing Science: Hopped Wort and Beer* (p. 405). Chapman and Hall. Second Edition. Springer New York, NY.

Icarda.org (2022). Ultra - Low - Energy Drip Irrigation helps small farmers save water, energy, and money! | ICARDA. Accessed 5 July 2022. <https://www.icarda.org/impact/impact-stories/ultra-low-energy-drip-irrigation-helps-small-farmers-save-water-energy-and>

Irrigation - gr (2022). Υπόγειος σταλακτηφόρος σωλήνας. Rain Bird XFS. Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2022. https://irrigation-gr.com/rain_bird_xfs_copper_shield_dripline.

Irrigationdirect.ca (2022). Hop Yard Irrigation. Canada. Accessed May 2 2022. <https://www.irrigationdirect.ca/Irrigation-Design-For-Hop-Yards.html>.

Jackson, D. Seigle L. and Scoggins H. (2019). Irrigation Considerations for Commercial Hop Producers VA Tech Cooperative Extension publication SPE-95. Downloaded 3 June 2022. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/92714/SPES-95.pdf?sequence=1> HYPERLINK "<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/92714/SPES-95.pdf?sequence=1&isAllowed=y>" & HYPERLINK "<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/92714/SPES-95.pdf?sequence=1&isAllowed=y>"isAllowed=y

Jelínek, Lukáš & Sneberger, Michal & Karabin, Marcel & Dostálek, Pavel. (2010). Comparison of Czech Hop Cultivars Based on their Contents of Secondary Metabolites. *Czech Journal of Food Sciences*. 28. 309-316. 10.17221/65/2010-CJFS.

Ježek, J. (2009). Utilization of Irrigation Systems in Hop Production in *International Hop Growers. Convention of the Scientific Commission I.H.G.H.* (p. 116). León, Spain.

Joseph, B. A. (2015). *The effect of timing of stripping on hop production under South African conditions* (Master thesis), University of Stellenbosch, Stellenbosch.

Judd, B. (2018). *Hops Production in Virginia: Nutrition, Fungal Pathogens, and Cultivar Trials* (Master thesis), Virginia Polytechnic and State University. Blacksburg. Downloaded May 2 2022. https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/86196/Judd_BD_T_2018.pdf?sequence=1 HYPERLINK "https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/86196/Judd_BD_T_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y" & HYPERLINK "https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/86196/Judd_BD_T_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y"isAllowed=y

Keller, K.R. and Magee, R.A. (1952). *The Relationship of the Total Soft Resin, Alpha Acid, and Beta Fraction Percentages with Yield of Strobiles in Hops I*. *Agron. J.*, 44: 93 - 96. <https://doi.org/10.2134/agronj1952.00021962004400020010x>

Kemme L (2013). *Selecting the right trellis design to grow great hops*. Greatlake Hops. Accessed July 9 2022. <https://www.greatlakeshops.com/hops-blog/selectingthe-right-trellis-design-to-grow-great-hops>

Kirkpatrick, K., R., & Shellhammer, T., H. *Evidence of Dextrin Hydrolyzing Enzymes in Cascade Hops (Humulus lupulus)*. *J Agric Food Chem*. 2018 Aug 29;66(34):9121-9126. doi: 10.1021/acs.jafc.8b03563. Epub 2018 Aug 17. PMID: 30084254. Kneen, R. (2022). *Small Scale & Organic Hop Production* (pp. 11-14, 21-25, 32-33). Left Fields, British Columbia. Downloaded 2 May 2013. <https://ucanr.edu/sites/SoCo/files/238645.pdf>

