

SZAKDOLGOZAT

Szente Zsófia Fruzsina

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

KERTÉSZETTUDOMÁNYI INTÉZET

BUDAPEST

Precíziós lehetőségek az ökológiai szőlőtermesztésben

Szente Zsófia Fruzsina

Kertészmérnök BSC

Készült a Szőlészeti Tanszéken

Közreműködő tanszék(ek): Agroökológiai és Ökológiai Gazdálkodási Tanszék

Tanszéki konzulens: Dr. Bodor-Pesti Péter

Konzulens(ek): Divéky-Ertsey Anna

Bírálok: _____

Budapest, 2023.05.02.

tanszékvezető/szakirányfelelős

konzulens

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés.....	6
2.	Célkitűzés.....	6
3.	Ökológiai gazdálkodás	7
3.1	Ökológiai gazdálkodás alapjai.....	7
3.2	Az ökológiai gazdálkodás fő szabályai	8
3.2.1	A talaj kiemelt szerepe az ökológiai gazdálkodásban.....	8
3.2.2	Szennyeződések minimalizálása	8
3.2.3	Növénytermesztési szabályok	9
4.	Ökológiai szőlőtermesztés.....	10
4.1	Ökológiai szőlőtermesztés fő elvei	10
4.1.1	Termőhely választás fontossága.....	10
4.1.2	Ültetvényszerkezet kialakítása	10
4.1.3	Ökológiai növényvédelem a szőlőtermesztésben	11
4.1.4	Termesztéstechnológiai elemek alkalmazása	13
5.	Precíziós gazdálkodás	16
5.1	A precíziós gazdálkodás kialakulása	16
5.2	A precíziós gazdálkodás céljai és elvei.....	17
6.	Precíziós gazdálkodás eszközei.....	19
6.1	Terület alapú gazdálkodás távérzékeléssel	19
6.1.1	ISOBUS fogalma és használata	19

6.1.2	Helymeghatározás /GPS használata a távérzékelésben	19
6.1.3	Monitoring- multispektrális kamera használata a távérzékelésben 20	
6.1.4	Szenzoros mérések a precíziós gazdaságban	21
6.1.5	VRT technológia használata a precíziós gazdálkodásban (Variable Rate Technology/Application)	23
6.2	Robotika alkalmazása szőlőtermesztés munkafolyamataihoz	24
6.3	Precíziós eszközök felhasználása a növényvédelemben	25
6.3.1	Betegségek megelőzése/kezelése	26
6.4	Drón használata a precíziós gazdálkodásban	27
6.4.1	„Dróntörvény”	29
6.4.2	Permetező drónnal kapcsolatos jogszabályok	29
6.4.3	Növényvédőszer kijuttatásának feltételei	31
6.4.4	Elsodródás veszélye a permetszer kijuttatása során.....	32
7.	Az ökológiai szőlőtermesztést támogató precíziós technológiák.....	34
7.1	Termesztéstechnológia	35
7.1.1	Változtatható dóziszú tápanyag kijuttatás.....	35
7.1.2	Metszés és zöldmunkák robotizálása	35
7.1.3	Lombfalszerkezet leírásának módszerei: RGB.....	36
7.1.4	Területválasztás fontossága: LiDAR domborzatmodell	37
7.1.5	Takarónövényhasználat robotizálása	38
7.1.6	Drón használat a növényvédelemhez.....	39
8.	Következtetések	42

9. Összefoglalás	42
10. Irodalomjegyzék	44

1. BEVEZETÉS

Az ökológiai gazdálkodás és a precíziós gazdálkodás két különálló, de egymástól nem teljesen független rendszer a mezőgazdaságban. Mindkét módszer iránt egyre növekvő az érdeklődés világszerte és egyre fontosabbá válik a mezőgazdasági termelésben, mivel a népesség folyamatosan növekszik, így a természeti erőforrásokra is egyre nagyobb súly nehezedik.

A gazdálkodók között egyre többen törekednek arra, hogy a termelés fokozása mellett a környezeti hatásokat minimalizálják. Az ökológiai gazdálkodás fenntarthatóbb és környezetbarátabb módszereken alapszik. A precíziós gazdálkodás pedig a termelés hatékonyságának fokozására törekszik az erőforrások célszerűbb felhasználásával.

A dolgozatomban azért szeretnék ezzel foglalkozni, mert ez a két gazdálkodási módszer egyre több érdeklődést kap a gazdák felől és kíváncsi vagyok, hogy a fenntarthatóságot miként támogatja közösen a két rendszer.

2. CÉLKITŰZÉS

A dolgozatomban az ökológiai szőlőtermesztésre koncentrálni és a precíziós gazdálkodást vizsgálva szeretnék egy képet kapni arról, hogy milyen egyezőségeket mutat a két gazdálkodási forma. Az érdekel, hogy vonhatók-e párhuzamok a kettő között, illetve rendelkeznek-e közös eszközökkel, célkitűzésekkel. Először az ökológiai gazdálkodást tekintem át és foglaltam össze a főbb jellemzőket. Tovább haladva az ökológiai szőlőtermesztésre vonatkozóan nézem meg, hogy mikre kell ügyelni egy öko szőlőültvényben. Kitérek a növényvédelemre, agro és fitotechnikára. Ezután a precíziós gazdálkodást és a használt eszközeit mutatom be. A drón használatot, távérzékelést és különböző technikákat. Végezetül megnézem, hogy milyen precíziós technikák illeszthetők be egy ökológiai szőlőtermesztésbe.

A témát azért választottam, mert még nem talákoztam olyan szakirodalommal, ami erről az oldalról vizsgálta volna meg a szőlőtermesztést.

