

SZAKDOLGOZAT

Plauterová Dominika

Plauterová Dominika

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészettudományi intézet

Kertészmérnöki alapképzési szak

Áfonya termesztési tapasztalatok Szlovákiában

Belső konzulens:	Dr. Simon Gergely Egyetemi docens
Társ- konzulens:	Dr. Ficsek Gitta Egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Gyümölcsstermesztési Tanszék Kertészettudományi intézet
Készítette:	Plauterová Dominika

Révkomárom

2024



Plauterová Dominika

Tartalom

1.Bevezetés és célkitűzések	1
2.Irodalmi áttekintés	3
2.1. A Kék áfonya (<i>Vaccinium corymbosum</i> Elizabeth) termesztés jelentősége globálisan	3
2.2.Áfonya termesztés jelentősége Szlovákiában	4
2.3.Az áfonyafajok éghajlati és termesztési igényei	4
2.4.Az áfonyatermesztés jövője: Hibridizáció és nemesítési innovációk	6
2.4.1.A hibridizáció folyamata	6
2.5.Növénynemesítés és fajtaválaszték	7
2.6.Fenntarthatóság és Ökológiai hatások	8
2.7.Az áfonya termesztéstechnológiája	9
2.7.1.Ültetés és ültetési technikák	9
2.7.2.Mulcsozás	10
2.7.3.Tápanyagellátás	11
2.7.4.Öntözés	12
2.7.5.Metszés	13
2.8.Betakarítás	15
2.9.Növényvédelmi problémák	17
2.9.1.Betegségek	17
2.9.2.Kártevők	20
3. Anyag és módszer	23
3.1. A vizsgált gyümölcsminták származása	23
3.2. A vizsgált áfonyafajták rövid ismertetése	23
3.3. Laboratóriumi vizsgálati módszerek	23
4.Eredmények és kiértékelésük	26
4.1. Az áfonyatermesztő szlovák cég bemutatása	26
4.2. A kísérleti ültetvény talajtípusai és tápanyag-összetételének vizsgálata	27
4.3.Öntözés és vízminőség-elemzés	29
4.4.Tápanyagutánpótlás	33
4.5.Az ültetvényen termesztett fajták	34
4.6.Növényátültetési stratégia az ültetvényen	36
4.7.A metszési hiányosságok és következményeik kezelése az áfonyaültetvényen	39
4.8.Növényvédelem és gyomirtási stratégiák	39
4.9. Az áfonyafajták beltartalmi értékeinek elemzése – összes savtartalom	40
4.10. Az áfonyafajták beltartalmi értékeinek elemzése – összes cukortartalom, Brix érték meghatározása, sav-cukor arány számítása	41

4.11.Az áfonyafajták beltartalmi értékeinek elemzése- összes FRAP és Polyfenol érték.....	42
4.12.A vizsgálati eredmények bemutatása és értelmezése	43
5.Következtetések és javaslatok.....	48
6.Összoglalás.....	51
7.Irodalomjegyzék:.....	52
7.1.Könyvek:.....	52
7.2.Internetes források:	52
8.Ábrák jegyzéke:	57

Plauterová Dominika

1.Bevezetés és célkitűzések

A dolgozat témaválasztása személyesen is kiemelt jelentőségű számomra, mivel az áfonyatermesztés fejlődését és helyi alkalmazkodási lehetőségeit saját szemszögből is szeretném megérteni. A szlovákiai agrárviszonyok és a helyi termesztési kihívások különösen érdekelnek, mivel úgy vélem, hogy az áfonyatermesztés megfelelő támogatással komoly piaci lehetőségeket rejthet. A kutatás során az áfonyafajták termesztésére és az optimális termesztési feltételekre szeretnék összpontosítani, hogy olyan javaslatokat dolgozhassak ki, amelyek hozzájárulnak a fenntartható és sikeres termesztési rendszerek kialakításához.

Személyes elkötelezettségem az egészségtudatos élelmiszerek iránt szintén motivált a téma feldolgozásában, mivel az áfonya nemcsak rendkívül kedvező élettani hatásokkal rendelkezik, hanem a helyi gazdaságot is erősítheti.

Az áfonyatermesztés globálisan egyre növekvő figyelmet kap, különösen a *Vaccinium* nemzetségbe tartozó fajták, mint a magasbokrú áfonya termesztése terjedt el az elmúlt évtizedekben. Az áfonya termesztésének Szlovákiában is jelentős potenciálja van, azonban a helyi klimatikus és talajviszonyok, valamint a piaci igények figyelembevétele kiemelt fontosságú a sikeres termesztéshez. E dolgozat célja a szlovákiai áfonyatermesztés tapasztalatainak és lehetőségeinek részletes bemutatása, valamint olyan gyakorlati ajánlások kidolgozása, amelyek támogatják a termelés fenntarthatóságát és eredményességét.

A témaválasztás aktualitása abból fakad, hogy az áfonya mint szuperélelmiszer iránti kereslet folyamatosan nő világszerte. Az áfonya kiváló antioxidáns- és vitaminforrásként ismert, így mind az egészségtudatos fogyasztók, mind az élelmiszeripar számára kiemelt alapanyagként jelenik meg. Szlovákiában az áfonyatermesztés fejlődési lehetőségeit a növekvő fogyasztói igények és a helyi agrárszektor modernizációja is erősítik, különösen a biotermesztési és környezetbarát módszerek elterjedésével. Az áfonyatermesztés lokális adaptációjának vizsgálata tehát nemcsak gazdasági szempontból fontos, hanem hozzájárulhat az ágazat környezeti fenntarthatóságának erősítéséhez is.

A dolgozat célja, hogy átfogó képet adjon a szlovákiai áfonyatermesztés helyzetéről, a fajtaválasztás és a termesztési technikák vizsgálatán keresztül. Az elemzések középpontjában a különböző áfonyafajták (például 'Aurora', 'Valor', 'Liberty') sav- és cukortartalmának meghatározása áll, amelyek kulcsfontosságúak az ízprofil és a felhasználási célok

szempontjából. A dolgozat vizsgálati kérdései között szerepel, hogy milyen termesztési feltételek biztosítják a legjobb termésminőséget, milyen mértékben alkalmazkodnak az áfonyafajták a helyi klimatikus körülményekhez, és hogy mely termesztéstechnológiai beavatkozások támogatják leginkább a fenntartható termelést.

A dolgozat felépítése logikusan követi a kutatási kérdések megválaszolásához szükséges lépéseket: elsőként a kutatási módszerek részletezése, majd a kísérleti eredmények bemutatása és értékelése következik, végezetül pedig a következtetések és a gyakorlati javaslatok kerülnek megfogalmazásra. A vizsgálat során kapott eredmények segítik a Szlovákiában alkalmazható optimális áfonyatermesztési eljárások meghatározását, ezáltal iránymutatást adva a jövőbeli termesztők és kutatók számára.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A Kék áfonya (*Vaccinium corymbosum* Elizabeth) termesztés jelentősége globálisan

A kék áfonya (továbbiakban áfonya) termesztésének globális fejlődése jelentős változásokon ment keresztül az elmúlt évszázad során, amely különösen az Egyesült Államokban és más országokban hozott magával új agronómiai és kertészeti innovációkat. A *Vaccinium* nemzetségbe tartozó áfonya (különösen a magasbokrú áfonya, *Vaccinium corymbosum*) termesztése kezdetben Észak-Amerikára korlátozódott, de mára a világ számos régiójában elterjedt, köszönhetően a modern nemesítési programoknak és a termesztési technikák fejlődésének. (Retamales és Hancock, 2018.)

Az áfonyatermesztés alapjait az Egyesült Államokban a 19. század végén és a 20. század elején fektették le. Frederick Coville, a USDA (US Department of Agriculture) munkatársa, az első olyan szakember volt, aki felismerte, hogy az áfonya számára a savas, jó vízelvezetésű talaj és a vernalizációs időszak kulcsfontosságú a megfelelő növekedéshez és virágzáshoz. Coville alapvető agronómiai kutatásai vezettek a modern áfonyatermesztés tudományos alapjainak lefektetéséhez, beleértve a talaj pH-jának beállítását, a metszési technikák alkalmazását és a vegetatív szaporítási módszerek kidolgozását. Az áfonyatermesztés kezdetben New Jersey-ben, Michiganban és Oregonban koncentrált, ahol a klimatikus viszonyok kedvezőek voltak a magasbokrú áfonya számára.

Az 1908-tól egészen 1937-ig Coville és kollégái számos vadon élő áfonya génállományát gyűjtötték össze, amelyeket a nemesítési programokban használtak fel. Ezekből a korai nemesítési munkákból származik több ma is ismert fajta, mint például a 'Rubel', amelyet továbbra is termesztnek feldolgozási célokra. Az áfonyatermesztés az 1950-es és 1960-as években újabb lendületet kapott, amikor a termesztési területek tovább bővültek a Csendes-óceáni Északnyugaton, különösen Oregonban és Washingtonban. (Retamales és Hancock, 2018.)

A 20. század közepétől kezdődően az áfonya termesztése az Egyesült Államokon kívül is elterjedt. Az első jelentős telepítések Európában a 20. század elején történtek, különösen Hollandiában, Németországban és az Egyesült Királyságban. Az 1970-es években Lengyelország, Spanyolország és Olaszország váltak az áfonyatermesztés központjaivá

Európában. Ekkoriban kezdődtek az első nagyobb kereskedelmi telepítések is, amelyek a későbbiekben hozzájárultak az áfonya európai piacának jelentős növekedéséhez.

Dél-Amerikában az áfonyatermesztés az 1980-as években kezdődött, különösen Chilében és Argentínában, ahol az áfonya mára az egyik legfontosabb exportnövény lett. A chilei termelés különösen figyelemre méltó, mivel az ország déli régiói ideálisak a magasbokrú áfonya számára, amely így a globális piac egyik vezető szereplőjévé vált. Argentína szintén jelentős áfonyatermesztővé vált, különösen a déli régiókban, ahol a klimatikus viszonyok kedveznek az áfonya termesztésének. A 21. században az áfonya globális piaca robbanásszerűen növekedett. Az áfonya ma már egész évben elérhető a világ különböző régióiban, köszönhetően a globális ellátási láncoknak, amelyek a különböző éghajlati zónákban történő termesztést integrálják. (Retamales és Hancock, 2018.)

2.2. Áfonya termesztés jelentősége Szlovákiában

Szlovákiában az áfonyatermesztés a 20. század végén kezdődött kísérleti telepítésekkel, különösen a Krivá faluban, az Orava régióban. A helyi kutatóintézetek az 1990-es években kezdtek el kanadai áfonyát ültetni, kihasználva a helyi savas talaj és kedvező mikroklíma előnyeit. Az áfonyatermesztés azóta folyamatosan növekedett, és mára jelentős része a helyi mezőgazdasági termelésnek, köszönhetően a kutatók és termesztek közös erőfeszítéseinek. Szlovákiában az áfonya termesztése az utóbbi évtizedekben jelentős fejlődésen ment keresztül, különösen a vidékfejlesztés és a helyi gazdaság szempontjából. (Kršiak, 2023.)

2.3. Az áfonyafajok éghajlati és termesztési igényei

Az áfonya az *Ericaceae* családba, azon belül a *Vaccinium* nemzetségbe tartozik. A *Vaccinium* nemzetség, amelyhez az áfonya is tartozik, körülbelül 450 fajt foglal magában. A nemzetség jól ismert tagjai közé tartozik a tőzegáfonya, a fekete áfonya (vagy havasi meggy) és a vörös áfonya (vagy lingonberry). Az angol köznyelvben "blueberry"-ként ismert fajok tipikusan a *Vaccinium* nemzetségen belüli *Cyanococcus* szekcióba sorolhatók. A *Vaccinium* nemzetségbe tartozó egyéb fajok, például a *Vaccinium myrtillus* (fekete áfonya) hasonló gyümölcsöt hoznak, de botanikailag különböznek. (Internet 1.)

A levelek lehetnek lombhullatók vagy örökzöldek, ovális vagy lándzsás alakúak, méretük 1-8 cm hosszú és 0,5-3,5 cm széles. A virágok harang alakúak, fehérek, halvány rózsaszínek vagy vörösek, néha zöldes árnyalattal. A gyümölcs álbogyó, átmérője 5-16 mm, végén egy

kiöblösödő "koronával". A botanikában az "igazi bogyó" húsos gyümölcs, amelyben az egész termőfal megérik, míg az "álbogyó" esetében a virág egyéb részei (beleértve a csészelevelek, szirmok és porzók alaprészeit) is részt vesznek a gyümölcs kialakításában. Az áfonya gyümölcssei kerek és sok apró magot tartalmaznak. A gyümölcsök gyakran fürtökben helyezkednek el, kezdetben halványzöldek, majd vöröses-lilák, végül érett állapotukban indigókék. Éretten édes ízük van, és a savasságuk változó lehet. (Internet 1.)

A termesztésben leggyakrabban előforduló áfonya fajok közé tartozik a *Vaccinium corymbosum*, amelyet közismerten magasbokrú áfonyaként ismerünk, a *Vaccinium virgatum*, másnéven nyúl szemű áfonya (korábbi elnevezés szerint *Vaccinium ashei* Reade), valamint a természetes élőhelyeken előforduló *Vaccinium angustifolium*, amelyet alacsonybokrú áfonyaként is emlegetünk. A magasbokrú áfonya fajtákat további alcsoportokra oszthatjuk, az északi, déli és köztes típusokba sorolva őket. Ez a felosztás az adott fajta vernalizációs igénye és téli fagyűrése alapján történik, ami különösen fontos a termesztési környezet és az éghajlati viszonyok figyelembevételével. Emellett léteznek úgynevezett félmagas típusok is, amelyek a magasbokrú és alacsonybokrú áfonya fajok közötti hibridek. Ezek a hibridek a két faj legjobb tulajdonságait egyesítik, biztosítva a nagyobb fagyállóságot és a változatosabb termesztési lehetőségeket a különböző éghajlati viszonyok között. (Retamales és Hancock, 2018.)

A magasbokrú áfonya (*Vaccinium corymbosum*) az egyik legelterjedtebb faj a kereskedelmi termesztésben, különösen az Egyesült Államokban és Európában. A növény akár 2-4 méter magasra is megnő, és savas, jól drénezett talajban fejlődik a legjobban. A magasbokrú áfonya fajtái jelentős eltéréseket mutatnak hidegigényükben és fagyűrésükben. Az északi fajták képesek túlélni a -20°C alatti hőmérsékletet is, vernalizációs igényük 800-1000 óra között mozog, míg a déli fajták kevésbé fagyűrőek, de kevesebb hidegigényt igényelnek, amely kevesebb, mint 500 óra a virágzáshoz. Az átmeneti magasbokrú fajták széles skálán mozognak a vernalizációs igény szempontjából, 400-800 óra között. Ezek a fajták általában nem alkalmasak a hidegebb éghajlatokra, mivel túl korán virágoznak, és lassan érnek be ősszel, ami a virágrügyek elfagyásához vezethet.

Az alacsonybokrú áfonya (*Vaccinium angustifolium*), amely főként Észak-Amerikában honos, vadon is előfordul, és gyakran "vad áfonyaként" is emlegetik. Ez a fajta kisméretű, alacsony, mindössze 15-60 cm magas bokrokat képez, és kifejezetten hideg éghajlaton érzi jól magát. Legalább 1000 órás vernalizációra (hideghatás) van szüksége a megfelelő virágzáshoz, és akár -30°C-os hőmérsékletet is elvisel.

A nyúlsemű áfonya (*Vaccinium virgatum*), amely szintén az Egyesült Államokban őshonos, inkább a melegebb éghajlatot kedveli, például Floridában és Kaliforniában. Ez a fajta alacsonyabb hidegigénnyel rendelkezik (körülbelül 600 óra), és virágrügyei érzékenyebbek a fagyra, ezért a termesztéséhez mérsékelt éghajlat szükséges. A növény 3-6 méter magasra nőhet, és nagy, édes gyümölcsöket hoz, amelyek különösen népszerűek a friss piacon. (Retamales és Hancock, 2018.; Internet 2.)

Ezek a jellemzők jól mutatják, hogy az áfonyatermesztés sikeressége nagymértékben függ a megfelelő fajta kiválasztásától, amely figyelembe veszi a helyi éghajlati viszonyokat és a talaj agronómiai adottságait, ezáltal biztosítva a növények optimális növekedését és terméshozamát. A gondos fajta- és termesztéstechnológiai választás, valamint a helyi feltételekhez való alkalmazkodás elengedhetetlen a sikeres áfonyatermesztéshez.

A *Vaccinium* fajok savas talajt igényelnek, ami meghatározó tényező a termesztésük során. A savas talajok biztosítják a megfelelő tápanyagfelvételt és a gyökérszóna egészséges fejlődését. A különböző fajok különböző mértékben alkalmazkodnak a talaj pH-jához és textúrájához. Például a *Vaccinium darrowii* faj magasabb fotoszintetikus hőtoleranciával rendelkezik, ami növeli a szárazságtűrést és az alkalmazkodóképességet a melegebb, szárazabb talajokhoz. Ezen adaptív jellemzők jelentős szerepet játszanak abban, hogy a termesztési technikák és a fajtanemesítés milyen irányba fejlődnek, különös tekintettel a hidegigényre, a talajtűrésre, valamint a betegségekkel és kártevőkkel szembeni ellenálló képességre. (Retamales és Hancock J, 2018.)

2.4. Az áfonyatermesztés jövője: Hibridizáció és nemesítési innovációk

A hibridizáció és a növénynemesítés a modern áfonyatermesztés két alapvető eszköze, amelyek lehetővé teszik a termesztek számára, hogy a különböző fajok legelőnyösebb tulajdonságait kombinálják, új, ellenállóbb és nagyobb hozamú fajtákat hozzanak létre. Ez a folyamat különösen fontos, mivel az áfonyatermesztés világszerte szélsőséges éghajlati viszonyok között zajlik, így a növények alkalmazkodóképessége kulcsfontosságú a sikeres termesztéshez. (Cough és Korkak, 1995.)

2.4.1. A hibridizáció folyamata

A hibridizáció során különböző *Vaccinium* fajokat kereszteznek annak érdekében, hogy új genotípusokat hozzanak létre, amelyek rendelkeznek a szülőfajok legjobb tulajdonságaival.

Például a magasbokrú áfonya (*Vaccinium corymbosum*) keresztezése az alacsonybokrú áfonyával (*Vaccinium angustifolium*) olyan hibrideket eredményezett, amelyek egyesítik a magasbokrú fajok nagy gyümölcsméretét és bő terméshozamát az alacsony bokrú áfonya kiváló hidegtűrésével és korai érésével. Az ilyen hibridek különösen értékesek a hidegebb éghajlatú régiókban, ahol a termesztőknek biztosítaniuk kell, hogy a növények a kemény téli körülmények között is túléljenek, és tavasszal időben megkezdjék a virágzást. (Retamales és Hancock, 2018.)