- Krofta, K., & Kučera, J. (2009). Mathematical Model for Prediction of Yield and Alpha Acid Contents from Meteorological Data for Saaz Aroma Variety in *International Hop Growers` Convention of the Scientific Commission I.H.G.H* (p 112). León, Spain.
- Krottenthaler, M. (2009). Hops (pp. 85-104) In *Handbook of brewing Processes, Technology, Markets*. Ed. H.M. Eßlinger, Wiley-VCH Verlag GmbH and Co, Weinheim.
<https://doi.org/10.1002/9783527623488.ch3>.
- Kunze, W. (2004). *Technology Brewing and Malting* (3rd ed.) (pp. 53-56). VLB. Berlin, Berlin.
- Lee, B. (2015). Not Your Usual Garden Crop. Downloaded 3 June 2022.
http://www.uwyo.edu/barnbackyard/_files/documents/magazine/2015/spring/042015bbhops.pdf
- Lemmens, G. W. (1998). The breeding and parentage of hop varieties. *Brewers Digest.*, 16–26. Downloaded 2 March 2022.
https://bsgcraft.com/Resources/Reports/TheBreeding_Varieties.pdf
- Lewis, P. A. and Thomas, G. G. (1982). *Investigation into some causes of differing alpha-acid content of hop (Humulus lupulus L.) samples*. *J. Hort. Sci.*, 57, 121 - 7.
- Lizotte, E. & Miles, T. (2020a). Managing hop downy mildew in Michigan-Hops. Michigan State University. Accessed 5 May 2022. <https://www.canr.msu.edu/news/managing-hop-downy-mildew-in-michigan>
- Lizotte, E. & Miles, T. (2020b). Managing hop powdery mildew in Michigan in 2020 - Hops. Michigan State University. Accessed 5 May 2022.
<https://www.canr.msu.edu/news/managing-hop-powdery-mildew-in-michigan>.
- Lönnrot, E., & Magoun, F. P. (1963). *The Kalevala: Or, Poems of the Kaleva District* (p. 137). Harvard University Press. https://books.google.gr/books?id=FRoMUZQmx_MC
- Lutz, A., Kneidl, J., Seigner, E., & Kammhuber, K. (2009). The Right Time to Harvest Optimal Yield and Quality in *International Hop Growers. Convention of the Scientific Commission I.H.G.H.* (p. 119). León, Spain.
- MacKinnon D., Pavlovič V., Čeh B., Naglič B., Pavlovič M. (2020): *The impact of weather conditions on alpha-acid content in hop (Humulus lupulus L.) cv. Aurora*. *Plant Soil Environ.*, 66: 519 - 525.
- Marceddu R, Carrubba A, Sarno M. *Resilience of hop (Humulus lupulus L.) to salinity, heat and drought stresses: A mini-review*. *Front Plant Sci.* 2022 Nov 30;13:1064922. doi: 10.3389/fpls.2022.1064922. PMID: 36531342; PMCID: PMC9749550
- Meussdoerffer, F. (2009). A Comprehensive History of Beer Brewing (p. 11) In *Handbook of brewing Processes, Technology, Markets*. Ed. H.M. Eßlinger, Wiley - VCH Verlag GmbH and Co, Weinheim, pp. 85-104; <https://doi.org/10.1002/9783527623488.ch1>.
- Morton, R. G. (2013). Nova Scotia Hop Grower's Guide. Morton Horticultural Associates.