3. ÖKOLÓGIAI GAZDÁLKODÁS

„Az ökológiai termelés egy gazdaságirányításból és élelmiszer-termelésből álló átfogó rendszer, amely ötvözi a legjobb környezetvédelmi gyakorlatokat, a magas szintű biodiverzitást, a természeti erőforrások megőrzését, a magas szintű állatjólléti szabványok alkalmazását és a bizonyos fogyasztók természetes anyagok és eljárások használatával előállított termékek iránti preferenciájával összhangban lévő termelési módszereket. Az ökológiai termelési módszernek így kettős társadalmi szerepe van, egyrészt gondoskodik olyan speciális piacról, amely a fogyasztók ökológiai termékek iránti igényét kielégíti, másrészt olyan közjavakat termel, amelyek hozzájárulnak a környezet védelméhez és az állatjólléthez, valamint a vidékfejlesztéshez” (A tanács 834/2007/EK rendelete az ökológiai termelésről és az ökológiai termékek címkézéséről)

3.1 Ökológiai gazdálkodás alapjai

Az ökológiai gazdálkodás alapjait az IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movement) határozta meg 4 elv alapján.

- Méltányosság elve: etikusabb rendszer kialakítása az állatokkal történő bánásmódhoz, illetve a biogazdálkodásban részt vevő kapcsolatokhoz. (Tamm et al. 2013)
- Egészség elve szerint: A termék előállításának folyamata ne legyen káros hatással a környezetre, az emberek, állatok és növények egészségére, jólétére. Olyan táplálék biztosítása, ami elegendő mennyiségű tápanyaggal rendelkezik, és eleget tesz a fogyasztó igényeinek. (Tamm et al. 2013)
- Gondosság elve: Az ökológiai gazdálkodásban fontos az elővigyázatosság és a felelősségvállalás. Az új technológiákat el kell bírálni a meglévő módszereket pedig megvizsgálni azért, hogy az előállított termékek biztonságosak, egészségesek és környezetkímélően legyenek. (Roszík, 2018)
- Az ökológia elve: Az ökológiai gazdálkodásnak az élő ökológiai rendszereken és ciklusokon kell alapulnia, együtt kell működnie velük, utánoznia kell őket, és segítenie kell fenntartásukat. (Tamm et al. 2013)

3.2 Az ökológiai gazdálkodás fő szabályai

3.2.1 A talaj kiemelt szerepe az ökológiai gazdálkodásban

A talaj az egyik pótolhatatlan eleme ennek a gazdálkodási formának. Az egészséges növények és állatok kulcsfontosságúak az egészséges emberi táplálékhoz, ehhez pedig szükséges az egészséges talaj is.

A cél, hogy ne közvetlen módon, hanem ökoszisztémán keresztül tápláljuk az élő talajt. A talajban élő szervezetek (rovarok, gombák, baktériumok, makro-mikroorganizmusok) növényi maradványokat, állati trágyát képesek lebontani ezzel feltárlják a bennük lévő tápanyagokat, így a növények is hasznosítani tudják. A tápanyagon kívül a talaj szerkezetét javítják (nedvességtartalom, talaj levegőtartalma). Olyan ökológiai gazdálkodási gyakorlatokkal, mint a vetésforgó, hüvelyesek (nitrogéngyűjtő baktériumok) komposzt, zöldtrágya (talajtakarás) biztosítjuk az ásványi anyagok körforgását és növeljük a talaj szerves anyag tartalmát, és az ellenállóságát a kiszáradással, a tömörödéssel és az erózióval szemben. (Tamm et al. 2013) A tápanyag igényt ökológiai termelésben engedélyezett trágya és talajjavító szerekkel ki lehet egészíteni, de nyilvántartást kell vezetni a felhasznált anyagokról. (Stolze et al. 2000) A talajtermékenység megőrzéséhez lényeges a kímélő talajművelés, a talajtömörödés elkerülése érdekében. Az intenzív talajműveléssel a talaj szerves anyag tartalma gyorsabban lebomolhat.

Az ökológiai gazdálkodásról szóló 2018/848-as rendelet megtiltja a talaj nélküli gazdálkodást a növénytermesztésben és a föld nélküli gazdálkodást (például: rácspadozaton tartás) az állattartásban. Semmilyen módon nem lehet közetgyapoton, vagy vízkultúrát termesztés (kivéve cikória vagy csíranövény termesztésnél) folytatni, még akkor sem, ha mondjuk a védekezés, vagy a tápoldatozás öko előírásoknak eleget tenne. Állattartásnál, ha minden megfelel az ökológiai szabályoknak, de a trágyát nem képes elhelyezni, akkor nem minősíthető a gazdálkodásból kikerülő termék bionak. (Roszik, 2018)

3.2.2 Szennyeződések minimalizálása

A mezőgazdasági tevékenységek és az élelmiszeripar szennyező hatással vannak az ökoszisztémára. A talajra, levegőre, vízre, emberi egészségre.

Növényvédőszerek, műtrágyák a talajba mosódva elérhetik az ivóvízforrásainkat, ha nem megfelelő módon és mennyiségben vannak kijuttatva. Az ivóvizekben megnövekedhet a

nitráttartalom. A rossz talajművelésből kialakult talajpusztulás folyamatai (defláció, erózió) is jelentős szennyezést okozhatnak a vizekben. Az erózió miatt a folyókba, patakokba kerülhetnek a talaj részei, így a benne lévő tápanyagok is (nitrogén, foszfor, szerves anyagok). A túlzott tápanyag, ami a vízbe kerül eutrofizációt (algásodás) eredményez, ezzel a víz oxigénszintje csökken és a vízi élőlények pusztulását okozza. Szennyezést okozó forrás még a különböző élelmiszeripari feldolgozóban, vágóhidakon keletkezett szennyvíz, amit nem megfelelően kezelnek. (Roszík, 2018) A talajból származó szennyezésre a megoldás lehet például a talajtakaró növények ültetése vagy a talajképzés.