A hibridizáció során a nemesítők figyelembe veszik a növények különböző morfológiai és fenológiai tulajdonságait, beleértve a virágzási időt, a gyümölcsméretet, a hozamot, a betegségekkel szembeni ellenálló képességet, és a fagy- és szárazságtűrést. A hibridizáció célja, hogy ezekből a tulajdonságokból olyan kombinációt hozzanak létre, amely optimalizálja a növények teljesítményét a termesztési környezetben. (Retamales és Hancock, 2018.; Cough és Korcak, 1995.; Internet 3.)

2.5. Növénynemesítés és fajtaválaszték

A modern áfonyanemesítési programokban a hibridizációt a legmodernebb biotechnológiai eszközökkel kombinálják, mint például a molekuláris markerek használata, amely lehetővé teszi gyorsabban és pontosabban azonosítani a kívánt tulajdonságokat hordozó egyedeket. A növénynemesítők számára az egyik legnagyobb kihívás az, hogy olyan fajtákat fejlesszenek ki, amelyek képesek alkalmazkodni a globális klímaváltozáshoz, beleértve a szélsőséges hőmérsékleti ingadozásokat és az új kártevőket és betegségeket.

A biotechnológia fejlődése szintén hozzájárult a hibridizációs programok sikeréhez. A szövettenyésztési technikák, például a klónszelekció, lehetővé teszik a kiváló genetikai anyagok gyors szaporítását és széles körű elterjesztését. Emellett a génszerkesztési technológiák, mint a CRISPR/Cas9, ígéretes lehetőségeket kínálnak a fajspecifikus gének célzott módosítására, ami még nagyobb potenciált rejt az áfonyafajták genetikai javításában. (Retamales és Hancock, 2018.; Cough és Korcak, 1995., Internet 4.)

Az áfonyatermesztésben jelenleg több száz fajta áll rendelkezésre, amelyek közül sokat specifikus célokra nemesítettek. Például az északi magasbokrú fajták, mint a 'Bluecrop' és a 'Jersey', kiváló hidegtűrők és alkalmasak a hosszú, hideg telekkel rendelkező régiókban történő termesztésre. A déli magasbokrú fajták, mint a 'Misty' és a 'Jewel', alacsonyabb

hidegigénnyel rendelkeznek, és jobban teljesítenek a melegebb, mérsékelt éghajlatú területeken.

Az áfonyatermesztés világszerte különböző klimatikus zónákban történik, így a regionális fajták nemesítése kulcsfontosságú. Például a dél-amerikai régiókban, mint Chile, az áfonya fajtákat olyan jellemzők alapján nemesítik, mint a szárazságtűrés és a magas hőmérsékletekkel szembeni ellenállás. Ezzel szemben Észak-Európában a nemesítési programok a hidegtűrő, rövid vegetációs periódusú fajtákra összpontosítanak, amelyek képesek elviselni a hosszú, hideg teleket és a rövid nyarat.

Az egyes régiók sajátos ökológiai és éghajlati feltételei meghatározzák, hogy mely fajták és hibridek a legalkalmasabbak a helyi termesztésre. A termesztési technikák, mint a talaj savanyítása, az öntözési rendszerek és a tápanyag-utánpótlási stratégiák, szintén alkalmazkodnak a nemesített fajták igényeihez. Ezért a hibridizációs programokban nagy hangsúlyt fektetnek arra, hogy a regionális termesztési feltételekhez igazított fajtákat fejlesszenek ki. (Retamales és Hancock J., 2018.)

2.6.Fenntarthatóság és Ökológiai hatások

A növénynemesítés és a fenntarthatóság szoros összefüggésben állnak egymással, különösen az európai mezőgazdaságban. A növénynemesítés az elmúlt évtizedekben jelentősen hozzájárult a mezőgazdasági termelékenység növekedéséhez, miközben csökkentette az ökológiai lábnyomot. Az új, rezisztens fajták fejlesztése lehetővé teszi a vegyszerhasználat csökkentését, mivel a nemesített növények ellenállóbbak a betegségekkel és kártevőkkel szemben. A hibridizáció folyamata nemcsak a gazdasági haszonra összpontosít, hanem az ökoszisztémák fenntarthatóságára is, mivel a szárazságtűrő és alacsony vízigényű fajták kevesebb erőforrást igényelnek. (Lobos és Hancock, 2015.)

A *Breeding Value* projekt, amely az európai bogyógyümölcs-nemesítési stratégiákat támogatja, például kifejezetten a fenntartható termesztési módszerek fejlesztésére összpontosít, és olyan új fajtákat hoz létre, amelyek magas minőségű termést biztosítanak, miközben alkalmazkodnak a változó környezeti feltételekhez. A projekt célja, hogy elősegítse a genetikai diverzitás megőrzését és a fenntartható termelést, különös tekintettel a klímaváltozás kihívásaira.

Az áfonyatermesztés jövője szorosan összefügg a hibridizáció és növénynemesítés területén elért előrelépésekkel. Az új fajták kifejlesztése, amelyek jobban ellenállnak az éghajlatváltozás kihívásainak és megfelelnek a globális piacok növekvő keresletének, kulcsfontosságú a

fenntartható és versenyképes áfonyatermesztés fenntartásához. Az integrált nemesítési programok, amelyek a genetikai diverzitást, a biotechnológiai innovációkat és a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokat kombinálják, meghatározó szerepet játszanak ebben a folyamatban. (Internet 5.; Noleppa és Carlsburg, 2021.)

2.7. Az áfonya termesztéstechnológiája

Az áfonya termesztéstechnológiája több kulcsfontosságú elemből áll, amelyek meghatározzák a sikeres termesztést és a bőséges terméshozamot. Ezek az elemek közé tartozik a megfelelő talajkémhatás, a helyes tápanyagellátás, a vízgazdálkodás, valamint az ültetés és metszés technikái. (Červenec et al., 2021.)

Az áfonya termesztésének egyik alapfeltétele a savas talaj megléte, amelynek pH-értéke 4,5-5,5 között kell legyen. A talaj pH-jának beállítása fontos lépés a termesztés előtt, mivel a talaj pH-értékének növelésével csökkenhet az áfonya tápanyagellátása. Ha a talaj nem rendelkezik megfelelő savassággal, akkor a savanyítás elengedhetetlen, amit kénporral, alumínium-szulfáttal vagy savanyító hatású műtrágyákkal érhetünk el. Az áfonya gyökérzete sekély, így különösen fontos, hogy a talaj jó vízgazdálkodású legyen, de a pangó víz káros lehet a növény számára. Az áfonyát napos helyre érdemes ültetni, mivel árnyékos területeken kevesebb és kisebb termést hoz. A talaj minősége és szerkezete szintén kulcsfontosságú az áfonya számára a könnyű, jó vízáteresztő képességű, organikus anyagban gazdag talaj az ideális. (Simon (n.a.); Červenec et al., 2021.)

2.7.1. Ültetés és ültetési technikák

Az áfonya ültetésének legmegfelelőbb időpontja őszi vagy kora tavasz, amikor a talaj még nedves, de nem túl hideg. A növényeket 1-1,75 méter távolságra kell ültetni egymástól, hogy elegendő tér álljon rendelkezésre a növekedéshez és a szellőzéshez. A sortávolság legalább 2,3-2,6 méter kell legyen. A megfelelő ültetési mélység 40-50 cm mély és 1 méter széles, amely biztosítja a gyökérzet megfelelő fejlődését. Az ültetéskor szükséges a talaj megfelelő lazítása és savas tőzeg hozzáadása, hogy javítsuk a talaj szerkezetét. Az ültetéskor használt gödrök aljába szerves anyagot vagy homokot kell helyezni, hogy javítsák a talaj vízelvezetését és megakadályozza a gyökér rothadását. Az áfonya sekély gyökérzete miatt fontos, hogy a talajt csak minimálisan bolygassuk, inkább rendszeres kaszálást alkalmazzunk a gyomosodás ellen. A mulcsozás szintén elengedhetetlen a gyökerek védelme érdekében, és ezáltal megőrizzük a talaj nedvességét és savasságát. (Simon (n.a.); Červenec et al., 2021.)

2.7.2. Mulcsozás

A mulcsozás kiemelt szerepet játszik az áfonya termesztésében, mivel számos előnnyel jár a növények számára. A megfelelő mulcstréteg biztosítja a talaj nedvességtartalmának fenntartását, javítja a talaj szerkezetét, csökkenti a gyomok növekedését, és hozzájárul a talaj savasságának megőrzéséhez. Az áfonya sekély gyökérzete miatt különösen fontos, hogy a talaj nedvességtartalma stabil maradjon, és a gyökereket védjük a kiszáradástól, valamint a szélsőséges hőmérsékleti ingadozásoktól. (Retamales és Hancock, 2018.)

A legjobb mulcsanyagok közé tartozik a fenyőkéreg, a faforgács, a fenyőtű, a tőzeg és a szalma. Ezek a szerves anyagok lassan bomlanak le, ezáltal folyamatosan szerves anyagokkal gazdagítják a talajt, és hozzájárulnak a talaj mikrobiológiai aktivitásának növeléséhez. A fenyőkéreg különösen ajánlott, mivel savas kémhatású, és hozzájárul a talaj pH-értékének alacsonyan tartásához, ami kedvező az áfonya számára.

A mulcsozás során a mulcstréteg vastagsága is fontos tényező. Általánosan ajánlott 5-10 cm vastag mulcstréteget kialakítani a növények körül, ami elegendő ahhoz, hogy megőrizze a talaj nedvességtartalmát, ugyanakkor biztosítja a gyökérzet számára a megfelelő oxigénellátást. Túl vastag mulcstréteg esetén a talaj szellőzése csökkenhet, ami a gyökérzet levegőtlenységét eredményezheti. (Retamales és Hancock, 2018.; Simon I. (n.a.); Červenec et al., 2021.)

A mulcsozás különösen fontos a nyári hónapokban, amikor a hőmérséklet emelkedik, és a talaj hajlamos kiszáradni. A mulcs megőrzi a talaj felső rétegének nedvességtartalmát, ami elengedhetetlen az áfonya sekély gyökérzete számára. Emellett a mulcs csökkenti a talaj erózióját és megvédi a növényt a szélsőséges hőmérsékletektől, különösen a forró nyári napokon és a hideg téli hónapokban.

A mulcsozás másik előnye, hogy természetes gyomelnyomó hatása van. A mulcstréteg megakadályozza a fény bejutását a talaj felső rétegébe, így gátolja a gyommagvak csírázását és növekedését. Ez különösen fontos az áfonyatermesztésben, mivel a gyomok versenybe lépnek a tápanyagokért és a vízzel, ami gyengítheti az áfonyanövényeket.

A mulcstréteget évente frissíteni kell, mivel az idő múlásával lebomlik és elveszíti hatékonyságát. Az elbomló mulcs ugyanakkor gazdagítja a talajt szerves anyagokkal, amelyek javítják a talaj termékenységet és szerkezetét. A frissítést általában tavasszal és ősszel érdemes

elvégezni, hogy folyamatosan biztosítsuk a gyökérzet számára a megfelelő védelmet és a talaj nedvességtartalmának fenntartását. (Retamales és Hancock, 2018.; Simon I. (n.a.); Červenec et al., 2021.)

A mulcsozás technikájának további előnye, hogy hozzájárul a talaj hőmérsékletének szabályozásához. A forró nyári napokon a mulcs hűvösen tartja a talajt, míg a hidegebb időszakokban segít melegen tartani azt, ami kedvező környezetet biztosít a növény gyökérzetének. Az áfonya különösen érzékeny a talajhőmérséklet változásaira, ezért a mulcsozás elengedhetetlen része a sikeres termesztési technológiának. (Retamales és Hancock, 2018.; Simon I. (n.a.); Červenec et al., 2021.)

2.7.3. Tápanyagellátás

Az áfonyatermesztés sikerességéhez elengedhetetlen a megfelelő tápanyagellátás biztosítása, különösen a savas talajokban, amelyek az áfonya természetes élőhelyét jelentik. A tápanyagellátás megtervezése során a nitrogén, foszfor, kálium, kalcium, magnézium, valamint a mikroelemek (vas, cink, bór stb.) megfelelő aránya kulcsfontosságú.

Az áfonya különösen érzékeny a nitrogénellátásra, amely alapvető a vegetatív növekedés szempontjából. A nitrogén leginkább ammónium-szulfát formájában kerül kijuttatásra, mivel ez segíti a talaj savasságának fenntartását, ami a növény számára optimális. A levelek nitrogénszintjének 1,7–2,1% között kell lennie a szárazanyag-tartalom alapján, hogy a növény megfelelően fejlődjön. A túl magas nitrogénszint késleltetheti a gyümölcsérés folyamatát, és elősegítheti a túlzott vegetatív növekedést, ami negatív hatással lehet a termés hozamra. (Phillips és Williamson, 2020.)

A foszfor a gyökérnövekedésért és a virágzásért felelős, és megfelelő szintjének fenntartása elengedhetetlen a növények egészséges fejlődéséhez. A foszforhiány ritka, de ha a foszforszint a levelekben 0,08% alá esik, foszforpótlásra van szükség. A foszfor szintje a szezon elején magasabb, majd a betakarítás közeledtével csökken, ezért fontos a megfelelő időzítés a foszforpótlás során.

A kálium fontos szerepet játszik a gyümölcsminőség javításában, valamint a növény vízháztartásának szabályozásában. A levelek káliumtartalmának 0,35–0,65% között kell lennie, de nagy hozamú években ez az érték magasabb lehet. A túlzott káliumbevitel akadályozhatja a magnézium felszívódását, ezért a kálium és magnézium egyensúlyát gondosan kell fenntartani a növények tápanyagellátásában. (Hanson és Hancock, 1996.; Phillips és Williamson, 2020.)

Bár a kalciumhiány ritkán jelent problémát az áfonyában, a talaj kalciumtartalmának ellenőrzése segíthet fenntartani a savas talajkörnyezetet. A kalcium szintje általában növekszik a magasabb pH-értékű talajokban, ezért fontos a talaj savasságának figyelemmel kísérése. A magnézium szintje optimálisan 0,15–0,3% között kell legyen a levelekben, mivel a magnézium a klorofillképződésért és a fotoszintézisért felelős. Magnéziumhiány esetén a növények fejlődése lelassulhat, és a hozam csökkenhet.

A mikroelemek, mint például a vas, mangán, réz és cink, szintén létfontosságúak az áfonya egészséges fejlődése szempontjából. A bór és a cink különösen fontosak a virágzás és a gyümölcsképződés szempontjából, míg a vas és a mangán a klorofillképződés és a fotoszintézis szempontjából nélkülözhetetlenek. A mikroelemek hiánya komoly problémákat okozhat a növény növekedésében, ezért rendszeres levél- és talajanalízis szükséges ezek szintjének ellenőrzésére.

Az áfonya tápanyagellátásának biztosítása során fontos, hogy a növény vegetatív és reprodukzív növekedése egyensúlyban legyen, így a tápanyagok megfelelő arányban jutnak el a növény különböző részeire. A tápanyagellátás szabályozásában a rendszeres talaj- és levélelemzés kulcsszerepet játszik, mivel ez segít a tápanyaghiányok korai felismerésében és azok időben történő korrigálásában. Ez a kiegyensúlyozott tápanyagellátás biztosítja a növények egészséges növekedését, és hosszú távon fenntarthatóvá teszi az áfonyatermesztést. (Hanson és Hancock, 1996.; Phillips és Williamson, 2020.)

2.7.4.Öntözés

Az áfonya öntözési igénye különösen nagy figyelmet igényel, mivel a növény sekély gyökérzete érzékeny a talaj nedvességtartalmára. Az öntözési technikák megválasztása alapvetően befolyásolja a növény fejlődését és a termés hozamot. Az áfonya folyamatosan nedves talajt igényel, de a pangó víz elkerülése érdekében elengedhetetlen a megfelelő vízelvezetés. A legelterjedtebb öntözési módszer a csepegtető öntözés, amely biztosítja a folyamatos, egyenletes vízellátást anélkül, hogy túlzott vízgyűjtést okozna a talajban. (Ames et.al., 2017.)

A csepegtető rendszer előnye, hogy a vizet közvetlenül a gyökérzónába juttatja, minimalizálva a párolgási veszteségeket. Emellett lehetőség van arra, hogy a vízzel együtt tápanyagokat is kijuttassunk, ami segít a tápanyagellátás optimalizálásában. A csepegtető öntözés hatékonyan

biztosítja, hogy a növények rendszeres vízellátást kapjanak, különösen száraz időszakokban, anélkül, hogy a levelek túlzott nedvességtartalmát növelné, ami elősegítheti a gombás betegségek kialakulását. (Internet 6.; Internet 7.)

Az öntözés időzítése is kiemelt jelentőséggel bír. Az öntözést a kora reggeli órákban vagy az esti órákban ajánlott végezni, amikor a párolgás minimális, és a víz hatékonyabban szívódik fel a talajban. A növények számára a legkritikusabb időszak a terméskötés és a bogyók fejlődése, ezért különösen fontos, hogy ebben az időszakban a talaj folyamatosan nedves maradjon.

Az áfonya érzékeny a vízhiányra, és a hosszabb száraz időszakok során a növény levelei hervadni kezhetnek, ami közvetlen hatással van a termés hozamra és a bogyók minőségére. A vízhiány nemcsak a termés mennyiségét csökkenti, hanem a bogyók méretét és ízét is befolyásolja. A száraz időszakokban, ha nem biztosítjuk a megfelelő vízellátást, a növény stressz alá kerülhet, ami gyengíti a növény immunrendszerét, így fogékonyabbá válik a betegségekre. (Wilk et al., 2016)

Az öntözéshez használt víz minősége is kulcsfontosságú az áfonyatermesztésben. A legjobb vízforrás az esővíz, mivel az esővíz alacsony ásványianyag-tartalommal rendelkezik, és nem emeli a talaj pH-értékét. A kútvíz magas kalcium- és magnéziumtartalma növelheti a talaj lúgosságát, ami negatívan befolyásolja a növény tápanyagfelvételét. Ezért, ahol lehetséges, ajánlott az esővíz gyűjtése és felhasználása az öntözés során. (Internet 7.)

A megfelelő vízellátás a termésérés időszakában különösen fontos, mivel a bogyók fejlődése során a talaj nedvességtartalmának állandónak kell maradnia. A vízellátás hirtelen csökkenése vagy túlzott vízellátás a bogyók repedéséhez, illetve a termés minőségének romlásához vezethet. Ezért az öntözési rendszer kialakítása és folyamatos ellenőrzése alapvető fontosságú a bőséges, magas minőségű termés hozam biztosításához.