- Murakami, A., Darby, P., Javornik, B. et al. (2006). *Microsatellite DNA Analysis of Wild Hops, Humulus lupulus L.* Genet Resour Crop Evol 53, 1553 - 1562.
<https://doi.org/10.1007/s10722-005-7765-1>
- Nakawuka, Prossie & Peters, Robert & Kenny, Stephen & Walsh, Doug. (2017). *Effect of deficit irrigation on yield quantity and quality, water productivity and economic returns of four cultivars of hops in the Yakima Valley, Washington State.* Industrial Crops and Products. 98. 82. 10.1016/j.indcrop.2017.01.037.
- Neve R.A. (1991) *Hops*, (pp. 1 - 10, 23 - 28, 33 - 38, 49 - 58, 61 - 64, 72 - 78, 84, 110 - 112, 216 - 217, 256, 233), First Edition. Chapman and Hall, London. U.K.
- Nickerson, G. B., & Likens, S. T. (1979). *Hop Storage Index.* Journal of the American Society of Brewing Chemists, 37(4), 184 - 187. <https://doi.org/10.1094/asbcj-37-0184>
- Northwestbeerguide (2019). Cascade (US) Hops. The Northwest Beer Guide. Accessed June 5 2022. <https://www.northwestbeerguide.com/hops/cascade-us>
- Oliver, G. (2012). *The Oxford Companion to Beer* (pp. 226 - 227). Oxford University Press, USA. <https://books.google.gr/books?id=Ga4MYyZq-RMC>
- Pearce, H. R. (1976). *The Hop Industry in Australia* (pp. 9 - 29). Melbourne University Press. Accessed 18 May 2022. <https://books.google.gr/books?id=XPozAAAAMAAJ>
- Pérez-Plancarte, R., Olvera - Ramírez, R. & Medina-Jaritz, N. B. (2018). "*Hydroponic hop crop (Humulus lupulus L.) under greenhouse conditions in Mexico City*". International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR) ISSN:[2454 - 1850] [Vol - 4, Issue - 8]. Mexico City. Mexico.
- Pezopororia (2004). pezopororia.gr : Το βιβλίο της Πεζοπορίας. Πρόσβαση 3 Μαρτίου 2022. <https://www.pezopororia.gr/pez/pez.asp?cat=viv&art=7>
- Pinerivergroup (2021). Selecting the best hop poles trellis design. Accessed 2 April 2022. <https://www.pinerivergroup.com/blog/selecting-the-best-hop-poles-trellis-design>
- Pinterest (2022a). Hop Planting Location and Trellis Design/ Where legends are made. Accessed 5 April 2022. <https://www.pinterest.cl/pin/464504149056123911/>
- Pinterest (2022b). Hop teepees. Accessed 5 April 2022. <https://gr.pinterest.com/pin/343399540310810088/>
- Pinterest (2022c). Hop Planting Location and Trellis Design/ Where legends are made. Accessed 3 April 2022. <https://gr.pinterest.com/pin/99642210478051178/>
- Pinterest (2022d). Hop Planting Location and Trellis Design/ Where legends are made. Accessed 2 April 2022. <https://tr.pinterest.com/pin/546061523562781987/>
- Pinterest (2022f). Hop Trellis. Accessed 4 April 2022. <https://gr.pinterest.com/pin/397372367107254828/>
- Rainbird (2022). Micro Bubblers | Rain Bird. Accessed May 2 2022. <https://www.rainbird.com/products/micro-bubblers>.

- Roguefarmsblog.wordpress (2015). Stringing And Staking Our Hops. Rogue Farms. Accessed 2 June 2022. <https://roguefarmsblog.wordpress.com/2015/03/24/stringing-and-staking-hops-at-rogue-farms/>
- Ruggeri, R., Loreti, P., & Rossini, F. (2018). *Exploring the potential of hop as a dual purpose crop in the Mediterranean environment: shoot and cone yield from nine commercial cultivars*. European Journal of Agronomy, 93(May 2017), 11 - 17.
- Rybáček, V. (1991). *Hop Production* (pp. 28, 63, 110, 113, 94 - 99, 163 - 165, 172 - 176, 183 - 184, 211 - 220, 255 - 257). Elsevier, Amsterdam, New York.
- Schmidt, S. (2021). Hop Yard Trellis Design. Downloaded 5 June 2022. https://www.uvm.edu/sites/default/files/media/SSchmidt_Hop_Yard_Trellis_DesignV5.pdf
- Schmidthops.com. (2022a). Schmidt Hop Farm Supplies - Hop Yard Cable. Accessed 6 May 2022. https://www.schmidthops.com/hop_yard_cable
- Schmidthops.com. (2022b). Schmidt Hop Farm Supplies - Anchors. Accessed 6 May 2022. <https://www.schmidthops.com/anchors>
- Sirrinc, R. (2015a). Estimated Costs of Producing Hops in Michigan Background. Downloaded 3 June 2022. https://www.canr.msu.edu/resources/estimated_costs_of_producing_hops_in_michigan_e3236
- Sirrinc, R. (2015b). Michigan Fresh: Growing Hops (E3210). MSU Extension. Downloaded 5 June 2022. https://www.canr.msu.edu/resources/michigan_fresh_growing_hops
- Sirrinc, R., Post, J., Adams, A. (2022). 10 Acre Hop Yard (Grow, Harvest, Dry, Bale, Store). Michigan State University Extension, University of Vermont, Harmony Hop Farm. Downloaded 4 June 2022. <https://www.usahops.org/cabinet/data/10-Acre-Hop-Enterprise-Budget.xlsx>
- Sirrinc, R., Lizotte, E., Miles, T., Reinke, M., & Hatlen, R. (2021). Michigan hop crop report for the week of Aug. 23, 2021 - Hops. Michigan State University. Accessed 23 April 2022. <https://www.canr.msu.edu/news/michigan-hop-crop-report-for-the-week-of-aug-23-2021>
- Sirrinc, R., N. Rothwell, E. Lizotte, R. Goldy, S. Marquie, and D.E. Brown-Rytlewski. (2010). Sustainable hop production in the Great Lakes region. Michigan State Univ. Coop. Ext. Bul. E - 3083. Downloaded 29 April 2022. <https://www.uvm.edu/sites/default/files/media/Sirrinc-Sustainable-Hop-Production-in-the-Great-Lakes-Region.pdf>
- Smith, J. M., Oliphant, J. M., & Hummer, K. E. (2006). *Plant exploration for native Hop in the American southwest*. Plant Genetic Resources Newsletter, 147, 1 - 9.
- Srećec, Siniša & Kvaternjak, Ivka & Dražen, Kaučić & Andrija, Špoljar & Renata, Erhatic. (2008). *Influence of Climatic Conditions on Accumulation of α -acids in Hop Clones*. Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS). 73.
- Stauffer. (2012). Applicability, advantages and disadvantages of subsurface drip irrigation. Integrated Water Resource Management - from traditional knowledge to modern techniques. Department of Earth Sciences. Accessed 4 June 2022. <https://www.geo.fu->