Az ökológia gazdálkodásban a szintetikus növényvédő szerek és műtrágyák használata tiltva van, ezért a szennyezés ezen formái kizárhatók. A szerves trágya vagy más engedélyezett nitrogén tartalmú tápanyagutánpótló készítmény használatára is van korlátozás, az esetleges szennyezés elkerülésére, a nitrogén kijuttatás szabálya, hogy évi maximum 170 kg N-hatóanyagot lehet felhasználni hektáronként. Amit lehet használni, pl. gilisztahumusz, alginit, bio, vagy nem iparszerűen tartott állatok trágyája.

3.2.3 Növénytermesztési szabályok

Növénytermesztési általános követelmények, hogy „az altalajjal és az alapkőzettel kapcsolatban álló élő talajjal, vagy az ökológiai termelésben engedélyezett anyagokkal és termékekkel kevert, vagy termékennyé tett élő talajban kell termesztetni”

„Csak olyan növénytermesztési technológiák alkalmazhatók, amelyek révén elkerülhető, vagy minimálisra csökkenthető a környezetszennyezés.” ((EU) 2018/848 rendelete)

4. ÖKOLÓGIAI SZŐLŐTERMESZTÉS

4.1 Ökológiai szőlőtermesztés fő elvei

4.1.1 Termőhely választás fontossága

A növények fejlődését egészségi állapotát termőhely nagyban befolyásolja. Amikor a szőlő számára területet választunk a következőket kell figyelembe venni:

- terület fekvését
- klimatikus viszonyokat (hőmérsékleti viszonyokat, a napsütéses órák számát, eső mennyiségét)
- parcellák elrendezését (Hofmann et al. 1995)

Olyan területeket kerülni kell, amik túlzottan nedvesek a páralecsapódás, köd miatt. A hideg, fagyos területek, vagy a túlzottan száraz területeket is javasolt elkerülni, a szőlő megfelelő növekedése érdekében. (Szőke, 2018)

4.1.2 Ültetvényszerkezet kialakítása

4.1.2.1 Fajtahasználat

Az ökológiai szőlőtermesztésben a fajtahasználat igen fontos tényező a fenntartható termesztés és a jó minőségű borok előállítása szempontjából. Olyan szőlőfajtákat érdemes választani, ami különböző betegségekkel és kártevőkkel szemben ellenálló, a termesztési körülményekhez jól tudnak alkalmazkodni, és genetikailag nem módosítottak. (Hofmann et al. 1995). Fel kell mérni telepítés előtt, hogy a területen milyen fő károsítók jelentek meg korábban és aszerint választani fajtát. Igen jó ellenállóképessége van lisztharmattal szemben a Szürkebarátnak, Pinot blancnak, de Chardonnay, Olaszrizling, Pinot noir is jó ellenálló képességgel rendelkezik. A fagyokat jól viseli a Rajnai rizling, Olaszrizling, Pinot blanc, Szürkebarát stb. (Hofmann et al. 1995)

4.1.2.2 Tőkeművelésmód

Művelésmód megválasztásánál a keskeny, szellős lomfalat kell szem előtt tartani, emellett számba kell venni a talaj típusát, a fajtát, ökonómiai feltételeket stb. A Moser-művelés, vagy az ernyőművelések valamelyike ajánlott. (Szőke, 2018) A művelésmódok egyike és a helyesen megválasztott támrendszer lehetővé teszi a fűrtzóna megfelelő szellőzését és ez gyorsan felszáradó lombozatot eredményez. Amennyiben a szellőzés megfelelő, akkor a

betegségek kevésbé tapadnak meg a növényeken és a termés hozamot sem csökkentik. (Hofmann et al. 1995)

4.1.2.3 Tenyésztési terület

A megfelelő sor és tőtávolságot a megválasztott művelésmód alapján alakítjuk ki. Egy ívelt szálvesszős közepes törzsmagasságú tőkeformánál 1,8-2,2 métersortávolsággal és 1-1,2 méter tőtávolsággal számolhatunk. (Hofmann et al. 1995)

4.1.3 Ökológiai növényvédelem a szőlőtermesztésben

A cél a szintetikus anyagok kizárása, valamint egy zárt gazdálkodási rendszer kialakítása, ami csak helyi forrásokat használ. A szintetikus szerek helyett inkább mechanikai, agrotechnikai, biológiai, néhány természetes permetszerrel (növényi kivonatok) mikrobiológia és biológiai készítményekkel történik a védekezés.

A megelőzés, viszont a legfontosabb az ökológiai szőlőtermesztésben. A megelőzés magába foglalja a megfelelő talajművelést, termőhely- és fajtaválasztást, tápanyagutánpótlási műveletet. (Roszik, 2018) Talajműveléssel a talómaradványok beforgatásával szabályozhatjuk a gyomok növekedését. A talaj forgatása miatt lejjebb kerülnek a gyommagok és a csírázás ellehetetlenül (ez csak akkor teljesül, ha a következő évben nincsen visszaforgatva) (Allen V., 2021) A talajba került növényi maradványok miatt egyes gombakórokozók sem tudnak kialakulni mivel a talaj biológiai aktivitása megnövekszik mikroorganizmusok és az élőlények által, amik a maradványokat bontják le. Preventív védekezésnél fontos, hogy megóvjuk a károsítók természetes ellenségeit.