A különféle öntözési technikák közül a csepegtető rendszerek mellett néhány gazdálkodó használ esőztető, párasító rendszereket is, amelyek lehetővé teszik a levelek hűtését a forró napokon. Ugyanakkor a túlzott levelek nedvesítése elősegítheti a gombás fertőzések megjelenését, így ennek a módszernek az alkalmazása nagyobb figyelmet igényel. (Ames et al., 2017.; Wilk és Ireland, 2008.)

2.7.5. Metszés

Az áfonya metszése kiemelt jelentőségű a növény hosszú távú egészsége, terméshozama és a gyümölcs minősége szempontjából. A metszés fő célja a növény vitalitásának fenntartása, a fiatal hajtások elősegítése, valamint az elhalt és gyenge ágak eltávolítása. A metszési technika helyes alkalmazása hozzájárul a bokrok termőképességének fenntartásához és a bőséges gyümölcstermés biztosításához.

Az áfonya metszésének legjobb időpontja a téli nyugalmi időszak, amikor a növény vegetációja leállt, és a bokor nyugalmi állapotban van. Ez általában késő télen vagy kora tavasszal történik, még a rügyek fakadása előtt. A téli metszés előnye, hogy a növény még nem reagál aktívan a külső beavatkozásokra, így minimalizálható a növényi stressz. (Pelczar, 2022.; Internet 8.)

A metszés során elsődleges cél az elhalt, beteg, sérült vagy túl sűrűn növő ágak eltávolítása. A metszéssel biztosítjuk, hogy a bokor belseje is elegendő fényt kapjon, ami javítja a fotoszintézist és hozzájárul a gyümölcs minőségéhez. A sűrűn növő ágak elvékonyítása szellősebb struktúrát biztosít, ami csökkenti a gombás betegségek kialakulásának kockázatát. (Vanorio, 2019.)

A fiatal áfonyabokrokat enyhén kell metszeni az első két évben, hogy kialakuljon a megfelelő ágrendszer. Az elsődleges cél ebben az időszakban a bokor alakítása és a gyökérzet megerősítése. Az idősebb bokroknál a termővesszők visszametszése, valamint a régi, már nem termő hajtások eltávolítása szükséges, hogy helyet biztosítsunk az új, produktív hajtásoknak.

Az áfonya rendszeres metszése elősegíti a növények terméshozamának maximalizálását és a bogyók méretének növelését. A túl sűrű növekedés megakadályozása érdekében a metszést évente kell elvégezni, különös tekintettel a bokor belső részére, ahol a fényáteresztés és a szellőzés biztosítása kulcsfontosságú. Azok a hajtások, amelyek túl hosszúvá nőttek vagy gyengék, csökkentik a terméshozamot, ezért ezeket vissza kell vágni. A régi ágakat, amelyek már nem hoznak megfelelő mennyiségű gyümölcsöt, teljesen el kell távolítani. Az előregedett vesszők eltávolításával új, termő hajtások képződnek, amelyek a következő szezonban biztosítják a bőséges termést. Az érett növényeknél az éves metszés célja a 2-3 éves termővesszők fenntartása, mivel ezek hozzák a legjobb minőségű gyümölcsöket. (Pelczar, 2022.; Internet 8.)

Ha túlzottan metszünk, a vegetatív növekedés dominál, és csökkenhet a gyümölcs mennyisége. Az elégtelen metszés azonban a terméshozam csökkenéséhez és a gyümölcs méretének romlásához vezethet. A megfelelő egyensúly fenntartása érdekében a metszési technikák alkalmazása során figyelembe kell venni a növény korát és állapotát. Az erőteljes növekedésű,

idősebb bokroknál a metszéssel lehet szabályozni a növény formáját és méretét, miközben biztosítjuk, hogy a termés hozam ne csökkenjen. Az ilyen bokrok esetében a régebbi, 5 évnél idősebb ágakat kell eltávolítani, mivel ezek már kevésbé termékenyek. (Price, 2023.)

A fiatal növények esetében az első évben ajánlott az összes virágbimbót eltávolítani, hogy a növény minden energiáját a gyökérzet és az ágrendszer kialakítására fordíthassa. Az ilyen típusú metszés később hozzájárul a nagyobb, egészségesebb gyümölcsök termeléséhez. A metszés célja a növény erőteljes ágrendszerének kialakítása, amely hosszú távon biztosítja a termés folyamatos növekedését. Az első két évben az oldalhajtásokat vissza kell metszeni, hogy a növény fókuszáljon a fő vázágak fejlesztésére. (Internet 8.)

A legújabb kutatások szerint a megfelelő metszési technikák alkalmazása akár 30%-kal is növelheti a gyümölcs hozamot, miközben javítja a bogyók minőségét. A metszésen alapuló termesztési rendszerek, mint például a váltott éves metszés vagy a célzott metszési módszerek, amelyek a termőágak és az új hajtások optimális arányára fókuszálnak, szintén hozzájárulnak a hosszú távú fenntarthatósághoz. (Cough és Korcak, 1995.)

2.8. Betakarítás

Az áfonya betakarítása az egyik legkritikusabb folyamat a termesztési ciklusban, amely közvetlenül befolyásolja a gyümölcs minőségét és eltarthatóságát. Az áfonya érzékeny a mechanikai sérülésekre, és a bogyók könnyen zúzódhatnak, ami csökkenti a gyümölcs eltarthatóságát és piaci értékét. A betakarítás módszere – kézi vagy gépi – jelentős hatással van a gyümölcs minőségére és a költségekre.

Az áfonya betakarítás időpontjának megválasztása kritikus, mivel a bogyók teljesen érett állapotukban szüretelhetők. Gyorsan érik, és a teljesen érett gyümölcs íze és cukortartalma a legmagasabb, ha a növényen hagyják teljesen megérni. Azonban a túlérett gyümölcsök hamar megpuhulnak és romlanak, ezért a betakarítás időzítése kulcsfontosságú. Az érett áfonya mélykék színű, egy enyhe szürke viaszréteggel, amely természetes védőréteggént szolgál. Ha a bogyó még részben rózsaszín vagy zöld, akkor nem érte el a teljes érettséget, és nem fog tovább érni a szedést követően. Általában a gyümölcs 50%-os érettségtől kezdve 2-3 napon belül teljesen kék színűvé válik, ekkor éri el az optimális ízt és édességet. (Retamales és Hancock, 2018.; Deltsidis et al., 2023.)

A túlérés elkerülése érdekében a betakarítást szakaszosan, több lépésben végzik. Egyes fajták, például a *'Liberty'* és az *'Aurora'*, hagyhatók hosszabb ideig a növényen anélkül, hogy jelentős

mértékben romlana az eltarthatóságuk, míg más fajták, mint például az *'Elliott'*, érzékenyebbek az érettségi szintre, és gyorsabban romlanak. (Retamales és Hancock, 2018.)

A betakarítás módszere – kézi vagy gépi – jelentős hatással van a gyümölcs minőségére és a költségekre. A kézi betakarítás előnye, hogy minimalizálja a gyümölcsök mechanikai sérülését, így a kézzel szedett áfonya jobb minőségű, szilárdabb és hosszabb ideig eltartható. A gyümölcs szedése során a szedők a teljesen érett, kék bogyókat választják ki, ami csökkenti a túlérett és a nem megfelelően érett gyümölcsök betakarításának kockázatát. A kézi betakarítás azonban rendkívül munkaigényes és drága, mivel a szedéshez nagy mennyiségű munkaerő szükséges. Emiatt a kézi betakarítást elsősorban a friss fogyasztásra szánt bogyók esetében alkalmazzák, ahol a minőség kiemelkedően fontos.

A gépi betakarítás az áfonya nagyüzemi termesztésében egyre elterjedtebb, mivel jelentősen csökkenti a munkaerő-költségeket. A gépi betakarítás vibráló karokkal távolítja el a bogyókat a növényről, amelyeket aztán gyűjtőlemezek fognak fel. Noha a gépi szedés költséghatékonyabb, a betakarított bogyók gyakran sérülnek a folyamat során, ami csökkenti az eltarthatóságukat és minőségüket. Egyes tanulmányok szerint a gépi betakarítás akár 44%-kal is csökkentheti a piacképes gyümölcs mennyiségét. A gépi betakarítás során különösen fontos a gyűjtőlemezek anyaga és elhelyezkedése, mivel a bogyók esésének csillapítása közvetlen hatással van a zúzódások előfordulására. (Stafne és Williamson, 2019.; Retamales és Hancock, 2018.)

A betakarítást követően a gyümölcsök hűtése azonnal szükséges, hogy csökkentsük a légzési rátát és lelassítsuk az érési folyamatot. A bogyókat 0°C közötti hőmérsékleten és 90-95%-os relatív páratartalom mellett tárolják, hogy megőrizzék a minőségüket akár több hétig. A tárolás során alkalmazott szabályozott légkör (CA) vagy módosított légkör (MAP) technikák javítják a gyümölcs eltarthatóságát, csökkentve a rothadás előfordulását. (Deltsidis et al., 2023.)

Az optimális tárolási körülmények között a gyümölcs eltarthatósága 2–4 hét lehet a fajta, a kezelési és tárolási módszerek függvényében. A hőmérsékletingadozás elkerülése alapvető fontosságú az áfonya eltarthatósága szempontjából, mivel enélkül a gyümölcs minősége gyorsan romlik. (Deltsidis et al., 2023.)

Az áfonya gépi betakarításának technológiája az 1950-es évek óta folyamatosan fejlődik. A legelső gépek traktor által húzott betakarítók voltak, amelyek képesek voltak a gyümölcsöt egyszerre több sorban leszedni. Az újabb gépi betakarítók különféle mechanizmusokat alkalmaznak, mint például a "slapper" rendszer, amely az áfonyabokrok ágait csapkodja, vagy

a "vertirotor", amely vibráló ujjak segítségével távolítja el a bogyókat. (Retamales és Hancock 2018.; Cough és Korcak, 1995.)

2.9.Növényvédelmi problémák

2.9.1.Betegségek

Az áfonya betegségei és kártevői komoly kihívást jelentenek a termesztés során, különösen a magasbokrú és az alacsonybokrú fajták esetében.

A *Monilinia vaccinii-corymbosi* (*Monilínia*), más néven "mummy berry" (1. ábra) betegség az áfonya egyik leggyakoribb és legjelentősebb betegsége, különösen a magasbokrú (*Vaccinium corymbosum*) és nyúlszemű bokor (*Vaccinium virgatum*) áfonyák esetében, valamint komoly termésveszteséget okozhat. (Demchak, 2023.)



(1. ábra: *Monilinia vaccinii-corymbosi* (Monilínia), forrás: University of Georgia Plant Pathology, University of Georgia, 2007. <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1496520>)

Ezt a gombás betegséget a *Monilinia* nemzetségbe tartozó gomba okozza, amely a virágokon keresztül fertőzi meg a növényeket, majd a fejlődő gyümölcsöket. A betegséget a talajon áttelelő, korábbi szezonban fertőzött, "múmiává" vált bogyók terjesztik, amelyek tavasszal kisméretű apotéciumokat (csészegombák) fejlesztenek. Ezek az apotéciumok aszkospórákat termelnek, amelyek hűvös, nedves körülmények között felszabadulnak, és a fiatal levelekre, hajtásokra, valamint virágokra kerülve új fertőzést okoznak. A betegség elsődlegesen a tavaszi

virágzási időszakban terjed, különösen akkor, ha a környezeti feltételek kedveznek a gomba növekedésének és spórafelszabadulásának. (Cline és , 2014.; Demchak, 2023.)

Az áfonyafajták fogékonysága jelentősen változhat a *Monilinia vaccinii-corymbosi* fertőzéssel szemben. Például a 'Bluejay', 'Duke', 'Elliott' és 'Jersey' fajták ellenállóbbak a fertőzés hajtásokat érintő fázisával szemben, míg a 'Brigitta' és 'Reka' fajták jobban ellenállnak a gyümölcsfertőzésnek. (Retamales és Hancock, 2018.)

A *Colletotrichum gloeosporioides* által okozott *Áfonya antraknózis* (2. ábra) széles körben elterjedt probléma a világ különböző áfonyatermesztő régióiban. Ez a gomba a gyümölcsök érése során támadja meg azokat, aminek következtében az érintett bogyók virágvége lágyul és behúzódik, és narancssárga spóratömegek alakulnak ki. A spórák könnyen terjednek esővízzel, illetve amikor a gyümölcsök érintkeznek egymással. A gomba a vesszőkön, rügypikkelyeken és hajtásokon telel át, ahol tavasszal, a virágzás időszakában kezd spórázni. A fertőzés első jelei a gyümölcsön apró, besüllyedt foltok, amelyek narancssárga spóratömegekkel borítják be a fertőzött részeket. Ezek a tünetek elsősorban az érett vagy félig érett gyümölcsökön jelennek meg, ami az egészséges bogyók rothadásához vezethet. A fertőzés előrehaladtával a bogyók megpuhulnak, a szövetek feloldódnak, és a gyümölcs elveszíti piaci értékét. (Miles és Schilder, 2008.; Gama et.al., 2022.)



(2. ábra: *Áfonya antraknózis* , forrás: Miles T., Schilder A., 2008

<https://www.canr.msu.edu/blueberries/uploads/files/E3039.pdf>)

A betegség ellen való védekezés egyik legfontosabb eszköze a fungicidek alkalmazása. A fungicid permetezéseket virágzáskor kell elkezdeni, és a zöldgyümölcs-fázis alatt 7-14 napos időközönként kell folytatni a kezelést. A fertőzés szintjét szintén jelentősen csökkentheti a

megfelelő metszés, amely lehetővé teszi a növények jobb szellőzését, és eltávolítja a beteg ágakat. (Retamales és Hancock, 2018.; Miles és Schilder, 2008.)

Az áfonyafajták különböző szintű ellenálló képességet mutatnak a gyümölcsrothadással szemben. Például a 'Brigitta', 'Elliott' és 'Legacy' fajtákat a legellenállóbbnak találták, míg más fajták, mint a 'Bluecrop', 'Bluetta' és 'Spartan' erősen fogékonyak a betegségre. (Retamales és Hancock, 2018.)

A *Botryosphaeria dothidea* (Áfonya botrioszfériás betegsége) egy komoly problémát jelentő gombabetegség (3. ábra), amely főként a melegebb, esős éghajlati övezetekben jelentkezik. A betegséget általában szárrothadásként ismerik, és jellemzően fiatal vesszőket támad meg, ahol sebeken keresztül fertőz. A fertőzés kezdetén a levelek gyors hervadása tapasztalható, majd a vessző fokozatosan elszárad, végül pedig a teljes növény elpusztulhat.

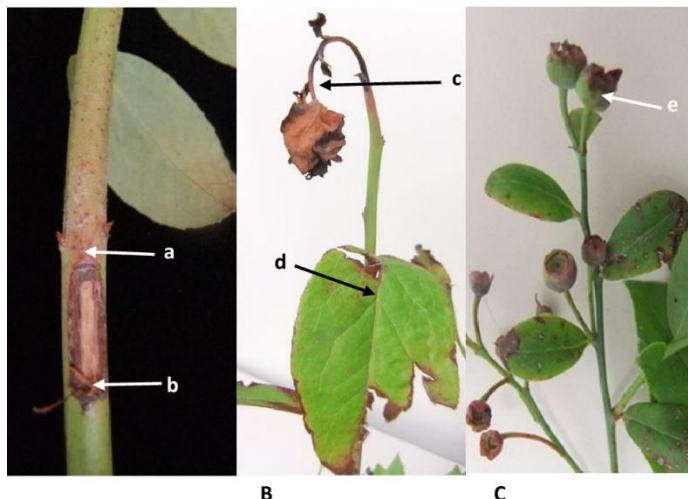


Figure 5.8: Susceptibility of different blueberry tissues after being exposed to *Botryosphaeria dothidea*.

(3. ábra: *Botryosphaeria dothidea* (Áfonya botrioszfériás betegsége), forrás: Tennakoon, 2016. <https://www.semanticscholar.org/paper/Botryosphaeria-disease-in-New-Zealand-blueberry-of-Tennakoon/9aabbba6d1fd53e5500ba7ad4596591b21e3dd66>)

A fertőzés leggyakrabban a virágzás utáni időszakban jelentkezik, és az év során egyre súlyosbodik. A gomba a fertőzött növényi részekben, főleg elhalt vagy haldokló vesszőkön telel át. A spórákat a szél és az eső szállítja, és ezek szinte egész évben képesek újabb fertőzéseket okozni. Főként a fiatal, sebzett növényekre veszélyes, ahol a mechanikai sérülések, metszések vagy hideg okozta sebek nyújtanak belépési pontot a gombának. (Simpson, 2020.)

A védekezés kulcsa a fertőzött vesszők eltávolítása és megsemmisítése, mivel a gomba az elhalt vesszőkön áttelelve újra és újra fertőzési forrást biztosít. A fungicidek alkalmazása csak korlátozottan hatékony, így a megelőző intézkedések, mint a helyes metszés és a sérülések

elkerülése, kiemelt jelentőségűek. Egyes fajták, mint például a 'Bluecrop', 'Blueray', és a 'Duke' magasabb érzékenységet mutatnak a betegségre, míg mások, például a 'Brightwell' és 'Emerald' fajták valamelyest ellenállóbbak. (Retamales és Hancock, 2018.)

2.9.2.Kártevők

A *Rhagoletis mendax* (áfonyalégy), közismert nevén áfonyamoly (4. ábra), az áfonyatermesztés egyik legjelentősebb kártevője.



(4. ábra: *Rhagoletis mendax* (áfonyalégy), forrás: Payne 2003., USDA Agricultural Research Service, forrás: <https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1227010>)

A nőstény molyok a bogyók felszíne alá helyezik a petéiket, különösen az érett vagy éretté váló gyümölcsökre. Egy petét raknak le gyümölcsönként, és a lárvák 2–7 nap elteltével kelnek ki. A lárvák eleinte színtelenek, majd fehéressé válnak. A fertőzött gyümölcsök puhává válnak, és gyakran egy kis lyuk található a felületükön, ahol a peték lerakása történt. A lárvák mintegy 20 napos táplálkozás után a talajba költöznek, hogy bebábozódjanak. Egy vagy két évig telel át a talajban, attól függően, hogy mennyi hideghatás érte a bábokat a télen. A kifejlett rovar mérete valamivel kisebb, mint egy házi légyé, fekete és sötétszürke testtel. Szárnyain jellegzetes fekete csíkok láthatók, a toron fehéres jelek, valamint vékony fehér sávok találhatóak a potrohán. (Dill et al., 2001.; Retamales és Hancock, 2018.)

Az áfonyamoly figyelése sárga ragacsos csapdákkal történik, amelyeket ammónium-acetáttal csalogatnak. Ha molyokat észlelnek, általában rovarölő szereket alkalmaznak 7–10 napos intervallumokban az egész szezon alatt, hogy megakadályozzák a tojásrakást. Az integrált

növényvédelem keretében, ha két egymást követő alkalmazás után nem észlelnek további molyokat, a peszticidhasználat leállítható. (Schloemann és, Piñero, 2020.)