berlin.de/en/v/iwrm/Implementation/technical_measures/Irrigation-systems/subsurface_irrigation/applicability_advantages_disadvantages/index.html

Stewart, G.G., Russell, I., & Anstruther, A. (Eds.). (2017). *Handbook of Brewing* (3rd ed.) (p. 185). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351228336>

Stokholm, A., & T., H., Shellhammer (2020). Hop Creep – Technical Brief. Educational Publications. Oregon State University, Corvallis, Oregon. Accessed 20 November 2022. <https://cdn.brewersassociation.org/wp-content/uploads/2020/05/Hop-Creep-%E2%80%93-Technical-Brief.pdf>

SusOrganic (2019). Drying of herbs and hops. Tips for small drying plants (SusOrganic; CORE Organic). Accessed May 5, 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=dv3y3-6NT2Q>
HYPERLINK "https://www.youtube.com/watch?v=dv3y3-6NT2Q&ab_channel=FiBLFilm"& HYPERLINK "https://www.youtube.com/watch?v=dv3y3-6NT2Q&ab_channel=FiBLFilm"ab_channel=FiBLFilm

Tembrock, Luke & McAleer, J.M. & Gilligan, Todd. (2016). *A revision of native North American Humulus (cannabaceae)*. 10. 11 - 30.

Thomas G.G. (1980). *Weather factors controlling the alpha-acid content of hops (Humulus lupulus L)*. J. Hortic. Sci. 55:71 - 77.

Thomas, G. G., & Schwabe, W. W. (1969). *Factors Controlling Flowering in the Hop (Humulus lupulus L)*. Annals of Botany, 33(4), 781 - 793.

Thompson, F. C. (1957). *The effect of spacing and height of wirework on the pattern of growth, yield and resin production of hops*. Journal of the Institute of Brewing, 63(5), 399 - 407. Accessed 4 July 2022. <https://doi.org/10.1002/J.2050-0416.1957.TB06278.X>

Thompson, F. C. and Neve, R. A. (1972). *The influence of various factors on the cost of production of hop a - acid*. Journal of the Institute of Brewing, 78(2), 156 - 161. Accessed 4 July 2022. <https://doi.org/10.1002/J.2050-0416.1972.TB06396.X>

Tweten, W., & Teashon, D. (2015). *Gardening for the Homebrewer Grow And Process Plants For Making Beer, Wine, Gruit, Cider, Perry, and More* (pp. 34, 37). Voyageur Press.