Biológiai védekezésnél használhatunk makro-, mikroszervezeteket. Hasznos élő szervezetek lehetnek a poloskák, ragadozó tripszek, ragadozó atkák, rovarpatogén gombák, baktériumok. (Szőke, 2018)

Kémiai védekezést csak abban az esetben engedélyezi a jogszabály, ha a szerek használata ökológiai gazdálkodásban engedélyezettek és valós veszély áll fenn a kártevők miatt. Ökológiai szőlőtermesztésben két fő hatóanyagot használhatunk, a rézet és a kén. Mindkettő csak korlátozottan felhasználható, mivel a réz például könnyen felhalmozódik a talajban, a kén pedig a hasznos élő szervezeteket veszélyezteti. Magyarországon rézből évente maximum 6 kg tiszta réz juttatható ki hektáronként. (Benedek et al. 2013)

Nem engedélyköteles termékek is felhasználhatók. Például: tehéntej, szódabikarbóna és a talkum (zsírkő) lisztharmat gombák ellen vagy a konyhasó tarka szőlőmoly ellen. (NÉBIH 2018)

Nébih oldalán megtalálható engedélyezett biogazdálkodásban felhasználható növényvédelmi szerek listája 2023.04.26-án. (1. táblázat)

1. táblázat Ökológiai gazdálkodásban felhasználható növényvédő szerek (NÉBIH)

NÉV	HATÓANYAG	TÍPUS	RENDELTETÉS
Actirob B	Növényi olajok/repceolaj	alapengedély	segédanyag
Biobest® ragacsos illatanyag- és színcsapda	(E,Z)-3,8,11-tetradecatrienil- acetát stb.	alapengedély	csapda
Bioline poszméh	földi poszméh	alapengedély	makroszervezet
Bumble bee poszméh	Bombus terrestris	alapengedély	makroszervezet
Eco-Film	pinolén	alapengedély	segédanyag
Fadoktor	ichtiol, peru balzsam	alapengedély	fasebkezelő
Koppert-Flora poszméh	földi poszméh	alapengedély	makroszervezet
Koppert-Flora ragadozó atka	Amblydromalus limonicus, Amblyseius californicus, stb.	alapengedély	makroszervezet
Koppert-Flora ragadozó poloska	Ephestia kuehniella, Macrolophus pygmaeus, Nesidiocoris tenuis, Orius laevigatus	alapengedély	makroszervezet
Kumulus S	Kén	alapengedély	gombaölő szer
Nemasys-M	Steinernema feltiae	alapengedély	makroszervezet

Nematop	Heterorhabditis bacteriophora	alapengedély	makroszervezet
Nu-Film 17	pinolén	alapengedély	segédanyag
Wetcit	alkohol-etoxilát	alapengedély	segédanyag
Biosol Káliszappan	káliszappan	alapengedély	növényápoló szer

4.1.4 Termesztéstechnológiai elemek alkalmazása

4.1.4.1 Fitotechnikai műveletek

A metszés a művelésmódhoz szorosan kapcsolódik. Metszéssel beállíthatjuk a rügyterhelést. Csak metszéssel nem lehet a megfelelő mennyiségű hajtást elérni, ahhoz még a zöldmunkákat is el kell végezni. A zöldmunkák elvégzése megegyezik a hagyományos gazdálkodásban végzett gyakorlattal. A levelezés és hajtásválogatás a növényvédelemhez és a szőlőtőke jó kondíciójához járul hozzá. (Hofmann et al. 1995)

4.1.4.1 Tápanyag utánpótlás

Mivel az ökológiai gazdálkodásban a szintetikus műtrágyák használata nem engedélyezett ezért más alternatívát kell alkalmazni a *tápanyag-utánpótlásra*. A visszapótlást viszont mindenképpen előzetes talaj- és növényvizsgálatok alapján kell végezni. Számos módszer használható a talaj tápanyag feltöltésére, a levegőből/csapadékvízből, vagy a természetes fizikai és biológiai mállási folyamatokon kívül. A talajok természetes termőképességét befolyásoló tényezőit a 2. ábra szemlélteti. Az egyik a komposztálás, amely során a szőlő hátramaradt szerves anyagait használhatjuk fel, mint például a szőlővesszőt, vagy terméshulladékot (szőlőtörköly). A komposzt növeli a talaj humusztartalmát, több ásványi tápanyagot is tartalmaz. A másik a trágya használat, ami lehet zöldtrágya, vagy ökológiai állattartásból származó állati trágya, valamint ásványi tárgya (pl.:kőporok, ezek csak engedélyezett készítmények lehetnek) használat. A kultivátorral végzett munka, vagy a takarónövények feltörése, mozgatja a talajt így olyan tápanyagok táródhatnak fel, amit eddig a szőlő nem tudott felvenni. (Hofmann et al. 1995) Oda kell még figyelni a talaj kémhatására is, egyes tápanyagok felvehetőségét ez befolyásolja. Általában mészt kijuttatásával állítják be a talaj pH-ját. Meszes termőtalaj esetén pedig gypepesítést alkalmaznak. A megfelelő pH

segíti a talaj mikrobiális aktivitását. (Hofmann et al. 1995) A szőlő tápanyag felvétele a vegetáció alatt változhat. Befolyásolhatja a fajta, az évszám, a terhelés, a termőhely stb. Minden tápanyag máshogyan hat a szőlőre, például a túlzott nitrogéntrágyázás csökkenti a szárazságtűrést, de a megfelelő kálium ellátottság növelheti a szárazság ellenálló képességét. A talaj vízmegtartó képességét a mulcsozás segítheti. Mulcsként használhatunk szalmát fakérget, lombot fűrészport. (Szőke, 2018)