A *Drosophila suzukii* (Pettyesszárnyú muslica) (ábra 5.) egy viszonylag új, komoly kártevő, amely áfonya és más bogyós növények, például csonthéjas gyümölcsök, szőlő és egyes almatermésűek ellen is támadást indít. Ez az invazív kártevő Ázsiából származik.



(5. ábra: *Drosophila suzukii* (Pettyesszárnyú muslica), forrás: Maspero M., Tantardini A., <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU/photos>)

Egyedi tulajdonsága, hogy éles, fűrészszerű tojócsővel rendelkezik, amely lehetővé teszi számára, hogy egészséges, érett gyümölcsbe rakja le a petéit, nem pedig csak rothadó vagy sérült gyümölcsökbe, mint más *Drosophila* fajok esetében. Amint a peték lerakásra kerülnek, a gyümölcs húsának bomlása rövid időn belül elkezdődik, ami a gyümölcs összeeséséhez vezet. A lárvák megfertőzhetik a szüretelt gyümölcsöt is, amely a kereskedelmi központokban történő értékesítés előtt elutasításra kerülhet, ha a fertőzött gyümölcsök észlelésre kerülnek. (Sial, 2021.)

Az ellene való védekezéshez folyamatosan figyelni kell a gyümölcsöket csapdák segítségével. A csapdák használata során a szintetikus vonzóanyagok hatékonyak lehetnek a kártevők összegyűjtésében, és a megfigyelés során pontosan felmérhetjük a populáció nagyságát. Ha a kártevő észlelésre kerül, hatékony rovarirtószereket kell alkalmazni a gyümölcs érése és érettsége idején. (Retamales és Hancock, 2018.)

Az *Acalitus vaccinii* (áfonyarügyatka) az áfonyatermesztésben egyre jelentősebb kártevő (6. ábra). Ez a kártevő túl kicsi ahhoz, hogy szabad szemmel észrevehető legyen, fehér színű, hosszúkás, kúpszerű alakja van, és nyolc lába a fejéhez közel helyezkedik el.



(6. ábra: *Acalitus vaccinii* (áfonyarügyatka), forrás: Payne 2003, USDA Agricultural Research Service, <https://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1227017>)

A fertőzött bimbók vöröses színűek, külső pikkelyeik durva kidudorodásokat mutatnak. Amikor ezek a rügyek kinyílnak, a virágok elszáradnak és torzulnak, jellegzetes vörös hólyagokat képezve. Az ilyen rügyekből kifejlődő virágok gyakran nem hoznak termést, és a megtermékenyült bogyók durva bőrfelszínnel rendelkeznek. (Sial, 2022.)

A monitoringot késő nyáron és ősszel, a rügyek kialakulásának időszakában, vagy kora tavasszal, a rügyezés előtt kell elvégezni, hogy azonosítsák a fertőzöttséget. A vizsgálat során íz véletlenszerűen kiválasztott hajtást kell megvizsgálni, és minden hajtás öt felső termőrügyét kell átnézni, hogy megfelelő mintát kapjunk. Bár rovarölő szerek is rendelkezésre állnak az áfonyarügyatka elleni védekezésre, a kezelést nehezíti a kártevő apró mérete és az a tény, hogy nehéz a rovarölő szerek maradványait bejuttatni a rügyek kis repedéseibe, ahol az atka megtelepszik. A megfelelő metszés, különösen az öreg vesszők időben történő eltávolítása szintén segíthet csökkenteni a fertőzés mértékét. (Isaacs et.al., 2010.; Retamales és Hancock, 2018.)

Az alábbi táblázat a szlovák ÚKSÚP (Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky) honlapján talált információk alapján összefoglalja az áfonyatermesztés során Szlovákiában előforduló betegségek és kártevők valószínűségét:

Betegség/Kártevő	Előfordulás valószínűsége Szlovákiában
Betegségek	
<i>Monilinia vaccinii-corymbosi</i> (Monília)	Alacsony
Áfonya antraknózis	Közepes
<i>Botryosphaeria dothidea</i> (Áfonya botrioszfériás betegsége)	Alacsony
Kártevők	
<i>Rhagoletis mendax</i> (áfonyalégy)	Alacsony
<i>Drosophila suzukii</i> (pettyesszárnyú muslica)	Magas
<i>Acalitus vaccinii</i> (áfonyarügyatka)	Alacsony

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgált gyümölcsminták származása

3.2. A vizsgált áfonyafajták rövid ismertetése

3.3. Laboratóriumi vizsgálati módszerek

A kutatások során az áfonyafajták cukor- és savtartalmát, valamint sav-cukor arányát mértük, amelyek az ízprofil és felhasználhatóság szempontjából is alapvető fontosságúak.

A cukortartalom meghatározására Brix-mérőt használtunk, amely a gyümölcsle cukorkoncentrációját mutatja meg Brix-fokban. Méréseinkhez 50-szeres hígítással készült desztillált vízdoldatot alkalmaztunk, ami lehetővé teszi a pontosabb mérési eredményt a cukros gyümölcslevek esetében. A refraktométer működési elve a fénytörésen alapul: a készülék prizmájára helyezett minta fénytörési szöge alapján határozza meg a cukortartalmat. Így egy

Brix-foknyi érték körülbelül 1% cukrot jelez az oldatban. A cukortartalom kiszámítása után ezeket az adatokat felhasználjuk a sav-cukor arány számításához, amelyhez szükség van a savtartalom pontos meghatározására is.

A titrálás folyamata a savtartalom meghatározására egyszerűen azzal kezdődik, hogy a mintát, például gyümölcslevet vagy savas oldatot, egy meghatározott térfogatban kimérjük egy edénybe. A minta savtartalmának semlegesítésére ismert koncentrációjú nátrium-hidroxid (NaOH) oldatot használunk, amelyet lassan adagolunk a mintához. Közben folyamatos keverés biztosítja, hogy az oldat egyenletesen reagáljon a savakkal. Az oldathoz indikátort, például fenolftaleint adunk, amely színváltozással jelzi a titrálás végpontját, amikor a sav teljesen semlegesítődött, és a pH elérte a kívánt értéket.

A titrálás során mért NaOH-fogyás mutatja meg, mennyi lúgot használtunk a savak semlegesítésére, és ez az érték közvetlenül összefügg a minta savtartalmával. A savtartalom pontos kiszámításához a NaOH fogyását egy előre meghatározott faktorral szorozzuk meg, amely pontosítja az eredményeket, így a kapott érték hitelesen tükrözi a minta tényleges savtartalmát. Ezt a módszert alkalmazták az Excel dokumentumban szereplő savtartalom meghatározására is, ahol a NaOH-fogyás és a 0,905-ös faktor alapján számolták ki a savtartalmat. (Albert és Keglevich, 2016.)

Az így kapott savtartalom-értékek a cukortartalommal összevetve pontosan mutatják az egyes fajták sav-cukor arányát, amelyet az alábbi képlet alapján számítunk ki:

$$\frac{\text{savtartalom}}{\text{cukortartalom (Brix)}}$$

Ez az arány fontos az áfonya ízprofiljának meghatározásában. Például a kisebb sav-cukor arány (mint a *'Duke'* esetében) enyhébb, édesebb ízt ad, míg a nagyobb arány, mint a *'Valor'* esetében, karakteresebb, savasabb ízt biztosít, ami feldolgozási célra alkalmasabb.

A FRAP-teszt egy antioxidáns-kapacitás mérési módszer, amely a ferri-ionok (Fe^{3+}) ferro-ionokká (Fe^{2+}) való redukcióján alapul. A reakció során az Fe^{2+} ionok alacsony pH-n tripiridil-triazinnal (TPTZ) komplexet képeznek, ami kék színű terméket ad. A szín intenzitása spektrofotometriával mérhető, és az így kapott abszorbancia alapján megállapítható az

antioxidáns-kapacitás aszkorbinsav-egyenértékben, mmol/liter mértékegységben kifejezve. (Ficzek, 2012. pp. 42.-43.)

A polifenolok olyan növényi vegyületek, amelyek több mint 8000 típusú komponenst foglalnak magukban. Ezek a vegyületek nem közvetlen tápanyagok az emberi szervezet számára, de antioxidáns tulajdonságaik miatt fontos szerepet játszanak az egészség fenntartásában, például segítenek a betegségek megelőzésében. Kémiai szerkezetük rendkívül változatos, közös jellemzőjük azonban, hogy legalább egy fenolos gyűrűt tartalmaznak hidroxilcsoporttal kapcsolódva, amely fokozza az antioxidáns hatásukat és hozzájárul védő szerepükhöz. (Ficzek, 2012. pp. 12.)

A kísérleti telepen végzett elemzések során figyelembe vettük a termesztési környezet hatását is. A talaj pH-értékének, nedvességtartalmának és szervesanyag-szintjének mérése alapvető fontosságú az áfonyatermesztés szempontjából. A szlovákiai éghajlati viszonyok mellett a modern öntözőrendszerek, például a csepegtető öntözés alkalmazása biztosította az optimális vízellátást, ami az áfonya növekedéséhez és megfelelő cukor- és savtartalom kialakulásához nélkülözhetetlen. Az öntözés pontos vezérlése lehetővé teszi a vízhiányos időszakokban is a növények egyenletes fejlődését.

A telepi módszerek között szerepelnek a talajvizsgálatok is, amelyek során a szervesanyag-tartalom elemzése hozzájárul a tápanyag-utánpótlás megtervezéséhez. A megfelelő tápanyagellátottság és a rendszeres talajelemzés lehetővé teszi, hogy az áfonya a legkedvezőbb körülmények között fejlődjön, és a mérésekben mutatott sav-cukor arány stabil maradjon. Az alkalmazott módszerek összessége biztosítja, hogy a kísérletek eredményei megbízhatóak legyenek, és támogatják a jövőbeni termesztési irányelvek kidolgozását.

4. Eredmények és kiértékelésük

Ebben a fejezetben bemutatott ismeretek részben az irodalmi forrásokra, részben pedig a kísérleti ültetvény főagronómusának szakmai tapasztalataira épülnek. Vele 2023. őszén egy szakmai beszélgetés – mélyinterjút készítettem a helyi áfonyatermesztési tapasztalatokra vonatkozóan, melyet a dolgozatom eredményeként is ismerttetek. Ezen túlmenően a vizsgált fajták beltartalmi értékeire vonatkozólag szeretnék saját laboratoriumi mérésekre alapozott eredményeket bemutatni.

Ezek a tapasztalatok és eredmények támaszként szolgálnak a Szlovákiában újonnan áfonyaültetvényt létesítők számára.

4.1. Az áfonyatermesztő szlovák cég bemutatása

A VITA – ZEL & company spol. s r.o. 2002 elején alakult, 15 millió szlovák koronás alaptőkével. A vállalat fő tevékenységi köre a zöldségtermesztés mintegy 150 hektáron, valamint zöldség- és gyümölcsnagykereskedelem. A cég termelők által biztosított zöldségek felvásárlását, válogatását, csomagolását és továbbértékesítését végzi. A fő tevékenységek közé tartozik a káposzta- és paprikafélék, uborka és más zöldségek termesztése, amelyek kiváló éghajlati feltételek között nőnek. A vállalat ügyfelei elsősorban nagy kereskedelmi láncok, amelyek különleges csomagolási követelményeket támasztanak. A cég folyamatosan bővíti tevékenységeit, hogy szélesítse kínálatát és növelje a szolgáltatások színvonalát. A cég repertoárja 2023-ban bővült- miután átvette egy másik társcégtől- az általam választott kék áfonya ültetvényt is, mely Plavecký Peter (Detrekőszentpéter) községében helyezkedik el.

A település a Hegyháti-síkság északkeleti részén található, a Kis-Kárpátok lábánál, 30 km-re Malacky (Malacka), Senica (Szenice) és a megyeszékhely, Trnava (Nagyszombat) városától. A falu területe 1498 hektár, tengerszint feletti magassága pedig 226 méter. (Internet 9.)

A kék áfonya ültetvény eredetileg 40 ha-n terült el, amelyből 24 ha számított termőfelületnek az átvétel időpontjában. Azonban a növények jelentős részének kipusztulása miatt a termőterület 15 ha-ra csökkent. Jelenleg további 5 ha-nyi terület kivonása van tervben, ami azt eredményezi, hogy a termőfelület végül mindössze 10 ha-ra fog zsugorodni.

4.2. A kísérleti ültetvény talajtípusai és tápanyag-összetételének vizsgálata

A 40 ha-os ültetvényen négy különböző talajtípus fordul elő, amelyek jelentősen befolyásolják az adott terület termelési potenciálját. A homok talaj, amely 6 ha-t foglal el, könnyű szerkezetű, gyorsan elvezeti a vizet, tápanyagban szegény és alacsony a vízmegtartó képessége, ezért különösen nagy odafigyelést igényel a vízutánpótlás. (Internet 10.)

A szikes talaj, amely 4 ha-n helyezkedik el, nátriumban gazdag és sófelhalmozódás jellemzi, ami jelentősen korlátozza a növények tápanyagfelvételét és gyökérnövekedését. A szikes talaj rossz szerkezete és vízmegtartó képessége, valamint a levegőtlenesség miatt a termékenysége alacsony, ami további talajjavító intézkedéseket igényel. (Szentés, 2021.)

A terület legnagyobb részét, összesen 30 hektárt, lápos réti talaj borítja. Az ilyen talajokon a vízhatás miatt időszakos túlnedvesedés alakul ki. Ez jellemzően akkor fordul elő, amikor a talajvízszint a felszínhez közeli, vagy amikor a terület mélyebb fekvése miatt a felszíni víz felhalmozódik. Ez a típus glejesedéssel és a talaj levegőtlenességével jár együtt, ami korlátozza a víz szabad áramlását és elvezetését. (Internet 11.)

Az egész ültetvény altalaja köves, és alatta vastag agyagréteg található, amely befolyásolja a vízelvezetést és a növények gyökereinek mélyebb növekedését. A termőréteg viszonylag sekély, mindössze 25-30 cm mély, ami ugyan elegendő a sekély gyökérzetű áfonya számára, de rendszeres talajkezelést igényel a megfelelő víz- és tápanyagellátás fenntartása érdekében.

Mivel az ültetvényt a cég 2023-ban vette át, és a rendelkezésre álló talajanalízis eredményei is ebből az időszakból származnak. Azóta sajnálatos módon nem történt újabb talajvizsgálat, így a jelenlegi termesztési feltételek részletes frissítése nem áll rendelkezésre. Ennek következtében a döntések és beavatkozások a korábbi talajelemzések alapján történtek, ami szükségessé teheti a rendszeres talajmonitoring bevezetését a hosszú távú eredményesség biztosítása érdekében.

Sample name: Vitazel pôdna vzorka č. 15
Date of supply: 19.04.2023
Date of analysis: 19.04. - 26.04.2023
výluh: 100g sušiny vzorky/do 500ml - filtrácia

Measurement	Measured value	Unit
Dry matter	75,81	%
pH (25°C)	6,83	
Conductivity (25°C)	0,37	mS/cm
Cations		
Ammonium (NH ₄)	1,370	mmol/kg
Potassium (K)	1,43	mmol/kg
Sodium (Na)	0,85	mmol/kg
Calcium (Ca)	6,76	mmol/kg
Magnezium (Mg)	2,44	mmol/kg
Anions		
Nitrates (NO ₃)	0,04	mmol/kg
Chlorides (Cl)	0,69	mmol/kg
Sulphates (SO ₄)	2,87	mmol/kg
Phosphorus (P)	0,41	mmol/kg
Trace elements		
Iron (Fe)	48,80	μmol/kg
Manganese (Mn)	47,34	μmol/kg
Zinc (Zn)	1,82	μmol/kg
Boron (B)	35,06	μmol/kg
Copper (Cu)	0,52	μmol/kg
Molybdenum (Mo)	13,46	μmol/kg

(7. ábra: Talajanalízis, forrás: saját felvétel)

Sample name: Vitazel pôdna vzorka č. 21
Date of supply: 19.04.2023
Date of analysis: 19.04. - 26.04.2023
výluh: 100g sušiny vzorky/do 500ml - filtrácia

Measurement	Measured value	Unit
Dry matter	76,22	%
pH (25°C)	6,03	
Conductivity (25°C)	0,11	mS/cm
Cations		
Ammonium (NH ₄)	1,547	mmol/kg
Potassium (K)	1,06	mmol/kg
Sodium (Na)	1,12	mmol/kg
Calcium (Ca)	2,25	mmol/kg
Magnezium (Mg)	1,08	mmol/kg
Anions		
Nitrates (NO ₃)	0,11	mmol/kg
Chlorides (Cl)	1,83	mmol/kg
Sulphates (SO ₄)	0,85	mmol/kg
Phosphorus (P)	1,04	mmol/kg
Trace elements		
Iron (Fe)	84,61	μmol/kg
Manganese (Mn)	13,43	μmol/kg
Zinc (Zn)	2,02	μmol/kg
Boron (B)	33,77	μmol/kg
Copper (Cu)	1,45	μmol/kg
Molybdenum (Mo)	0,96	μmol/kg

(8. ábra: Talajanalízis, forrás: saját felvétel)

Az elemzett talajminták (7. ábra és 8. ábra) pH-értékei 6,3 és 6,8 között mozognak, ami kissé magasabb, mint az áfonya számára ideális pH-tartomány (4,5-5,5). Az áfonya savanyú talajt igényel, ezért a jelenlegi pH-érték magasabb, mint az optimális. Ez gátolhatja bizonyos tápanyagok, például a vas, magnézium és a cink felvételét. Viszont azóta a talaj folyamatosan savanyítva volt kénsav adagolásával, bár azóta talaj elemzés nem volt végezve, viszont elképzeléseink szerint a pH szint mára már 5 és 5,5 között mozoghat. Továbbá az elemzésből kiderült, hogy a talaj nitrogénszintje közepes, foszforszintje megfelelő, valamint a káliumszint is megfelelőnek tűnik.

A talajban található kalcium mennyisége viszonylag magas, ami növelheti a talaj pH-értékét, ami az ionantagonizmus jelenségén keresztül akadályozhatja a tápanyagfelvételt. Mivel az áfonya alacsony kalciumtűrő képességű, ezért szükség volt a talaj mielőbbi savanyításának megkezdésére.