Verzele, M., & De Keukeleire, D. (1991). *Chemistry and Analysis of Hop and Beer Bitter Acids* (1st ed.) (p. 9). Elsevier.

Viljem, Pavlovic & Cerenak, Andreja & Pavlovic, Martin & Kosir, Iztok & Rozman, Črtomir & Bohanec, Marko & Čeh, Barbara & Naglič, Boštjan. (2010). *Modelling of Quality Prediction for Hops (Humulus lupulus L.) in Relation to Meteorological Variables*.

Way, P. (2014). *Comparison and Cost Analysis of Growing Hops in a Greenhouse Versus an Outside Enviroment* (Project). Agricultural System Management BioResource and Agricultural Engineering Department California Polytechnic State University. San Luis Obispo. Downloaded 3 April 2022. <https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1138&context=braesp>

Wikipedia (2019). Λυκίσκος. Βικιπαίδεια, Η Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια. Accessed 2 June 2022.

<https://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%9B%CF%85%CE%BA%CE%AF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%82&oldid=7818460>

Wikipedia (2022a). Γεωγραφία της Ελλάδας. Βικιπαίδεια, Η Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια. Accessed 2 June 2022.

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1%CF%82

Wikipedia (2022b). Φωτοπεριοδισμός. Βικιπαίδεια, Η Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια. Accessed 2 June 2022. <https://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοπεριοδισμός>

Wikipedia (2022c). Cascade hop. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Accessed 2 June 2022. https://en.wikipedia.org/wiki/Cascade_hop

Αρβανιτίδου, Χ. Ε. (2017). *Συγκριτική Μελέτη και Αξιολόγηση Διαφορετικών Ποικιλιών Λυκίσκου (Humulus lupulus L.) οι οποίες χρησιμοποιούνται στην Ζυθοποίηση* (Μεταπτυχιακή Διατριβή). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Βασιλακάκης, Μ. Δ. (2004). *Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Δενδροκομίας (Β')* (σελ. 33 - 36). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δ. Γαρταγάνης.

Ζερλέντης, Κ. Κ. (1968). *Συστηματική Βοτανική Μέρος 2ον (Αγγειόσπερμα)* (σελ. 34). Αθήνα: Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών.

Καββαδάς, Δ. Σ. (2015). *Εικονογραφημένον Βοτανικόν - Φυτολογικόν Λεξικόν: Τόμος Θ'* (σελ. 4292). Αθήνα: Εκδόσεις Πελεκάνος.

Ναβροζίδου, Ι. (2016). *Μελέτη ενός ακραίου φαινομένου βροχόπτωσης στη περιοχή της Θεσσαλονίκης* (Πτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φυσικής. Θεσσαλονίκη.

Παπαστυλιανού, Π. Θ., Μπιλάλης, Δ., Τραυλός, Η., & Παπαθεοχάρη, Α. Γ. (2015). Ειδική Γεωργία ΙΙ, Εαρινά σιτηρά-βιομηχανικά-ελαιούχα φυτά και εαρινά ζιζάνια. Στο: *Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών* (σελ. 105, 107, 108). Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Πρόσβαση 5 Απριλίου 2022. <https://docplayer.gr/39374557-Panagiota-thiresia-papastyliaou-epikoyros-kathigitria-g-p-a-dimitrios-mpilalis-anaplirotis-kathigitis-g-p-a-iliias-traylos-lektoras-g-p-a.html>

Ποντίκης, Κ. Α. (2006). *Πολλαπλασιασμός καρποφόρων δένδρων και θάμνων* (σελ. 123 - 124). Αθήνα: Σταμούλη Α.Ε.

Σαρχής, Π. Γ. (1999). Κλάση Magnoliopsida (Δικότυλα). Στο: *Συστηματική Βοτανική* (σελ. 133 - 154). Αθήνα: Εκδόσεις Αθαν. Σταμούλης.