4.1.4.2 Talajművelés/gyomszabályozás

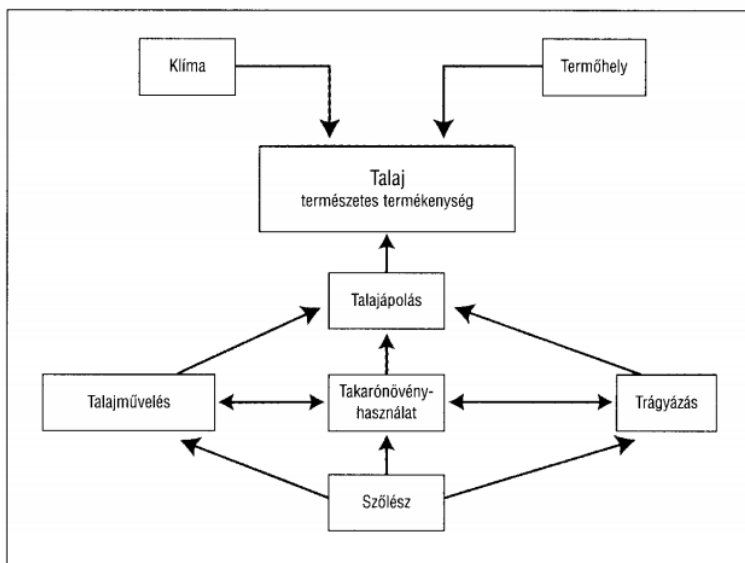
Gyomok ellen mechanikai gyomszabályozást végezhetünk gyomfésűvel, gyomkefével, sorközművelő kultivátorral, ma már precíziós sorközműveléssel is. Ökológiai gazdálkodásról szóló rendelet a gépek használatát nem korlátozza, csak azt írja elő, hogy minél kevesebb romboló hatást végezzenek. Átálló gazdaságnál használható ugyanaz a gép, ami eddig is használatban volt, permetező gépeket viszont mindenképp ki kell mosni. (Roszík, 2018) Mechanikai gyomszabályozást általában a soralj gyomtalanításához használjuk gyakrabban. A másik módszer a talajtakarás. Az élő talajt megfelelően összeválogatott növényekkel fent tudjuk tartani és a gyomokat is visszaszoríthatjuk. (Szőke, 2018) Talajművelés lehet mechanikai (kézi kapa, rotációs kapa, kultivátor, tárcsa, ásógép) vagy biológiai (takarónövény használat). A mechanikai talajművelés a talaj lazítását és szellőztetését jelenti ebben az esetben. Az aktív talajélet emiatt fokozódik. A lazítással a pórustérfogat növekszik és a talajtömörödés megszűnik. (Hofmann et al. 1995)

4.1.4.3 Takarónövény használat (biológiai talajművelés)

A takarónövény használat az ökológiai szőlőtermesztés kiindulópontja. Vethetünk fűvet, vagy meghathatjuk a természetes gyomflórát. Legjobb elhatározás a magkeverékkel való vetés. Ennek ellenére magkeverék választása sem mindegy. Oda kell figyelni, hogy milyen arányban és milyen életformájú fajtákat tartalmaz a keverék, emellett a talaj típusától és a kémhatásától, fajták gyökeresedésétől is függ, mit vethetünk. (Hofmann et al. 1995)

A takarónövény használata számos előnnyel jár. A talajtömörödés mérséklődik, mivel a gépek ritkábban járnak a területre és eső után rá lehet menni. Nagyon fontos előny, hogy az eróziót gátolja. Az erózió a talajszerkezet romlásától és a nem elegendő humusztartalom miatt alakul ki. A humusztartalom növekedik a takarónövény gyökérzetének bomlásával. Egy enyhe vagy egy meredek lejtésű szőlőültetvényben ez nagy problémát okoz. A helyesen megválasztott növénytakaróval a talaj szerkezete is javul és a talajfelszínt érő káros

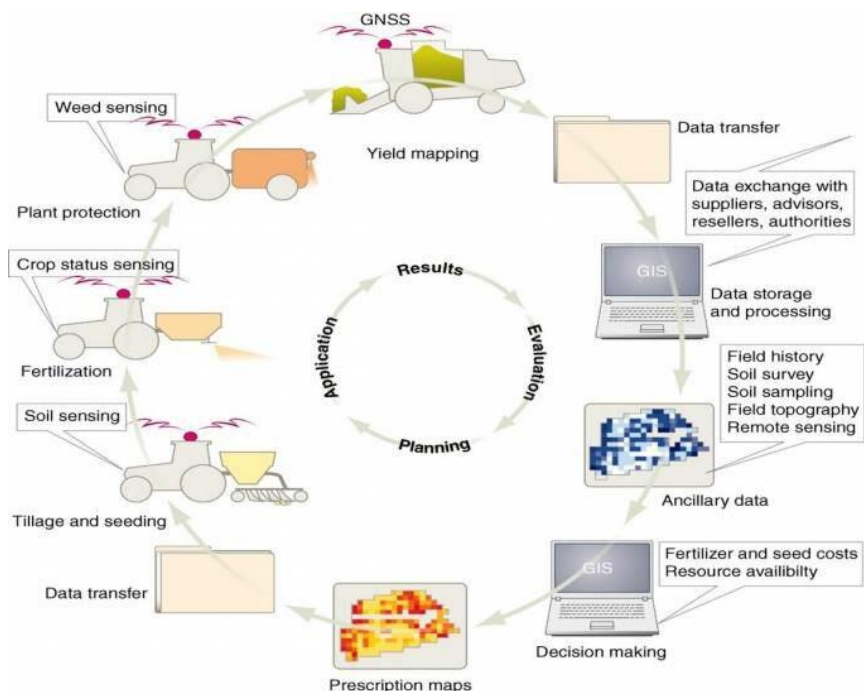
hatásoktól is véd (eső). (Hofmann et al. 1995) A biológiai talajművelésnek azonban hátrányai is vannak. Elengedhetetlen a gyakori kaszálás, ami plusz időt és erőforrásokat igényel. Nem mindegy az sem, hogy milyen kaszálógépet használunk. Olyan területeken lehet csak alkalmazni, ahol az évi csapadékmennyiség 600 mm felett van, mert a takarónövényzet vizet párologtat és tápanyagot von el a szőlőtől. A párologtatás miatt magasabb lehet az ültetvényben a páratartalom, ami miatt a leveleken a víz lassabban szárad meg, ez a korokozók kialakulását segíti. Hátránya még, hogy a takarónövényzet remek búvóhely olyan kártevőknek, mint a pocok, vagy az egér. (Szőke, 2018) A gyepesítés nem mindegy, hogy milyen területen akarjuk végezni. A megvalósítás függ a talaj típusától, a termőréteg vastagságától, a kőtartalmától, a talaj vízkapacitásától stb. (Hofmann et al. 1995)