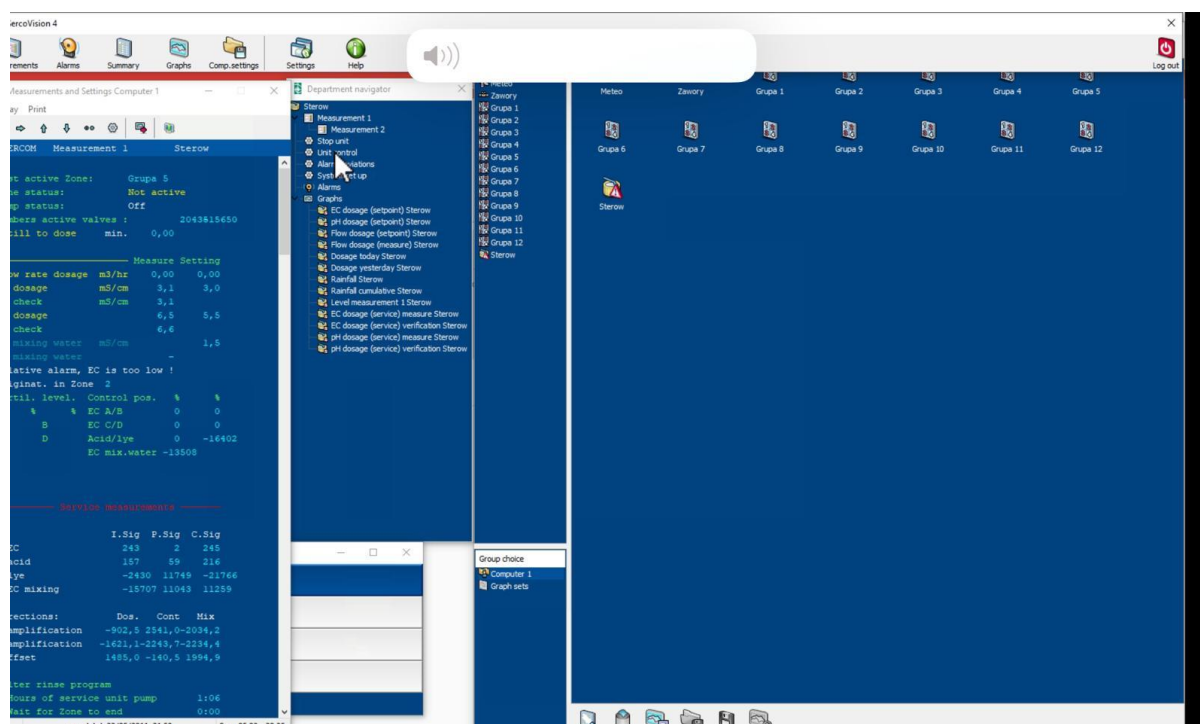
Összefoglalva a talaj összetétele megfelelőnek ígérkezett az áfonyatermesztés szempontjából, különös tekintettel a tápanyagtartalomra és a szervesanyag-szintre, illetve a talaj pH értéke sem kizáró tényező.

4.3.Öntözés és vízminőség-elemzés

Az átvételt megelőzően az ültetvény öntözését a közeli Rudava folyóból és egy 100 m mélyre fúrt kútból oldották meg, azonban a forró időszakokban jelentős problémát okozott, hogy a folyó gyakran majdnem teljesen kiszáradt, ezért már csak a kút volt az egyedüli lehetőség. Ezáltal a növények vízellátása komoly kihívást jelentett, különösen mivel az esővíz gyűjtése sem volt lehetséges. Azóta azonban három új, 100 méter mély kutat fúrtak, ami jelentősen javította a vízellátás biztonságát. Továbbá megoldották, hogy a legkritikusabb napokon, amikor a vízmennyiség nem elegendő, a Bukovái (Bikszárd) víztározóból szállítsanak vizet az ültetvényre.

Az öntözést jelenleg modern csepegtetőrendszerrel oldják meg, amely a lengyel Poldrip (9. ábra) nevű rendszer révén biztosítja a folyamatos és egyenletes vízellátást. Ez a rendszer lehetővé teszi, hogy a növények mindig a megfelelő vízmennyiséghez jussanak, minimalizálva

a párolgási veszteséget, és biztosítva az egyenletes vízeloszlást a gyökérzónában.



(9. ábra: A Poldrip rendszer számítógépes felülete. forrás: saját felvétel)

Az ültetvény átvételekor a legnagyobb problémát az jelentette, hogy a növények vízellátása kizárólag egy kútra és a Rudava folyóra volt korlátozva. Ez különösen a nyári szárazság idején okozott gondot, amikor a növényeknek naponta 1-1,5 órás öntözésre lett volna szükségük, azonban csak 20 percet lehetett biztosítani szektoronként, ami mindössze 30 m³/h vízmennyiséget jelentett hektáronként. Ez nagyban hozzájárult ahhoz a döntéshez, hogy a termőfelületet lecsökkentsék 10 ha-ra. Tehát a Rudava régebben 120 m³ vizet, a régebbi kút pedig 150 m³ vizet adott le egy nap leforgása alatt. Az újonnan telepített három kút, amelyek összesen 752 m³ vizet biztosítanak 24 óra alatt, amely a korábbi viszonyokhoz képest jelentősen nagy különbség, lehetővé teszik a biztonságos és elegendő öntözést minden szektor számára, még a legforróbb napokon is. Ennek köszönhetően már nincs szükség a Rudava folyó vizére, amely egyébként sem volt ideális az áfonyatermesztéshez, mivel pH-értéke túl magas, 8 és 10 között mozgott, ezért nemcsak a föld savanyításához volt szükség a kénsavra, hanem a víz pH mennyiségét is szinten kellett tartani, ami a Poldrip berendezésben 4,8-5,2 pH mennyiségre volt beállítva. Jobbára a régebbi kút volt használatban, amelynek vizéről laboratóriumi vizsgálat is származik (10. ábra).

Sample name: Ovocná Farma Plavecký Peter Studňa
 Date of supply: 19.05.2023
 Date of analysis: 19.05. - 22.05.2023

Measurement	Measured value	Unit
pH (25°C)	6,90	
Conductivity (25°C)	1,00	mS/cm
Cations		
Ammonium (NH ₄)	0,033	mmol/L
Potassium (K)	0,09	mmol/L
Sodium (Na)	0,67	mmol/L
Calcium (Ca)	3,54	mmol/L
Magnezium (Mg)	1,95	mmol/L
K/Ca -ratio	0,025	
Anions		
Nitrates (NO ₃)	0,07	mmol/L
Nitrite (NO ₂)	0,00	mmol/L
Chlorides (Cl)	0,48	mmol/L
Sulphates (SO ₄)	1,30	mmol/L
Hydrogen carbonates (HCO ₃)	7,759	mmol/L
Phosphorus (P)	0,00	mmol/L
Trace elements		
Iron (Fe)	9,47	μmol/L
Manganese (Mn)	3,84	μmol/L
Zinc (Zn)	0,15	μmol/L
Boron (B)	5,37	μmol/L
Copper (Cu)	0,06	μmol/L
Molybdenum (Mo)	0,61	μmol/L
Silicium (Si)	0,15	mmol/L

(10. ábra: Öntözővíz vízminőségi vizsgálati eredmények, forrás: saját felvétel)

A víz pH-értéke 6,90, ami jelentősen meghaladja az áfonya számára ideális 4,5-5,5 tartományt. Az áfonya savanyú talajt igényel, és az öntözővíz pH-értékének beállítása elengedhetetlen annak érdekében, hogy megőrizzük a talaj megfelelő savas kémhatását. A magas pH nemcsak a talaj pH-értékét emelheti, hanem csökkenti a mikroelemek, például a vas és a cink felvehetőségét is, ami klorózishoz, vagyis levélsárguláshoz vezethet. Ezért a Poldrip rendszer pH-beállítása 4,8 és 5,2 között van tartva, és kénsavat használnak a víz savanyítására annak érdekében, hogy a növények számára optimális körülményeket biztosítsanak.

A víz elektromos vezetőképessége (EC) 1,00 mS/cm, ami arra utal, hogy a vízben viszonylag sok oldott só található. Ez a szint még elfogadhatónak tekinthető, de a sókoncentráció magasabb, mint az optimális az áfonyatermesztéshez, ami stresszt idézhet elő a növények számára, különösen a száraz időszakokban. A magas EC-érték hátrányosan befolyásolhatja a tápanyagfelvételt, és hozzájárulhat a talaj sófelhalmozódásához, amely akadályozza a gyökerek egészséges fejlődését. A Poldrip rendszer általában 2,5 és 3 EC értéket próbál tartani,

hiszen képes folyamatosan monitorozni az öntözővíz vezetőképességét, és szükség esetén hígítással biztosítja az optimális EC-érték elérését. A rendszer automatikusan adagol alacsony EC-értékű vizet a megfelelő arányok eléréséhez, így csökkentve az oldott sók koncentrációját. Emellett a rendszer az egyéb vízkezelő anyagok, például a kénsav pontos adagolását is elvégzi, hogy a pH és EC értékek a növények számára kedvező tartományban maradjanak. A rendszer általában 2,5 és 3 EC értéket próbál tartani.

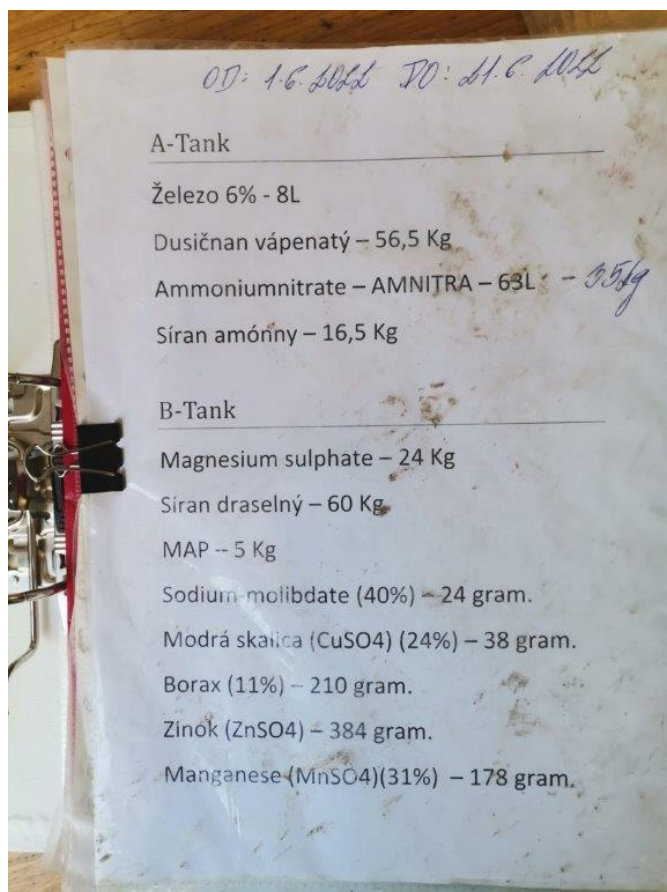
Az öntözővíz kation- és anionösszetétele szintén jelentős hatással van az áfonyatermesztésre, és az elemzés alapján több szempontot is figyelembe kell venni. A kálium (K) szintje 0,09 mmol/L, ami alacsony az áfonyatermesztéshez, így a gyümölcstermés támogatására további káliumpótlás szükséges. A kalcium (Ca) szintje 3,54 mmol/L, ami magasnak mondható, és ez kedvezőtlen lehet, mivel emeli a talaj pH-értékét és akadályozhatja a tápanyagfelvételt. A nátrium (Na) szintje 0,67 mmol/L, amely bár nem extrém magas, idővel sófelhalmozódást idézhet elő, ami megterheli a növényeket. A magnézium (Mg) koncentrációja 1,95 mmol/L, ami megfelelő lehet, de a kalcium és magnézium arányának figyelemmel kísérése elengedhetetlen a növények egyensúlyának fenntartása érdekében.

Az anionok közül a nitrátok (NO_3) mennyisége 0,07 mmol/L, ami elfogadhatónak tekinthető, bár szükség esetén további nitrát-utánpótlásra lehet szükség a megfelelő növekedéshez. A kloridok (Cl) szintje 0,48 mmol/L, ami még nem éri el a káros szintet, de magasabb koncentráció esetén a kloridok toxikus hatást gyakorolhatnak a növényekre. A hidrogén-karbonátok (HCO_3) mennyisége 7,759 mmol/L, ami jelentősnek mondható, és hozzájárulhat a talaj pH-értékének emelkedéséhez, ami kedvezőtlen az áfonya számára.

Az elemzés során kiderült, hogy az öntözővíz kation- és anionösszetétele számos kihívást jelent az áfonyatermesztés számára. A magas kalcium- és hidrogén-karbonát-szintek pH-emelkedést idézhetnek elő. Az optimális eredmények érdekében szükség van a rendszeres vízminőség-ellenőrzésre, valamint a megfelelő tápanyagok pótlására, hogy a növények számára biztosított környezet megfeleljen a termesztési igényeknek.

4.4. Tápanyagutánpótlás

Az ültetvény átvételekor problémák voltak a tápanyagutánpótlással is, ugyanis gyakran nem megfelelő összetételű tápanyagokat kevertek a tartályokba.



(11. ábra: Átvétel előtt használt tápanyag recept, forrás: saját felvétel)

Ez a kép (11. ábra) egy korábbi recept, amelyet most példaként használok. A Poldrip rendszer 'A' és 'B' tartályból keveri az öntözővízhez a tápanyagokat. Az 'A' és 'B' tankban használt anyagok között szerepel a kalcium-nitrát, amelyet az áfonyatermesztésben kerülni kell, mivel a kalcium növeli a talaj pH-értékét, és az áfonya a savas talajt kedveli. Ez a tápanyag alkalmatlan az áfonyák számára, mivel a magas kalciumbevétel rontja a növények tápanyagfelvételét. A receptben található ammónium-nitrát és ammónium-szulfát viszont előnyös, mivel ezek a nitrogénforrások savasan hidrolizálnak, így segítenek fenntartani a talaj savasságát, ami kedvező az áfonyák számára. Viszont a legnagyobb hiba ott volt, hogy ha nitrátot és szulfátot keverünk egy tartályon belül, kémiai reakció léphet fel, különösen akkor, ha a két anyag között erős kölcsönhatások vannak. Emiatt a legtöbb csepegtető berendezés eldugult, amit aztán az ültetvény átvétele után le kellett cserélni.

A 'B' tankban használt magnézium-szulfát és kálium-szulfát jó választás az áfonya tápanyagigénye szempontjából, mivel a szulfát formák szintén savasan hidrolizálnak, és így nem emelik a pH-t, és biztosítják a megfelelő kálium- és magnéziumszinteket, amelyek szükségesek a növények egészséges növekedéséhez és gyümölcsterméséhez.

HNOJIVÁ NA PRÍPRAVU 1000 I KONCENTRÁTNÝ ROZTOK 100-krátny							
PESTOVACIE OBDOBIE	KYSELINA DUSIČNÁ 55% (w/litrach)	NÁDRŽ A Hnojivo	Kg	NÁDRŽ B Hnojivo	Kg	EC	pH
ŠTARTOVACI ROZTOK	57,00	DUSICNAN VAPENATÝ	10	DUSICNAN DRASELNÝ	0	3,19	5,5
		DUSICNAN HORECNATÝ	10	MAP	15		
		DUSICNAN AMONNÝ	10	MKP	15		
		DUSICNAN DRASELNÝ	30	KRYSTALICKÝ SIRAN DRASELNÝ	0		
		TIOSIRAN VAPENATÝ	0	SIRAN HORECNATÝ 7 VODNÝ	25		
		CHLORID DRASELNÝ	0	Calfert Berry DUO litrov	6		
Prvé týždne vegetácie až do konca kvitnutia	57,00	DUSICNAN VAPENATÝ	25	DUSICNAN DRASELNÝ	15	3,15	5,5
		DUSICNAN HORECNATÝ	0	MAP	10		
		DUSICNAN AMONNÝ	7	MKP	10		
		DUSICNAN DRASELNÝ	20	KRYSTALICKÝ SIRAN DRASELNÝ	0		
		TIOSIRAN VAPENATÝ	0	SIRAN HORECNATÝ 7 VODNÝ	10		
		CHLORID DRASELNÝ	0	Calfert Berry DUO litrov	6		
Obdobie rastu a zberu ovocia	57,00	DUSICNAN VAPENATÝ	10	DUSICNAN DRASELNÝ	15	2,97	5,5
		DUSICNAN HORECNATÝ	0	MAP	10		
		DUSICNAN AMONNÝ	0	MKP	10		
		DUSICNAN DRASELNÝ	35	KRYSTALICKÝ SIRAN DRASELNÝ	0		
		TIOSIRAN VAPENATÝ	0	SIRAN HORECNATÝ 7 VODNÝ	10		
		CHLORID DRASELNÝ	0	Calfert Berry DUO litrov	8		

(12. ábra: Új tápanyag recept, forrás: saját felvétel)

Az új recept (12. ábra) viszont figyelembe veszi az áfonya savanyú talajigényét, és ennek megfelelően csökkenti a kalciumtartalmat. A kalcium-nitrát helyett inkább kálium-szulfátot és más szulfát alapú tápanyagokat használnak, amelyek nem növelik a pH-t. Az új receptben a foszfor is szerepel, ami különösen fontos a gyökérnövekedés és a gyümölcstermés szempontjából. Az új keverékek megfelelő egyensúlyt biztosítanak a mikroelemek, például a cink, mangán és bór tekintetében is, amelyek segítenek fenntartani a növény egészséges fejlődését. E szempontok miatt az új tápanyag összetétel sokkal inkább megfelel az optimális áfonya termesztéshez.

4.5. Az ültetvényen termesztett fajták

A 'Duke' áfonya egy északi magasbokrú fajta, amelyet a korai érési ideje és a megbízható, nagy terméshozama miatt különösen kedvelnek a termesztők. A növények általában 1,5-2,1 méter magasra nőnek, sűrű bokrot alkotnak, ami ideális a nagy hozamú termeléshez. A 'Duke' bogyói közepes méretűek, világoskék színűek és feszes állagúak, ami különösen népszerűvé teszi a friss piacokon és a feldolgozóiparban egyaránt. (Internet 12.)

A fajta későn virágzik, ami csökkenti a tavaszi fagyok okozta károk esélyét, ugyanakkor korán, már június elején hozza gyümölcseit. Ez a korai érésű fajta rendkívül ellenálló a téli hidegekkel

szemben, és olyan éghajlati zónákban is sikeresen termesztethető, ahol a hőmérséklet télen gyakran -29°C alá süllyed. A fajta magas terméshozammal rendelkezik, növényenként akár 4,5-6,8 kg bogyót is képes termelni, megfelelő környezeti és termesztési feltételek mellett. A növény fehér, harang alakú virágokat hoz májusban, amelyeket közepes méretű, világoskék bogyók követnek. Ezek a bogyók enyhén édes ízűek és rendkívül jól bírják a tárolást, így friss fogyasztásra és feldolgozásra is kiválóak. Bogyói kiemelkedő ízük és textúrájuk miatt keresettek. A 'Duke' áfonya bogyói kiemelkedő ízük és textúrájuk miatt keresettek. (Internet 13.; Retamales és Hancock, 2018.)