Ταταρίδης, Π. (2020). *Λυκίσκος-Καλλιέργεια*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Επιστημών Οίνου, Αμπέλου & Ποτών, Αθήνα.

Προμηθευτές

Agro - net (2022). ROUNDUP GOLD 5LT – agro - net Γεωπονικά Αγροτικά εργαλεία εφόδια λιπάσματα. Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2022. <https://agro-net.gr/ζιζανιοκτονα/1415-roundup-gold-5lt.html>

Alibaba (2022). Plc Controlled Industrial Hops Dryer Machine With Heat Pump Tray Dryer For Industrial Food Drying Dehydrator Machine - Buy Hops Food Drying Machine, Agricultural Dryer Machine, Industrial Drying Dehydrator Machine Product on Alibaba.com. Accessed 5 May 2022. https://www.alibaba.com/product-detail/Hops-Machine-Drying-PLC-Controlled-Industrial_1700007447530.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.652a7e44CA7Ds1 HYPERLINK "https://www.alibaba.com/product-detail/Hops-Machine-Drying-PLC-Controlled-Industrial_1700007447530.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.652a7e44CA7Ds1&s=p" & HYPERLINK "https://www.alibaba.com/product-detail/Hops-Machine-Drying-PLC-Controlled-Industrial_1700007447530.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.652a7e44CA7Ds1&s=p" s=p

Artemisaris (2022a). Basf Μυκητοκτόνο Vivando 50SC Basf 10ml < Φυτοφάρμακα - Φυτοπροστασία | Artemisaris. Artemisaris.Gr., Πρόσβαση 6 Ιουνίου 2022. https://www.artemisaris.gr/lipasmata-fytofarmaka-chomata/fytofarmaka-fytoprostasia/basf-mykitoktono-vivando-50sc-basf-10ml_97733/rmaka-chomata/fytofarmaka-fytoprostasia/basf-mykitoktono-vivando-50sc-basf-10ml_97733/

Artemisaris (2022b). Palaplast Σωλήνας Φ16 Σταλακτηφόρος, με σταλάκτη ανά 33 εκ., Παροχή 4 lt, Μαύρος < Σωλήνες |. Πρόσβαση 7 Ιουνίου 2022. https://www.artemisaris.gr/aftomato-potisma/solines/palaplast-solinas-f16-stalaktiforos-me-stalakti-ana-33-ek.parochi-4-lt-mavros_106092/?skr_prm=WyI3MWQzNzEwYy0zOTIxLTRjN2UtODNmNC03NTcxOWI5ZmM2NjkiLDE2MzU0MjQ1NDUzNjYseyJhcHBfdHlwZSI6IndlYiIsImNwIjoiZiIsI

Biostalis - shop (2022). Σιζάλ Σχοινιά : Σχοινιά Σιζάλ Νο6. Πρόσβαση 2 Ιουνίου 2022 <https://www.biostalis-shop.gr/thermokipia-2115717929/agrotikoi-spagkoi/sizal-sxoinia/schoinia-sizal-no6-220m-6-kila>

Coloradomillequipment (2022). NEW CME, MILL - 3, 3HP Pellet Mill. Accessed 6 May 2022. <https://www.coloradomillequipment.com/new-cme-mill-3-3hp-pellet-mill/>

Gaiotexniki (2019). Γεωτρύπανο - Τριβέλα - Gaiotexniki.gr. Πρόσβαση 1 Ιουνίου 2022. <https://www.gaiotexniki.gr/geotrypano-trivela/>

Geoponiki - marathona (2019a). ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ ΠΕΥΜΑΤΟΣ RAIN BIRD 24V DV 100 – geoponiki - marathona.gr. Πρόσβαση 2 Ιουνίου 2022. <https://www.geoponiki-marathona.gr/ell/product/ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ-RAIN-BIRD>

Geoponiki - marathona (2019b). ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΗΣ ΠΕΥΜΑΤΟΣ 8 ΣΤΑΣΕΩΝ RAIN BIRD ESP-RZX 8 - geoponiki-marathona.gr. Πρόσβαση 2 Ιουνίου 2022. <https://www.geoponiki-marathona.gr/ell/product/Programmatistis-reymatos-8-staseon-RAIN-BIRD-ESP-RZX-8-outdoor-ek>