1. ábra A talajok természetes termőképességét befolyásoló tényezők az ökológiai szőlőtermesztésben (Hofmann et al. 1995)

5. PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS

„A precíziós gazdálkodás egy olyan gazdálkodási forma, amely mérhető információkon alapul, ahol a hagyományos termesztési eljárásokat térbeli információkkal kapcsolják össze. Egy rendszer, amely figyelembe veszi a területen belüli változékonyságot, helyspecifikus beavatkozásokat eszközöl és célja a hatékonyság növelésével egyidejűleg a környezet védelme is.” (Agrofórum) Az 3. ábrán látható, hogy mennyire összetett ennek a gazdálkodási formának a rendszere.



2. ábra Precíziós gazdálkodás rendszere (Jóri, 2017)

5.1 A precíziós gazdálkodás kialakulása

A mezőgazdaság több korszakon ment keresztül, amíg el nem érte a jelen időszakot. A kialakulása megközelíthetőleg 10000 évvel ezelőtt kezdődött, földműveléssel és állattenyésztéssel. Ezt az időszakot Mezőgazdaság 1.0-nak nevezzük. A vadászó, gyűjtögető életmódot felváltotta a helyben történő termelés. Megkezdődött az állatok és növények domesztikációja és az eszközök kifejlesztése, mint például ásó, kapa, sarló. A 18. századtól kezdődött az a szakasz, ahol a mezőgazdaság egyre gépesítetté vált és elkezdődött a nagyüzemi termelés. Megjelentek a traktorok, ezzel a hatékonyság növekedett. A gépek felváltották a kézi munkaerőt, így a termelési munkák hamarabb

befejeződtek, ami a termékek javulását eredményezte. Az 1950-es években a zöld forradalom (mezőgazdaság 2.0) szakaszában a mezőgazdaság nagy iramban fejlődött. A termelést jelentősen segítették az újonnan megjelent mezőgazdaságban felhasználható kellékek. Ilyenek a növényvédőszeres, műtrágyák, speciális gépek. (Jóri, 2017)

Mezőgazdaság 3.0 (precíziós gazdálkodás) Erre az időszakra jellemző az érzékelés, szabályozás automatikus kormányzás, változó mennyiségű kijuttatás, távérzékelés és a legfontosabb az adatfeldolgozás. (Varga, 2019) A precíziós gazdálkodás kezdetben csak a szántóföldi mezőgazdaságra terjed ki, de ma már jelen van számos kertészeti ágazatban, mint a szőlőtermesztésben (Precision Viticulture), de egyre fejlődik a precíziós állattartás is (Precision Livestock Farming). (Gaál et al. 2017)

Mezőgazdaság 4.0 (Future farming) Itt már fejlettebb szenzorok érhetőek el. A termelési folyamatok jobban optimalizálhatók, mivel új algoritmusok és a big data segítik az adatokat információvá alakítani. (Varga, 2019)

Mezőgazdaság 5.0 (Robot farming)- A jelen helyzetben már olyan robotok kerültek a gazdálkodásba, ami emberi jelentléletet nem igényel. Mesterséges intelligenciával, már távolról is lehet irányítani őket. Minden termelési folyamat a növények és állatok igényei alapján vannak kialakítva, emellett a fogyasztók igényei is kielégülnek a megfelelő beltartalmú élelmiszerekkel. (Varga, 2019)

5.2 A precíziós gazdálkodás céljai és elvei

A precíziós gazdálkodást, angolul *'smart farming'* –nak is hívják. A mezőgazdaság minden területén jelen van. A technológia alapja a gépek által gyűjtött adathalmaz. A gyakorlatban az információkat mesterséges intelligencia és a robotika, érzékelők segítségével nyerik ki. Az adatgyűjtés, adatfeldolgozás és az adatok felhasználásával a mezőgazdaság nagy része automatizálható. Előnyei közé tartozik, hogy a termőterületnek, amit fel akarunk mérni, nem szükséges az információ feldolgozó (pl. iroda) közelében lennie, akár egy másik országban is lehet.

A cél a mezőgazdaság hatékonyságának és a termelésének növelése úgy, hogy szem előtt tartjuk a fenntarthatóságot, a környezetre gyakorolt negatív hatások csökkentését. Társadalmi célok, pedig az élelmiszer-minőség és –biztonság. (Gaál et al. 2017)

A precíziós mezőgazdaság következő elveken alapul:

- 1. Adatgyűjtés
- 2. Térképek készítése
- 3. Precíziós trágyázás, öntözés és növényvédelem
 - a. csökkenti a felesleges trágya kijuttatást, ezzel a környezetre gyakorolt hatását is.
 - b. csökkenti a vízfogyasztást
 - c. csökkenti a túlzott vegyszer felhasználást
- 4. Folyamatos fejlesztések

Az 2. táblázatban szemléltetem, hogy miért lehet jó ezt a gazdálkodási formát választani és miért nem.

2. Táblázat Precíziós gazdálkodás előnyei és hátrányai (saját szerkesztés)

Előny	Hátrány
Anyagköltség megtakarítás	Magas költségek és hosszú megtérülési idő
Minőségi és hozamjavulás	Szaktudást igényel
Helyspecifikus adatgyűjtés és felhasználás	Informatikai ismereteket igényel
Folyamatos visszacsatolás	Nem minden növénynél használható
Környezetterhelés csökkentése (csak annyi anyagot használunk fel amennyi szükséges)	Számos adatgyűjtő eszközt, rendszer igényel, amik meghibásodhatnak
	Az adatok kezelése és értelmezése időt és energiaforrást követel

6. PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS ESZKÖZEI

6.1 Terület alapú gazdálkodás távérzékeléssel

6.1.1 ISOBUS fogalma és használata

A traktor ebben a mezőgazdasági formában vezérlőegységként szolgál. Az automatikus kormányzási rendszerek felelnek a precízebb munkavégzésért, illetve már képesek az önálló vezető nélküli működésre is.