A 'Valor', melyet a *Fall Creek Nursery* fejlesztett ki, egy északi magasbokrú áfonyafajta, amely különösen kiemelkedő hidegtűrése, magas hozama és nagy gyümölcsei miatt. A fajta közepes-késői érésű, ezért a termesztés során hosszabb termési időszak biztosítható vele. A 'Valor' áfonya bokra erőteljes, felálló habitusú, és erős növekedés jellemzi, ami alkalmassá teszi intenzív termesztésre. Ez a fajta különösen ajánlott a hideg éghajlati zónákban történő termesztéshez, ahol fontos a gyümölcs hidegtűrése. Könnyű szedni, ami külön előnyt jelent a nagyobb ültetvényeken. (Internet 14.)

A bogyók mérete nagy vagy nagyon nagy, körülbelül 2,5 gramm súlyúak, 20 mm átmérővel. Egységes alakúak, közepes keménységűek, ami megkönnyíti a betakarítást és a feldolgozást. Kezdetben enyhén fanyar ízűek, de teljes érésük során édesek lesznek. A fajta jól alkalmazkodik a friss piacra és feldolgozásra is, így széles körben felhasználható. (Internet 15.)

A 'Bluecrop' áfonya egy északi magasbokrú fajta, közepes érésű, amely júliusban hozza meg a gyümölcseit. Bokrai erőteljes növekedésűek és akár 1,8- 2,4 m magasra is megnőhetnek. Az egyik legjobban adaptálható fajta, ami magas hozamú, betegség-ellenálló és hosszú termesztési időszakot biztosít. Ez a fajta kifejezetten népszerű a kereskedelmi termesztők és otthoni kertészek körében egyaránt a megbízhatósága miatt.

Bogyói közepes-nagy méretűek, világoskék színűek, és szilárd, de lédús állagúak. Az egységes méret és feszeség miatt jól tárolhatók és szállíthatók. A növény tavaszi virágzása során fehér vagy krémszínű, harang alakú virágokat hoz, amelyek május környékén nyílnak. Ezek a virágok nemcsak esztétikusak, hanem vonzzák a méheket és más beporzó rovarokat, ami hozzájárul a gyümölcsképződéshez. (Internet 16.; Internet 17.)

Az 'Aurora' áfonya egy rendkívül hidegtűrő fajta, amely ideális választás az északi termelők számára. A növény a későn érő fajták közé tartozik, és augusztus végén vagy szeptember elején kezd el érni, ami lehetővé teszi, hogy hosszabb ideig tartó szezonban szüreteljék. Az 'Aurora'

áfonya bogyói nagyok, közepes-nagy méretűek és tartósak a növényen, így tovább érhetnek a tökéletes íz elérése érdekében. Az 'Aurora' öntermékeny, de a terméshozam növelése érdekében ajánlott más későn virágzó fajtákkal együtt ültetni. (Internet 18.)

Az 'Aurora' áfonyabokrok optimális növekedéséhez savas, jó vízelvezetésű talajra van szükség, amely nedves marad, de nem válik vizenyőssé. A növények ideális magassága érett korban körülbelül 1,2-1,5 méter, és a hideg éghajlatú régiókban is jól teljesítenek, hiszen képesek ellenállni akár -34°C hőmérsékletnek is. (Internet 19.)

A 'Liberty' áfonya egy nagyon produktív, késői érésű, északi magasbokrú fajta, amelyet különösen a hideg éghajlatú területeken ajánlanak. A bokor erőteljes növekedésű, akár 1,8-2,4 m magasra is megnő, ha nem metszik rendszeresen. A bogyók közepes-nagy méretűek, világoskék színűek, és kiegyensúlyozott, aromás ízvilágúak. A 'Liberty' áfonya augusztus végén, szeptember elején kezd érni. A bogyók könnyen leválnak a szárról, ami megkönnyíti a szüretelést, akár gépi módszerrel is.

A 'Liberty' bokor a savas, jó vízelvezetésű talajokat kedveli, és rendszeres öntözést igényel, különösen a szárazabb időszakokban. Bár öntermékeny, a nagyobb terméshozam érdekében javasolt más északi magasbokrú fajtákkal együtt ültetni. (Internet 20.; Internet 21.)

4.6. Növényátültetési stratégia az ültetvényen

A vezetőség a termesztés során felmerülő számos probléma, különösen a vízellátás elégtelensége miatt úgy határozott, hogy a termőfelületet 24 hektárról 10 hektárra csökkenti. Bár új kutak létesültek az öntözés támogatására, az így elérhető vízmennyiség még mindig nem elegendő az eredeti terület biztonságos öntözéséhez. Ezért a terület lecsökkentése elengedhetetlenné vált annak érdekében, hogy a fennmaradó növényeket megfelelő vízellátással lássák el.

A csökkentés a bokrok átültetésével valósul meg, összesen tíz szektor marad meg, mindegyik 1 ha, és két cserepes szektor változatlan marad. A szektorok fajtánkénti felosztása a következőképpen alakul: a cserepes szektorokban 'Valor' fajtát termesztene, míg a szabadföldi szektorok közül négy szektorban 'Duke', egy szektorban 'Bluejay', további két szektorban pedig 'Aurora' lesz ültetve. Egy szektoron belül pedig fél-fél hektáron 'Liberty' és 'Bluecrop' fajtákat fognak termesztetni.

A cserepes szektorokban negyven darab sor található, ahol a sor- és tőtávolság 3 m x 1 m, a sorok hossza pedig 120m. A szabadföldi szektorokban eredetileg szintén negyven sor volt, azonban az átültetés után harmincnyolc sor lesz, mivel a szélső sorok mellett elhelyezett szélfogók vizet vonnak el a bokroktól. A szabadföldi szektorokban a sor- és tőtáv szintén 3 m x 1m, és a sorok hossza megegyezik a cserepes szektorokéval.

Az átültetés megkezdése előtt gondosan át kellett gondolni, hogy milyen típusú talajtakaró fólia lenne a legmegfelelőbb az áfonya számára, figyelembe véve a korábbi tapasztalatokat. A telepítéskor használt vékony, fekete szövet fólia nem bizonyult tartósnak, mivel nem rendelkezett UV stabilizálással, és az időjárás viszontagságainak kitéve gyorsan szétesett. Az átültetés során ezt a fóliát egy vastagabb, UV stabil fekete szövetre cserélik, amely várhatóan sokkal ellenállóbb lesz, és remélhetőleg több éven keresztül képes lesz megőrizni tartósságát és funkcionalitását.

Az ültetvény átvételekor komoly problémát jelentett a megfelelő talajelőkészítés és mulcsozás hiánya, amelyek közvetlenül hozzájárultak a növények pusztulásához. Az eredeti telepítés során nem készítettek megfelelő mélységű ültető gödröket, valamint szerves anyaggal sem töltötték fel ezeket, ami elengedhetetlen lett volna az áfonya gyökereinek fejlődéséhez. A tőzeggel feltöltött bakhátak mindössze 5-10 cm magasak voltak, ami szintén nem biztosított elegendő tápanyagot és légáteresztést a növények számára, így azok nem tudtak erős gyökérzetet fejleszteni a túl kemény talajban.

Ezen okok miatt az áfonya bokrok átültetése során az egyik legfontosabb lépés a meglévő bakhátak megemelése. Ennek érdekében az alacsony bakhátakat 30 cm-rel fel kell tölteni tőzeggel (ábra 13.), amelynek pH-értéke 4,5.



(13. ábra: A megemelt bakhát, forrás: saját felvétel.)

A bakhátak megfelelő emeléséhez folyóméterenként körülbelül 100 liter tőzeg szükséges. Az átültetés megtervezésénél figyelembe kellett venni a szektorokban már meglévő bokrok elhelyezkedését is, hogy a lehető legegyszerűbben történjen az átültetés. Végül az a módszer került alkalmazásra, hogy a bakhát elkészítése után a talajtakaró fóliát két oldalról ráhúzzák, majd középen kapcsokkal rögzítik, és a fólia széleit földdel fedik le. Ezt követően a bokrok átültetésre kerülnek markoló géppel (14. ábra) a tőzeggel feltöltött bakhátba, biztosítva a megfelelő gyökérzónát és talajviszonyokat.



(14. ábra: Kiszedett növény a markoló gépben, forrás: saját felvétel.)

4.7.A metszési hiányosságok és következményeik kezelése az áfonyaültetvényen

A metszés elmaradása komoly hatással volt az ültetvény növényeinek fejlődésére, mivel a helyes metszési gyakorlat elengedhetetlen az áfonya optimális növekedéséhez. Az átvétel időpontjában a bokrok már hat évesek voltak, de a kívánt magasságot – ami 1,5 méter lenne ebben a korban – nem érték el, mindössze fél méteresek maradtak. A helyes metszés során az első évben minden virágbimbót el kell távolítani, hogy a növény az összes energiáját a gyökérzet és az ágrendszer megerősítésére fordíthassa. Ez a technika biztosítja, hogy később nagyobb, egészségesebb gyümölcsöket teremjen a növény. Az első két év során az oldalhajtások visszametszése is fontos, mivel ez lehetővé teszi, hogy a növény fókuszáljon a fő vázágak fejlesztésére.

Mindezeket a lépéseket a korábbi kezelők elmulasztották, ami jelentősen befolyásolta a növények növekedését és gyümölcstermését. Az első metszést 2024 telén végezték el az ültetvényen, amely során a fiatalító metszés technikáját alkalmazták. Ez magában foglalta az öt-hat éves vesszők teljes eltávolítását, míg a két-három éves vesszőket és a fiatal hajtásokat meghagyták. A fiatalító metszés célja, hogy a növények szellősebbé váljanak, és megfelelő napfény jusson a növények belső részeibe, ami elősegíti a jobb gyümölcstermést és a növények általános egészségét. A jövőben a metszésre nagyobb hangsúlyt fektetnek, és ezt a folyamatot minden évben megismétlik annak érdekében, hogy a növények megfelelően fejlődjenek és a termés hozam fenntartható legyen.

4.8.Növényvédelem és gyomirtási stratégiák

A kémiai növényvédelem szerencsére nem igényel túlzott erőfeszítést az ültetvényen. Tavasszal és ősszel rezes lemosó permetezést végeznek, amely segít megóvni a növényeket a betegségektől. Virágzás előtt és után monília és botritisz elleni védekezés történik, hogy megakadályozzák ezeknek a gombás betegségeknek a terjedését. A nyári gyümölcsszedési időszak alatt sólymokkal őrzik az ültetvényt, így a kártevőket természetes módon tartják távol.

A gyomirtást nyáron motoros fűkaszákkal végzik a sorok között, míg a sorközökben traktort használnak a gyomok eltávolítására. A remények szerint, miután befejeződik az átültetés és a mulcsozás, a talajtakaró megakadályozza a gyomok növekedését a sorokban, így a jövőben csak traktoros gyomirtásra lesz szükség a sorközökben. Ez a rendszer hosszú távon hatékonyabb növényvédelmet és gyomirtást biztosít majd az ültetvényen.

4.9. Az áfonyafajták beltartalmi értékeinek elemzése – összes savtartalom

A Gyümölcsanalitikai Laboratóriumban mért és számolt adatok elemzése alapján az '*Aurora*', '*Valor*', '*Liberty*', '*Bluecrop*' és '*Duke*' fajták savtartalmát három mérés alapján állapítottuk meg, melyek minden esetben hasonló értékeket mutattak. Ez a módszer biztosítja a savtartalom stabilitását és megbízhatóságát az adott fajták esetében. Ez a módszer biztosítja a savtartalom stabilitását és megbízhatóságát az adott fajták esetében. Az alábbiakban a fajták részletes savtartalmi jellemzőit mutatjuk be, valamint kitérünk a „nátrium-hidroxid (NaOH) fogyás” és a „faktor” szerepére a savasság meghatározásában.

Az '*Aurora*' áfonya savtartalma három mérés alapján átlagosan 0,9318%-os. A „NaOH fogyás” értéke 1,55, amely a 0,905-ös faktor segítségével adja meg ezt az átlagértéket. Ez az érték mérsékelt savasságot eredményez, amely ideálissá teszi az '*Aurora*' fajtát friss fogyasztásra és feldolgozott termékek, például lekvárok, szörpök készítésére.

A '*Valor*' fajta savtartalma három mérés átlaga alapján 1,1319%, amelyet a „NaOH fogyás” 1,87-es értéke és a 0,905-ös faktor segítségével számítottunk ki. Ez az érték kiemelkedően magas savtartalmat biztosít, amely az intenzív ízvilág miatt különösen kedvelt feldolgozási célokra, például süteményekben és különleges desszertekben. A '*Valor*' savassága segít az eltarthatóság növelésében is, mivel a savas közeg természetes védelmet nyújt a mikrobiális bomlás ellen.

A '*Liberty*' fajta három mérés átlagában 1,0328%-os savtartalommal rendelkezik. A „NaOH fogyás” 1,72, amely a 0,905-ös faktorral biztosítja ezt a savtartalmat. A '*Liberty*' enyhén savas ízvilágú, ami sokoldalúan felhasználható mind friss fogyasztásra, mind feldolgozásra. Közepes savtartalma miatt kiegyensúlyozott ízprofilt nyújt, és jó választás a szlovákiai termesztési körülményekhez.

A '*Bluecrop*' fajta három mérés alapján átlagosan 0,7822%-os savtartalommal bír. A „NaOH fogyás” értékei 1,21-1,36 között mozognak, amelyekhez szintén a 0,905-ös faktor került alkalmazásra. Ez a közepes savtartalom kellemes, lágy ízt biztosít, amely ideálissá teszi a fajtát friss fogyasztásra. A '*Bluecrop*' kiválóan alkalmazkodik a szlovákiai hűvös klímához, amely hozzájárul a gyümölcs hosszabb eltarthatóságához és stabil ízprofiljához.

A '*Duke*' fajta savtartalma három mérés átlaga szerint 0,4224%, amely a „NaOH fogyás” 0,68-0,71 közötti értékeiből és a 0,905-ös faktor alkalmazásával került kiszámításra. Ez a legkisebb

savtartalmú fajta a vizsgáltak közül, így könnyedebb, kevésbé savas ízt eredményez. A *'Duke'* kiválóan alkalmas friss fogyasztásra, különösen azok számára, akik az enyhébb ízeket részesítik előnyben. Emellett a *'Duke'* jó hidegtűrő képességgel rendelkezik, és magas terméshozamot biztosít, ami kedvező választássá teszi a szlovákiai termelők számára.

4.10. Az áfonyafajták beltartalmi értékeinek elemzése – összes cukortartalom, Brix érték meghatározása, sav-cukor arány számítása

A Brix-fok a gyümölcslemben található cukrok koncentrációját jelzi, amit refraktométerrel mérnek meg, gyors és pontos eredményt biztosítva. A mérés a fénytörés elvén alapul: néhány csepp mintát helyeznek a refraktométer prizmájára, ahol a fénytörési mutató alapján határozzák meg a cukortartalmat, amelyet °Bx (Brix-fok) egységben fejeznek ki. Ez a módszer egyúttal lehetőséget nyújt az oldat relatív sűrűségének gyors felmérésére is.

Az értékek a következők az egyes fajtákban:

- *'Duke'*: 12,1° Brix – Alacsonyabb cukortartalmú fajta, amely enyhébb, kevésbé édes ízű. Ez a fajta főként friss fogyasztásra alkalmas, különösen azok számára, akik az enyhébb ízeket kedvelik.
- *'Valor'*: 11,5° Brix – Szintén alacsony cukortartalommal rendelkezik, ami az intenzív savasságával párosul. Az alacsony cukor és magas savtartalom együttesen teszi a *'Valor'*-t kiváló alapanyaggá süteményekhez, lekvárokhoz, ahol szükséges az ízek éles kontrasztja.
- *'Bluecrop'*: 12,5° Brix – A közepes cukortartalom egy kiegyensúlyozott ízt eredményez, amely nem túl édes, de kellemes, lágy ízvilágot biztosít. Ez a fajta sokoldalúan használható, mind friss fogyasztásra, mind feldolgozásra.
- *'Aurora'*: 14,8° Brix – Magas cukortartalmával édesebb ízt nyújt, ami ideálissá teszi friss fogyasztásra és feldolgozott termékekhez, például dzsemekhez. Ez az édességi szint egyensúlyban van a közepes savtartalommal, ami összetett, harmonikus ízt ad.
- *'Liberty'*: 15,7° Brix – A legmagasabb cukortartalommal rendelkezik a felsorolt fajták közül, amely erőteljes édes ízt kölcsönöz a gyümölcsnek. Ez a fajta különösen kedvelt friss fogyasztásra és édesített termékek készítéséhez, ahol az édes íz dominanciája előnyös.

Miután megismertük az egyes fajták cukortartalmát, kiszámíthatóvá vált a sav-cukor arány is. Az eredmények a következők:

- *'Duke'*- 0,0349
- *'Valor'*- 0,0984
- *'Bluecrop'*- 0,0626
- *'Aurora'*- 0,0630
- *'Liberty'*- 0,0658

A sav-cukor arány fontos mutató, amely segít meghatározni a gyümölcs ízprofilját és annak felhasználási céljait. Az arány számítása azért szükséges, mert az egyensúly a cukor és sav között meghatározza, hogy a gyümölcs mennyire édes, illetve savas ízű lesz. A kisebb sav-cukor arány általában édesebb, lágyabb ízt jelent, amely különösen friss fogyasztásra ideális. Ezzel szemben a magasabb arány erőteljesebb savasságot eredményez, ami a feldolgozás során, például lekvárok és szörpök készítésénél előnyt jelent, mivel kiegyensúlyozza a cukortartalmat és javítja a termék stabilitását.

4.11. Az áfonyafajták beltartalmi értékeinek elemzése- összes FRAP és Polyfenol érték

A laborban minden fajta mérése tízszeres és ötszörös hígítással történt. Az egyes fajtákra vonatkozó abszorbancia és koncentrációértékek lehetővé teszik az antioxidáns kapacitás összehasonlítását a következők szerint:

'Duke': Átlagos FRAP értéke 21611,84 $\mu\text{M/L}$ és Polifenol tartalma (ötszörös hígításban) 1217,88 mg/L, ami mérsékelt antioxidáns aktivitást jelez. Ez az érték azt sugallja, hogy a Duke fajta antioxidáns kapacitása nem kiemelkedő, de stabil alapot nyújt a friss fogyasztásra vagy alacsony feldolgozottságú termékekhez.

'Liberty': A fajta átlagos FRAP értéke 38836,1111 $\mu\text{M/L}$ és Polifenol értéke 1856,61 mg/L, amely jelentős antioxidáns kapacitásra utal. Ez a fajta érte el a második legnagyobb értéket, mely alapján alkalmas lehet feldolgozott termékekhez is, ahol a magas antioxidáns tartalom kedvező hatású.

'Valor': Az átlagos FRAP értéke 19992,12963 $\mu\text{M/L}$ és Polifenol tartalma (ötszörös hígításban) 1161,08 mg/L, ami a vizsgált fajták közül az egyik legalacsonyabb antioxidáns aktivitást jelzi.