Glagos (2022). Αρχική - Γλαγός υλικά για οικοδομή | Οικοδομικά Υλικά | Χωματοργγικές Εργασίες | Μονωτικά | Πέτρες | Βότσαλα | glagos.gr | Χαλκίδα | Νέα Αρτάκη | Ψαχνά. Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2022. <https://www.glagos.gr/>

Hellas - hops (2022). Fresh Hop Pot “Chinook” Humulus lupulus. Πρόσβαση 7 Ιουνίου 2022. <https://www.hellas-hops.gr/el/online-store/271/116/hops-plants/dual-use-hop-pot/fresh-hop-pot-chinook-humulus-lupulus-leptomeries.html>

Kkavarinosemporiosidirou (2022). ΚΑΒΑΡΙΝΟΣ ΕΜΠΟΡΙΟ ΣΙΔΗΡΟΥ - Εμποριο Σιδήρου στην τοποθεσία Μέγαρο. Σιδερα Πάνελ Κοιλοδοκοί Στρατζαριστά. Πρόσβαση 2 Ιουνίου 2022. https://kkavarinosemporiosidirou.business.site/?utm_source=gmb HYPERLINK "https://kkavarinosemporiosidirou.business.site/?utm_source=gmb&utm_medium=referral"& HYPERLINK "https://kkavarinosemporiosidirou.business.site/?utm_source=gmb&utm_medium=referral"utm_medium=referral

Lazaridi - refr (2022). Πρόσβαση 2 Απριλίου 2022. <https://www.lazaridi-refr.gr/site/product/> HYPERLINK "https://www.lazaridi-refr.gr/site/product/Ψυκτικοί"Ψυκτικοί-

Lf (2022). ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ Κ+Ν ΚΟCΙΔΕ 2000 35 WG - 3 kg < ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ | lf.gr. Πρόσβαση 22 Απριλίου 2022. https://www.lf.gr/georgika-farmaka/mykitoktona/efthymiadis-k-n-kocide-2000-35-wg-3-kg_133230/?skr_prm=WyIzN2QxYTFjMi1iYWJmLTQzNmEtOTFkMi03MjY5M2M1ZTliYzEiLDE2NTMyMjk1MTQ3NTgseyJhcHBfdHlwZSI6IndlYiIsImNwIjoiYiIsInRhZ3MlOiIifV0

Synodinos (2022). Συρματόσχοινο : Κ & Α SYNODINOS SA tel.: +30 210 4170709 e - mail: info@synodinos.gr wire ropes. Πρόσβαση 2 Απριλίου 2022. <http://www.synodinos.gr/0010000177/> HYPERLINK "http://www.synodinos.gr/0010000177/συρματοσχοινο.html"συρματοσχοινο.html

Tools - expert (2019). Tools - expert.gr: Αντλία ποτίσματος Loncin LC 80. Πρόσβαση 2 Ιουνίου 2022. <https://www.tools-expert.gr/protisma-stagdin-ardeysi/antlies-nerou/antlia-potismatos-loncin-lc-80>

Αγροανάλυση (2012). Τιμές αναλύσεων. Πρόσβαση 2 Ιουνίου 2022. <http://www.geoponos.info/Articles/home/9/35>

Γεωπονικό Πάρκο (2014a). Λιπάσματα - Ορμόνες : Λίπασμα Θεϊκή αμμωνία κρυσταλλική 21 – 0 - 0 - 40 kgr. Πρόσβαση 27 Απριλίου 2022. <https://www.geoponiko-parko.gr/products/products-categories/lipasmata-ormones/7743-detail>

Γεωπονικό Πάρκο (2014b). Λιπάσματα - Ορμόνες : Υδατοδιαλυτό λίπασμα- AVANTAGE 20 – 20 - 20 -για παραγωγούς - 25 kgr. Πρόσβαση 27 Απριλίου 2022. <https://www.geoponiko-parko.gr/products/products-categories/lipasmata-ormones/6919-detail>