ISOBUS egy olyan kommunikációs protokoll, amely képes összekapcsolni, például a traktort és a vontatott gépeket, vagyis kommunikációs kapcsolatot tud létrehozni. Adatcserét tesz lehetővé akár vetőgépek, műtrágyázók és permetezőgépek között. Nem szükséges több külön vezérlő, az ISOBUS UT-val az eszközöket bármelyik gyártó kezelheti és beállíthatja. (Agrogazda)

A CAN-bus (Controller Area Network) rendszer pedig képes a traktorok által összegyűjtött adatok feldolgozására. Megtudhatjuk a permetezési időt, motorterhelést, üzemanyag fogyasztást, nyomásmérőket, munkasebességet, kerékcsúszást stb. Napi, havi, éves vagy szenzorális szinten beszámolókat készíthetők. Ezekkel az információkkal a gépek amortizációját lassítjuk, és a munkavégzést könnyebbé tehetjük. (Szőke et al. 2021) Ez a rendszer lehetővé teszi, hogy az esetleges gondok már távolból kiderüljenek. A szaktanácsadó vagy a gazdálkodó akár telefonról, vagy számítógépen keresztül is megtudja a gépi meghibásodás okát.

6.1.2 Helymeghatározás /GPS használata a távérzékelésben

A mai ember a műholdas helymeghatározást napi szinten használja. A GPS (Global Positioning System) 1990-es évektől könnyíti meg a mindennapjainkat és segít hamarabb megtalálni helyeket, ahova el szeretnénk jutni. 2000-es évektől a globális navigációs műholdrendszerek (Global Navigation Satellite System, GNSS) megszokottá váltak és a járművek navigációja is elterjedt. A GNSS a világűrben idő és helymeghatározást küld a GNSS vevőkészülékeknek (pl: GPS, RTK) . A precíziós növénytermesztés alapját ez adja. A GPS a legfejlettebb műholdas rendszer. 24 darab műholdból áll, ami folyamatosan sugározza a saját pozícióját és pontos idejét. (Monostori, 2021)

A mezőgazdaságban a GPS többek között azért fontos, mert a különböző gépekre szerelt fedélzeti számítógép meg tudja határozni a mezőgazdasági gépek pontos helyét és azt rögzíti is. A rögzített helyzetek információt tudnak adni arról, hogy mennyi idő alatt végezhető el a munka egy adott táblán, ezzel a következő években számolni lehet.

Egyes műveleteknél RTK (Real Time Kinematic) rendszer kell használni, mivel ez a valós idejű kinematikus rendszer centiméter pontosságot tud biztosítani. Az RTK egy olyan műholdas navigációs módszer, ami a GPS adatait centiméter pontosságra alakítja. RTK-s korrekciós jelet használnak olyan műveletekhez, mint a kultivátorozás vagy a vetés. Az RTK-t/GPS-t kiegészítve kormányautomatikával, robotpiótával és sorvezetővel tudjuk a tervezett útvonalat követni. Nem jelent gondot köd, sötét vagy porfelhő sem, mert pontos előre megadott nyomon tud haladni a munkagép. A sorvezető GPS-ek 20-30cm-es precizitással tudnak egyik sorról a másikra fordulni. (Monostori, 2021) Magyarországon több cég is foglalkozik RTK-s helyzetfelméréssel, ilyen a KITE RTK, vagy a AXIÁL MAXI-NET. (Gaál et al. 2017)

6.1.3 Monitoring- multispektrális kamera használata a távérzékelésben

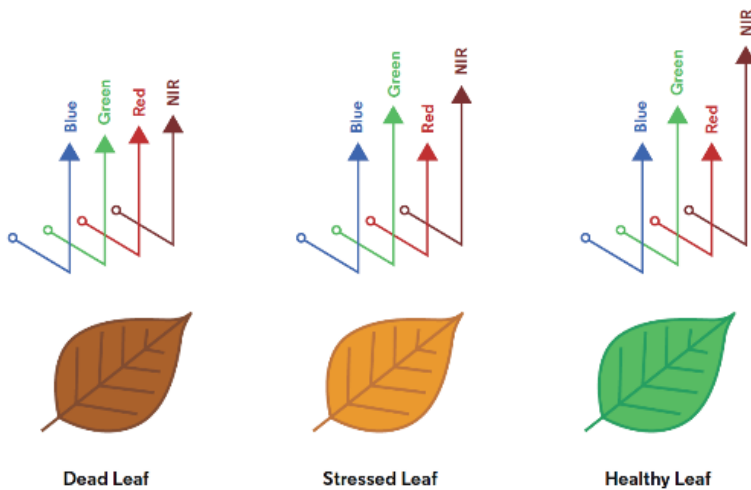
Kezdetben ezt a technológiát a hadipar hasznosította és ők is fejlesztették ki. Mai napig alkalmazzák, de mára már a mezőgazdaság és az űrkutatás is hasznát veszi. Űrkutatáson belül a műholdas képalkotás lehetővé teszi, hogy időjárást előre tudjuk jelezni. (Hegyi, 2021)

A monitoring a precíziós gazdálkodásban fontos szerepet tölt be, mivel a gazdálkodók számára lehetőséget nyújt a valós idejű adatgyűjtéshez, mind magáról a növényről, mind a környezeti paramétereiről (pl.: talajnedvesség, időjárás). Fontos megjegyezni, hogy a távérzékelés nem csak az adatgyűjtésből áll, hanem az adatok feldolgozásából is. Tehát ezáltal a gazdák szakszerű információkkal alátámasztott gyors döntést tudnak hozni a termesztés folyamatairól. A dokumentált adatok a gazdálkodási naplóba kerülnek. (Hegyi, 2021)