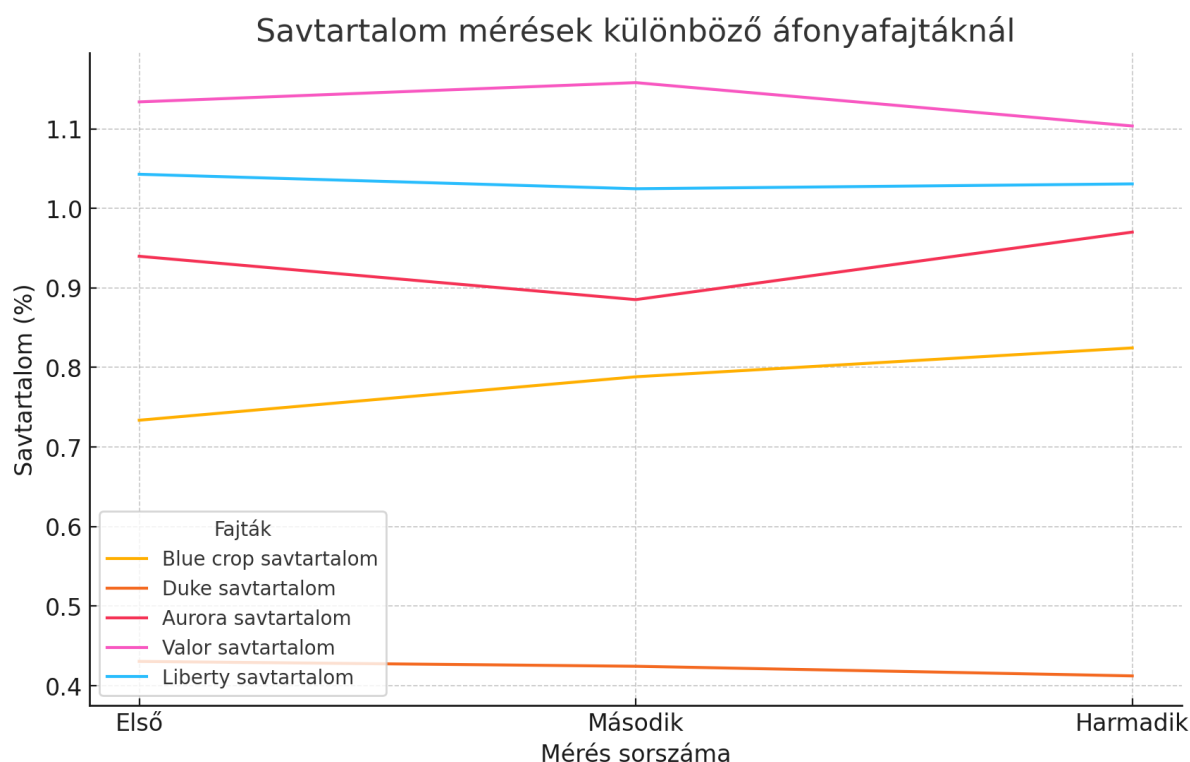
A Valor esetében az alacsonyabb antioxidáns kapacitás a friss fogyasztásra és egyszerű feldolgozásra javasolt felhasználást támogathatja.

'Aurora': A legmagasabb átlagos FRAP és Polifenol értéket az Aurora fajta érte el, 49333,46561 $\mu\text{M/L}$ -rel (FRAP) és 1897,58 mg/L-rel (Polifenol), amely kimagasló antioxidáns kapacitásra utal. Az Aurora nagy antioxidáns tartalma miatt kifejezetten alkalmas lehet olyan feldolgozási formákhoz, mint például a lekvárok és egyéb antioxidáns-gazdag termékek.

'Bluecrop': A fajta átlagos FRAP értéke 29717,90123 $\mu\text{M/L}$ és Polifenol tartalma 1668,53 mg/L, ami közepes antioxidáns aktivitást mutat. Ez az érték kedvezővé teszi mind friss, mind feldolgozott formában történő felhasználásra, kiegyensúlyozott antioxidáns kapacitásának köszönhetően.

4.12.A vizsgálati eredmények bemutatása és értelmezése

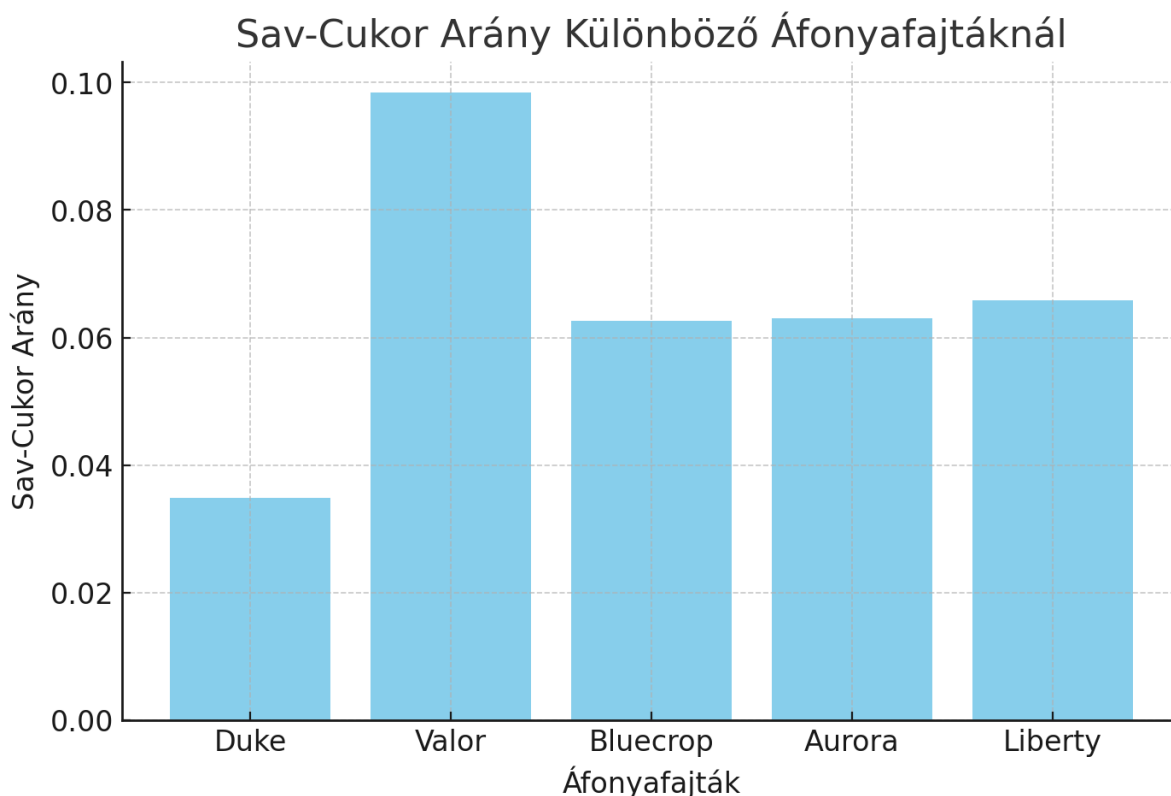
A vizsgálat során elemzett áfonyafajták – 'Aurora', 'Valor', 'Liberty', 'Bluecrop' és 'Duke' – savtartalmát három külön mérés segítségével határoztuk meg, és az eredmények stabilan hasonló értékeket mutattak. Ez a konzisztencia a módszer megbízhatóságát erősíti, és lehetőséget ad az egyes fajták ízprofiljának és felhasználhatóságának pontosabb meghatározására.



15. ábra: Áfonyafajták összes titrálható savtartalma 2024. Plavecký Peter, Szlovákia

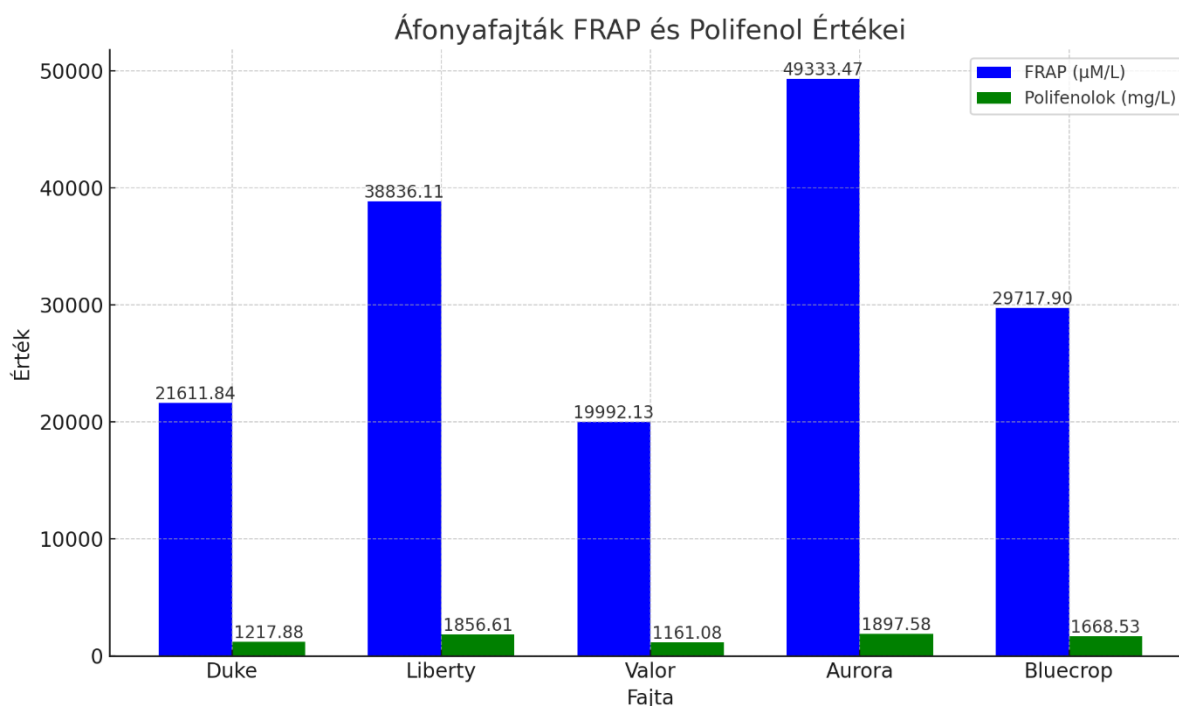
A diagram (ábra 15.) alapján a legmagasabb savtartalmat a '*Valor*' mutatja, amely átlagosan 1,13%-os, míg a '*Duke*' a legalacsonyabb, mindössze 0,42%-os átlagértékkel. A '*Valor*' savtartalma intenzív ízvilágot biztosít, ezért feldolgozási célokra – például lekvárok és sütemények készítésére – ideális választás. Ezzel szemben a '*Duke*' alacsony savtartalma könnyedebb, lágyabb ízt eredményez, ami elsősorban friss fogyasztásra teszi alkalmassá. Az '*Aurora*' és '*Liberty*' közepes savtartalommal rendelkeznek, ami kiegyensúlyozott ízt nyújt, és mind friss fogyasztásra, mind feldolgozásra használhatóvá teszi őket. A '*Bluecrop*' szintén közepes savtartalmú, stabil ízprofiljával jól illeszkedik a szlovákiai klímához, amely kedvez az eltarthatóságnak.

Az eredmények megerősítik, hogy a nátrium-hidroxid fogyás és a hozzá kapcsolódó faktorok módszere lehetővé teszi a különböző savtartalmi szintek pontos kiszámítását, amely elengedhetetlen az egyes fajták sajátos ízjellemzőinek megértéséhez. A diagramon bemutatott adatok egyértelműen szemléltetik a fajták közötti különbségeket, segítve a termesztőket és felhasználókat a piaci igényeknek leginkább megfelelő áfonyafajta kiválasztásában.



16. ábra: A sav-cukor arány áfonyafajták, 2024. Plavecký Peter, Szlovákia

Az áfonyafajták sav-cukor arányának elemzése alapján a különböző fajták ízprofilja jól elkülöníthető, ami iránymutató lehet a fogyasztói preferenciák és a feldolgozási célok szempontjából. A 'Duke' és 'Bluecrop' fajták alacsonyabb sav-cukor aránya enyhébb, édesebb ízt eredményez, amely főként friss fogyasztásra alkalmas. Ezzel szemben a 'Valor' fajta magasabb sav-cukor aránya élesebb ízt biztosít, ezért elsősorban feldolgozott termékekhez ajánlott. Az 'Aurora' és 'Liberty' fajták közepes sav-cukor aránya kiegyensúlyozott érzelményt nyújt, így sokoldalúan felhasználhatóak. Az arány kiszámítása lehetővé teszi a fajták ízprofiljának precíz megértését, és segíti a termesztők döntéseit a helyi piaci igényekhez igazodva.



17. ábra: Az áfonyafajták FRAP és Polifenol szintje, 2024. Plavecký Peter, Szlovákia

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy az elemzett áfonyafajták antioxidáns kapacitása és polifenol tartalma jelentős eltéréseket mutat. Ezek a fajták funkcionális élelmiszerként tekinthetők, ami azt jelenti, hogy nemcsak táplálók, hanem jótékony hatással vannak az egészségre is, mivel magas antioxidáns és polifenol tartalmuk hozzájárulhat a szervezet oxidatív stressz elleni védekezéséhez. Az antioxidánsok szerepe fontos a szív- és érrendszeri betegségek, valamint a daganatos betegségek kockázatának csökkentésében, míg a polifenolok gyulladáscsökkentő és antimikrobiális hatásuk révén támogatják az immunrendszer működését.

A fajták antioxidáns aktivitása a FRAP (ferrik redukáló antioxidáns kapacitás) mérései alapján került elemzésre, míg polifenol tartalmuk mennyiségi meghatározással nyert értékeket. A 'Duke' fajta FRAP értéke közepes (21611,84 μM/L), polifenol tartalma pedig 1217,88 mg/L, ami mérsékelt antioxidáns kapacitásra utal. E fajta stabil antioxidáns alapot biztosít, ezért alkalmas lehet friss fogyasztásra, például reggeli joghurtok, müzlik kiegészítéseként, vagy alacsony feldolgozottságú termékekben, mint például gyümölcsös smoothiek.

A 'Liberty' fajta antioxidáns aktivitása (38836,11111 μM/L) és polifenol tartalma (1856,61 mg/L) magasabb, így ez a fajta megfelelő választás lehet olyan feldolgozott termékekhez, ahol kiemelten fontos a magas antioxidáns kapacitás. E fajta felhasználása ideális lehet dzsemek, gyümölcslevek, illetve antioxidánsokban gazdag kekszek vagy sütemények alapanyagaként.

A '*Valor*' fajta antioxidáns aktivitása viszonylag alacsonyabb (19992,12963 $\mu\text{M/L}$) és polifenol tartalma (1161,08 mg/L) is mérsékeltebb, ami miatt friss fogyasztásra és egyszerű feldolgozásra ajánlható, például nyers fogyasztásra, gyümölcssalátákhoz, illetve házi készítésű smoothie-khoz, ahol a friss, természetes íz és tápérték dominál.

Az '*Aurora*' fajta ért el kiemelkedően magas FRAP (49333,46561 $\mu\text{M/L}$) és polifenol értéket (1897,58 mg/L), ami kiemelkedő antioxidáns kapacitásra utal. Az Aurora különösen alkalmas olyan feldolgozott formákhoz, mint például dzsemek, gyümölcslevek, és egyéb antioxidánsban gazdag termékek, mint például müzli szeletek vagy energiaszeletek. Ezzel a fajta jelentős hozzájárulást nyújthat a szervezet antioxidáns beviteléhez, amely fontos szerepet játszik az egészségmegőrzésben.

Végül, a '*Bluecrop*' fajta közepes antioxidáns aktivitása (29,717 $\mu\text{M/L}$) és polifenol tartalma (1668,53 mg/L) lehetőséget biztosít mind friss, mind feldolgozott formában való felhasználásra. E fajta kiegyensúlyozott antioxidáns és polifenol szintje miatt sokoldalúan alkalmazható, például smoothie alapanyagként, joghurtokhoz, müzlikhez, valamint különféle gyümölcstermékekhez.

Összességében, ezen fajták változatos antioxidáns és polifenol tartalmuk révén különféle felhasználási lehetőségeket kínálnak, és mind hozzájárulhatnak a funkcionális táplálkozás népszerűsítéséhez, támogatva az egészségmegőrzést és a krónikus betegségek kockázatának csökkentését.

5.Következtetések és javaslatok

Az áfonyatermesztési tapasztalatok alapján az ültetvény sikerességéhez és fenntarthatóságához szükséges javaslatokat az alábbi szempontok alapján fogalmaztam meg:

- Vízellátás javítása és öntözőrendszer fejlesztése

Az ültetvény vízellátásának fejlesztése kulcsfontosságú a terméshozam növeléséhez és a növények egészségének fenntartásához. A csepegtető öntözés modernizálása, például érzékelők telepítése a talaj nedvességtartalmának folyamatos mérésére, lehetőséget nyújtana a vízfelhasználás optimalizálására, így a növények mindig a megfelelő mennyiségű vízhez juthatnak. Ezen felül az esővíz gyűjtése és tárolása is hozzájárulhat a vízfelhasználás hatékonyságának növeléséhez, különösen száraz időszakokban.

- Talajjavítás és tápanyagellátás optimalizálása

Az ültetvény talajtípusainak elemzése alapján látható, hogy különféle talajtípusok, például homokos, lápos réti és szikes talajok is jelen vannak, amelyek eltérő kezelést igényelnek. A tőzeg alkalmazása és a szervesanyag-utánpótlás rendszeres biztosítása javítja a talaj víztartó képességét és tápanyagellátottságát. Az agyagos réteg jelenléte miatt ajánlott mélyebb rétegművelést is alkalmazni, hogy a vízelvezetést javítsuk. A talaj pH-jának savanyítása és kalciumszintjének csökkentése is szükséges, mivel ezek befolyásolják az áfonya tápanyagfelvételét.

- Növényvédelem és gyomirtás természetes módszerekkel

Bár rovarölő szerek használata megoldást jelenthet, hosszú távon a természetes növényvédelem lenne a fenntarthatóbb megoldás. Javasolt a madárbarát környezet kialakítása, amely segíthet a kártevők természetes ellenségeinek bevonzásában. Az öreg vesszők rendszeres eltávolítása és a megfelelő metszés is segít a fertőzések csökkentésében.

- Metszési technikák alkalmazása a termés maximalizálására

A kísérleti ültetvény metszési gyakorlatainak fejlesztése jelentős hatással lehet a növények terméshozamára és egészségére. Az első két évben a virágbimbók eltávolítása elősegíti a gyökérzet megerősödését és a növények hosszú távú fejlődését. Az idősebb, nem produktív vesszők eltávolításával a fény és a levegő szabad áramlása biztosított lesz, ami elősegíti a gyümölcsök növekedését és az egészségesebb növényeket.

- Ültetési módosítások és bakhátak emelése

Az áfonya bokrok optimális gyökérfejlődése érdekében javasolt a bakhátak megemelése tőzeg felhasználásával. Mivel a gyökérzóna megfelelő kialakítása alapvető fontosságú az egészséges növények fejlődéséhez, a bakhátak emelése 30 cm-rel, tőzeggel feltöltve, biztosíthatja a szükséges tápanyagokat és a megfelelő talajszerkezetet. A talajtakaró fólia alkalmazása csökkenti a párolgást és mérsékli a gyomok növekedését.

- További talajmonitoring és tápanyag-ellátás tervezése

Az ültetvény hosszú távú fenntarthatóságához elengedhetetlen a rendszeres talajvizsgálat, különösen az új tápanyagigények meghatározása és a talaj szervesanyag-tartalmának biztosítása érdekében. A talaj szerves anyagainak rendszeres pótlása és az időszakos pH-ellenőrzés biztosíthatja, hogy az áfonya mindig a megfelelő növekedési feltételeket kapja. A talajmonitoring lehetővé teszi a tápanyagok pontos adagolását és az optimális növekedési körülmények kialakítását.

- Javaslatok a kísérleti eredményekhez.

A kísérleti eredmények szerint az áfonya savtartalma és cukor-sav aránya szorosan összefügg a fajták felhasználhatóságával és piaci igényeivel. Az '*Aurora*' és '*Valor*' közepesen magas savtartalmuk miatt jól kiegyensúlyozott ízt biztosítanak, ideálisak feldolgozott termékekhez és hosszabb eltarthatóságot biztosítanak. A '*Duke*' és '*Bluecrop*' alacsonyabb savtartalma friss fogyasztásra alkalmasabbá teszi őket.

A cukortartalom mérésére alkalmazott refraktométeres módszer gyors és pontos eredményeket adott, és az oldat Brix fokban kifejezett értékei alapján meghatározható volt az ízprofil és a piaci alkalmazhatóság. A magasabb Brix értékű '*Aurora*' és '*Liberty*' fajták különösen édes ízükkal tűntek ki, míg az alacsonyabb Brix-értékű '*Valor*' intenzívebb savas ízvilágot képvisel.

A cukor- és savtartalom arányának folyamatos monitorozása lehetőséget nyújt a termékek ízprofiljának finomhangolására a piaci igényekhez. Ezen mérési adatok alapján ajánlott az arányok változtatása különböző piaci igények szerint.

A sav-cukor arány eredményei alapján javasolt egyes fajtákat specifikusan friss fogyasztásra vagy feldolgozásra előnyben részesíteni a piaci és fogyasztói elvárások szerint. A '*Bluecrop*' és '*Duke*' alacsony savtartalma friss fogyasztásra ideális, míg a magasabb savtartalmú '*Valor*' és '*Aurora*' feldolgozási célokra alkalmasabb.

A vizsgált áfonyafajták közül az '*Aurora*' és a '*Liberty*' kimagasló antioxidáns és polifenol tartalmuk révén különösen alkalmasak feldolgozott termékek előállítására, ahol a magas antioxidáns tartalom hozzájárulhat a termék egészségügyi értékéhez. A '*Duke*' és '*Valor*' fajták mérsékelt antioxidáns aktivitásuk miatt friss fogyasztásra, vagy minimális feldolgozottságú termékekben ajánlhatók, például gyümölcssalátákhoz vagy joghurtok kiegészítésére, ahol természetes antioxidáns hatásuk érvényesülhet. A '*Bluecrop*' fajta kiegyensúlyozott antioxidáns kapacitása sokoldalú felhasználást tesz lehetővé, ezért mind friss, mind feldolgozott formában alkalmas lehet fogyasztásra.

További vizsgálatok szükségesek az antioxidáns kapacitás időbeli változásainak megismerésére a tárolási és feldolgozási folyamatok során, hogy pontosabb képet kapjunk az egyes fajták tartósságáról és tápanyagtartalmáról. Javasolt új antioxidáns-tartósítási eljárások kifejlesztése, amelyek megőrzik az áfonyák természetes antioxidáns tartalmát a feldolgozás és tárolás során. A magas antioxidáns-tartalmú fajták (pl. '*Aurora*', '*Liberty*') beépítése a feldolgozott termékek körébe, mint például antioxidánsban gazdag lekvárok, gyümölcsszósok, amelyek hozzájárulhatnak a funkcionális táplálkozás elterjesztéséhez. Javasolt a polifenol és antioxidáns tartalom mérésére szolgáló módszerek korszerűsítése, hogy pontosabb és reprodukálható eredményekhez jussunk a különböző fajták esetében.

6.Összefoglalás

A dolgozatban a szlovákiai áfonyatermesztés tapasztalatait és az alkalmazott módszereket vizsgáltam meg. Az alkalmazott gyakorlat bemutatásával és annak kritikai értékelésével igyekeztem segítséget nyújtani az esetlegesen áfonyaültetvényt telepítők számára Szlovákiában. Laboratóriumi beltartalmi érték meghatározásaimmal pedig a fajták felhasználhatóságára, a köztük levő különbségekre igyekeztem rávilágítani.

A cukortartalom mérésére digitális Brix-fokolót használtunk, amely gyors és pontos eredményeket nyújtott a gyümölcsök cukorkoncentrációjáról. Ezt a refraktométeres mérést 50-szeres hígításban végeztük, amely megbízható adatokat szolgáltatott az egyes áfonyafajták édességi szintjének meghatározásához. A savtartalmat titrálási módszerrel határoztuk meg, ahol a nátrium-hidroxid fogyást mértük, majd egy korrekciós faktor alkalmazásával számítottuk ki az egyes minták pontos savtartalmát.

A dolgozatban a sav-cukor arány meghatározása is nagy hangsúlyt kapott, hiszen ez az érték alapvető szerepet játszik a gyümölcs fogyasztási és feldolgozási céljainak meghatározásában. A magas sav-cukor arányú fajták, például a '*Valor*', intenzívebb ízvilágot biztosítanak, és főként feldolgozott termékekhez ideálisak, míg a kisebb arányú fajták, mint a '*Duke*', friss fogyasztásra alkalmasak. Ezen módszerek együttes alkalmazása lehetővé tette, hogy részletes képet kapjunk az egyes áfonyafajták ízprofiljáról és felhasználási lehetőségeiről.

A vizsgálat eredményei megerősítették, hogy a talaj megfelelő előkészítése, beleértve a pH-érték optimalizálását, a szerves anyagok pótlását és a megfelelő vízelvezetés biztosítását, alapvető fontosságú az áfonya sikeres termesztése szempontjából. A csepegtető öntözés és a szerves mulcsozás alkalmazása segíti a talaj nedvességtartalmának fenntartását, ami különösen fontos a szlovákiai szárazabb időszakokban.

A dolgozat során alkalmazott módszerek és az eredmények alapján kijelenthető, hogy a rendszeres talajvizsgálatok, a növények tápanyagellátottságának figyelemmel kísérése és az optimális termesztési környezet biztosítása hozzájárulhatnak a szlovákiai áfonyatermesztés hatékonyságának és fenntarthatóságának növeléséhez. Az itt bemutatott elemzések és módszerek hasznos iránymutatást nyújtanak a jövőbeli termesztők és kutatók számára.

7.Irodalomjegyzék:

7.1.Könyvek:

1. Beaudry, R.M., Kalt, W. and Marangoni, A.G., 1998. *Changes in quality and maturity of 'Duke' and 'Brigitta' blueberries during fruit development: postharvest implications.* Journal of the American Society for Horticultural Science, 123(5), pp.775-779.
2. Robert E. Cough, Ronald F. Korcak, 1995. *Blueberries: A Century of Research.*, Food Products Press, New York.
3. Retamales, J.B., Hancock F. James, 2018. *Blueberries.*, CAB International, United Kingdom.
4. Ing. Červenec I., Kobzík E., Kováčik A., 2011. *Možnosti pestovania ekologického ovocia.* OV SZZ, Čadca.
5. Albert A., Keglevich K., 2016. A titrálás alapjai. Budapest. pp.2-4.
6. Ficzek G., 2012. *Hazai alma-és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján.* Doktori értekezés. Budapest.

7.2.Internetes források:

1. Internet 1.: New World Encyclopedia honlapja. Letöltés dátuma: augusztus 19. forrás: https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Blueberry?utm_content=cmp-true
2. Internet 2.: UC Davis weboldala. Letöltés dátuma: augusztus 19. forrás: <https://drive.google.com/file/d/1xeVFDwc5qO6dFS3rHvC5TSXrn5YJ8Lwn/edit>
3. Internet 3.: Vedantu honlapja. Letöltés dátuma: augusztus 21. forrás: <https://www.vedantu.com/biology/hybridization-in-plants>
4. Internet 4.: yourgenome honlapja. Letöltés dátuma: augusztus 21. forrás: <https://www.yourgenome.org/theme/what-is-crispr-cas9/>
5. Internet 5.: Breeding Value honlapja. Letöltés dátuma: augusztus 28. forrás: <https://www.breedingvalue.eu/news/developing-new-breeding-strategies-for-resilient-and-highly-nutritious-berries>
6. Internet 6.: Netafim honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 1. forrás: <https://www.netafimusa.com/agriculture/solutions-for-your-crop/blueberries/>

7. Internet 7.: Fruitfaves honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 1. forrás: <https://fruitfaves.com/how-much-water-does-a-blueberry-plant-need-a-guide-to-blueberry-plant-watering/>
8. Internet 8.: Homegarden honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 1. forrás: <https://homegarden.cahnr.uconn.edu/wp-content/uploads/sites/3479/2022/08/Blueberry-Pruning-Techniques.pdf>
9. Internet 9.: Plavecký Peter honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 14. forrás: <https://www.plaveckypeter.sk/obec/zakladne-informacie/>
10. Internet 10.: Vaderstad honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 14. forrás: <https://www.vaderstad.com/hu/tudastar/agronomiai-ismeretek/amit-a-talajrol-tudni-kell/a-kulonboz-talajok-jellemzi/>
11. Internet 11.: Környezetvédelmi Információ honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 14. forrás: <https://www.enfo.hu/node/658>
12. Internet 12.: Gardenia honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://www.gardenia.net/plant/vaccinium-duke>
13. Internet 13.: Mygardenlife honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://mygardenlife.com/plant-library/blueberry-duke-vaccinium-corymbosum>
14. Internet 14.: Fall Creek Nursery honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/valor-zf08-070>
15. Internet 15.: Tharfield Nursery honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://www.tharfield.co.nz/varieties.php?fruitid=23>
16. Internet 16.: Gardenia honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://www.gardenia.net/plant/vaccinium-corymbosum-bluecrop>
17. Internet 17.: Minneopa Orchards honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://minnetonkaorchards.com/bluecrop-blueberry/>
18. Internet 18.: Minneopa Orchards honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://minnetonkaorchards.com/aurora-blueberry/>
19. Internet 19.: Lush Grove Organic Farm honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://lushgroveorganicfarm.com/products/bushes-small-trees/blueberry-aurora-53180846>
20. Internet 20.: Minneopa Orchards honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://minnetonkaorchards.com/liberty-blueberry/>
21. ÚKSÚP honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://www.uksup.sk/sk>

22. Internet 21.: Fall Creek Nursery honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 18. forrás: <https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/liberty>
23. Kršiak A., 2023. Čučoriedkové plantáže na Orave patria medzi unikáty. Vznikli vďaka rukám výskumníkov. <https://www.startitup.sk/cucoriedkove-plantaze-na-orave-patria-medzi-unikaty-vznikli-vdaka-rukam-vyskumnikov/> Letöltés dátuma: 2024. augusztus 19.
24. Price D., 2023. *Pruning Blueberries to Boost Fruit Production*. <https://nwdistrict.ifas.ufl.edu/phag/2023/03/03/pruning-blueberries-to-boost-fruit-production/> Letöltés dátuma: 2024. október 1.
25. Pelczar R., 2022. *When and How to Prune Blueberries to Get the Most Fruit*. <https://www.bhg.com/how-to-prune-blueberries-6822222> Letöltés dátuma: 2024. október 1.
26. Vanorio A., (N.a.), *When and How to Prune Blueberries to Maximize Your Harvest*. <https://morningchores.com/how-to-prune-blueberries/> Letöltés dátuma: 2024. október 1.
27. Miles, T. and Schilder, A. 2008. *Anthracnose fruit rot (ripe rot)*. Michigan State University. <https://www.canr.msu.edu/blueberries/uploads/files/E3039.pdf> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
28. Deltsidis A., Ames R. Z., Espinoza N., 2023., *Blueberry Harvesting and Postharvest Handling*. University of Georgia Extension, https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/C%201269_1.PDF Letöltés dátuma: 2024. október 11.
29. Stafne E., Williamson J., 2019., *Mechanical Harvesting of Blueberries*. <https://blueberries.extension.org/mechanical-harvesting-of-blueberries/> Letöltés dátuma: 2024. október 11.
30. BreedingValue 2021. *Pre-breeding strategies for obtaining new resilient and added value berries*, <https://www.breedingvalue.eu/news/developing-new-breeding-strategies-for-resilient-and-highly-nutritious-berries> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 19.
31. Noleppa S., Carlsburg M., 2021. *An ex-post evaluation and ex-ante assessment considering the "Farm to Fork" and "Biodiversity" strategies*. <https://euroseeds.eu/news/plant-breeding-is-a-game-changer-for-sustainable-agriculture-new-study-shows/> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 19.

32. Lobos A.G., Hancock F.J., 2015. *Breeding blueberries for a changing global environment: a review.* <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2015.00782/full#B64> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 19.
33. Wilk P., Carruthers G., Mansfield C., Hood V. és munkatársai., 2016. Irrigation management of blueberries in Northern NSW, *Department of Primary Industries - NSW Government.* https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0008/693341/irrigation-management-of-blueberries-in-nthn-nsw.pdf Letöltés dátuma: 2024. október 1.
34. Sial A., 2022. *Identification and Management of Blueberry Bud Mite.* <https://ipm.uga.edu/2022/11/03/identification-and-management-of-blueberry-bud-mite/> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 19.
35. Simon I., (N.a.), Az áfonya, *Gazlap virágok, kertek, növények,* https://www.academia.edu/11329628/Az_afonya Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
36. Cline B., Wilson L., 2014. *Mummy Berry Disease of Blueberry.* <https://content.ces.ncsu.edu/mummy-berry-disease-of-blueberry> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
37. Demchak K., 2023. *Blueberry Disease - Mummy Berry.* <https://extension.psu.edu/blueberry-disease-mummy-berry> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
38. Gama B. A., Phillips A. D., Cerbaro A. V., Harmon F. P., Fraisse W. C., Peres A. N., 2022. *Blueberry Advisory System: A Disease Alert System for Blueberry Anthracnose Fruit Rot.* <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/PP366> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
39. Simpson M., 2020. *Getting to know Botryosphaeria stem blight.* Australian Berry Journal, Edition 2. <https://berries.net.au/wp-content/uploads/2024/01/ABJ-Aut-20-BB-Botryosphaeria-stem-blight.pdf> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
40. Schloemann G. S., Piñero J., 2020. *Blueberry Maggot Fly (Rhagoletis mendax).* University of Massachusetts Amherst <https://ag.umass.edu/fruit/fact-sheets/blueberry-ipm-blueberry-maggot-fly> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
41. Dill J., Drummond F., Yarborough D., 2001. *Monitoring for the Blueberry Maggot (Rhagoletis mendax Curran).* The University of Maine, <https://extension.umaine.edu/blueberries/factsheets/insects/201-monitoring-for-the-blueberry-maggot/> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.

42. Sial A., 2021. *Spotted Wing Drosophila Identification, Monitoring, and Management in Georgia Blueberries*. <https://ipm.uga.edu/2021/05/11/spotted-wing-drosophila-identification-monitoring-and-management-in-georgia-blueberries/> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
43. Isaacs R., Mason K., Wise J., 2010. *Monitoring and controlling bud mites in highbush blueberry*. Michigan State University Extension, https://www.canr.msu.edu/news/monitoring_and_controlling_bud_mites_in_highbush_blueberry Letöltés dátuma: 2024. szeptember 19.
44. Hanson E., Hancock J., 1996. *Managing the Nutrition of Highbush Blueberries*. https://www.canr.msu.edu/resources/managing_the_nutrition_of_highbush_blueberries_e2011/ Letöltés dátuma: 2024. október 1.
45. Wilk P, Ireland G. és munkatársai, 2008. *Soil and Water Management Practices for Blueberry growers in Northern NSW, Department of Primary Industries - NSW Government*, pp. 3-15. https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0009/197190/blueberry-soil-water-management-northern-nsw.pdf Letöltés dátuma: 2024. október 1.
46. Ames R. Z., Porter W., Hawkins G., Harris G., Saha U., 2017. *Blueberry irrigation water quality*, University of Georgia Extension, pp. 1-8. https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/C%201105_4.PDF Letöltés dátuma: 2024. október 1.
47. Phillips D., Williamson G. J., 2020. *Nutrition and Fertilization Practices for Southern Highbush Blueberry in Florida*, <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1356> Letöltés dátuma: 2024. október 1.
48. Szentes D., 2021. *Magyarország talajtípusai III.: szikes talajok*. <https://agroforum.hu/szakcikkek/talajmuvelo/magyarorszag-talajtipusai-iii-szikes-talajok/> Letöltés dátuma: 2024. október 14.

8.Ábrák jegyzéke:

1. University of Georgia Plant Pathology, University of Georgia
<https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1496520> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
2. Miles, T. and Schilder, A. 2008. *Anthrachnose fruit rot (ripe rot)*. Michigan State University. <https://www.canr.msu.edu/blueberries/uploads/files/E3039.pdf> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
3. Tennakoon K., 2016. *Botryosphaeria disease in New Zealand blueberry gardens: identification of pathogens, inoculum sources and factors affecting disease development*. Semantic Scholar.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Botryosphaeria-disease-in-New-Zealand-blueberry-of-Tennakoon/9aabbba6d1fd53e5500ba7ad4596591b21e3dd66> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
4. Payne A. J., USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org
<https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1227010> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
5. Matteo Maspero and Andrea Tantardini, Centro MiRT - Fondazione Minoprio
<https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU/photos> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.
6. Payne A. J., USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org
<https://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1227017> Letöltés dátuma: 2024. szeptember 23.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Plauterová Dominika
A Hallgató Neptun kódja: YYH060
A dolgozat címe: Állomány-termesztési tapasztalatok Szlovákiában
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Kerékesz tudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gyümölcs-termesztési Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024. év 10. hó 28. nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

NYILATKOZAT

Glavtzerova Dominika (név) (hallgató Neptun azonosítója: YYH060)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom /nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2024. év 10. hó 28. nap




belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.