A monitoringhoz számos módszer kapcsolódik. Az egyik a multispektrális távérzékelés. Legtöbb esetben ipari drónokra felszerelt kamera a növényekről visszaverődő fényt méri többféle hullámhosszúságon. Az eszköz piros, kék és zöld, valamint szabad szemmel nem látható sugarakat infravörös, ultraibolya (NIR, Near Infrared frequency) is érzékelnek. A multispektrális kamera úgy működik, hogy szűrők segítségével a visszaverődő fényt különböző hullámhosszú sávokra választja szét. Minden sáv egy adott fényhullámhossznak

felel meg, és a kamera minden sávban egy-egy képet rögzít. A képekről tudjuk megállapítani az adott növény állapotát. A rögzített képeket fejlett szoftverek értékelik ki. Ilyen szoftverek például a Pix4D Mapper vagy a Pix4D Fields-A 4. ábrán láthatjuk, hogy milyen szinten nyeli el vagy veri vissza a fényt a levél. Megfigyelhető, hogy egy egészséges levél a kék és a vörös energiáját jobban elnyeli, mint a közeli infravörös sugarakat (NIR) vagy zöld sugarakat. A klorofill tartalom függvényében ez változhat.

Összefoglalva kimondhatjuk, hogy ezek a multispektális kamerák sokat segítenek a gazdáknak abban, hogy optimalizálni tudják a hozamokat és csökkentsék a pazarlást. (Hegyi, 2021)



3. ábra Növény reflektancia (agrishow, 2021)

6.1.4 Szenzoros mérések a precíziós gazdaságban

A szenzorok felszerelhetők légi eszközre (drón, repülő), vagy akár földi eszközökre (bármilyen munkagépre). A szenzorokkal érhető el a pontos helyspecifikus adatgyűjtés. A szenzoros mérések is úgy működnek, mint a multispektrális mérések. A tárgyak és felületek különböző elnyelési és visszaverési spektrummal rendelkeznek, ezt befolyásolja a vizsgált felület fizikai és kémiai tulajdonsága, továbbá geometriai formája. Mivel minden objektum más és más, ezért a szenzoroknál több variációról beszélhetünk, aszerint hogy mit akarunk vizsgálni. A távérzékelésben legnagyobb hangsúly az adatok kiértékelésén/ képelemzésen van és ez a legnagyobb kihívás is, mert mindenképpen szaktudást igényel. (Élő és Szármes 2017)

- **Talajszenzorok**

Elektromos vezetőképességet, talaj sótartalmat, térfogati nedvességtartalmat, talajhőmérsékletet mérheti fel a talajt vizsgáló szenzor. Két csoportja van a földalatti és a föld felletti talajszenzorok. A mérések adatai alapján meg tudjuk állapítani, hogy mennyi a nedvességtartalma a talajnak ezáltal megtervezhetjük az öntözések gyakoriságát, így öntöző vizet takaríthatunk meg. Arról is kaphatunk előrejelzést, hogy növénybetegségek alakulhatnak ki talaj tápanyagtartalma miatt. (Élő és Szármes 2017)

- **Növényi szenzorok a precíziós mezőgazdaságban**

A szőlő vegetációjának felmérése a legfontosabb. Növények a klorofil miatt nehezen verik vissza a látható vörös sugarakat, ellenben a közeli infravörös sugarakat könnyedén. A szenzorok, drónok, robotok által nyújtott adatokkal, NDVI (normalizált differenciált vegetációs index) vegetációs indexet és ebből adódóan levélfelület-indexet tudhatjuk meg és a normalizált differenciál vörös él indexet (NDRE). A vegetációs index képlete így alakul: $[NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)]$. (Söjtöri, 2020)

A vegetációs indexekből megtudhatjuk a növényállományunk állapotát, károsodását, fejlődését, térbeli eltéréseket. Használhatjuk még termésbecsléshez, vízigény és nitrogén igény számításához (tápanyag ellátottság terménynedvesség alapján) vagy gyomösszetétel vizsgálatához is. A kártevőktől, betegségektől kialakult károsodásokat infravörös kamerával kimutathatjuk, mivel a növények hőmérséklete pár fokkal megemelkedik, és a növény spektrális tulajdonsága is megváltozik. (Gaál et al. 2017)

A LAI-index (levélfelület index) és a vegetációs index hozzájárul a tőketerhelés beállításához. (Söjtöri, 2020) A növény állapotát tehát a NDVI határozza meg, a lomb sűrűségét és méretét pedig az ultrahangos vagy Lidar-felméréssel jellemezhetjük. (Gaál et al. 2017)

- **Környezeti szenzorok** vagy meteorológiai szenzorok a relatív páratartalomról, léghőmérsékletről, csapadékról, levélfelületi nedvességről, szélesebesség- és irányról, levélnedvességről, napsugárzás erősségéről adnak információt, de a napsütéses órák száma is meghatározható. Megelőzhetők különböző betegségek kialakulása, mint például peronoszpóra, lisztharmat. A levélnedvesség méréséhez olyan speciális levelet csináltak, ami a valódi egészséges levélhez hasonlóan párologtat. A szenzor vékony üveglapból készül, ez látható az 5. ábrán. (Élő és Szármes 2017)



4. ábra Levélnedvesség szenzor (Élő és Szármes 2017)

- **Működést ellenőrző szenzorok** végzik az erőgépek és a munkagépek vizsgálatát. (Gaál et al. 2017)

6.1.5 VRT technológia használata a precíziós gazdálkodásban (Variable Rate Technology/Application)

A terület, amin gazdálkodunk, jól tudjuk, hogy egy heterogén terület. A heterogenitás miatt a talajban lévő tápanyaghiányokat nem tudjuk megfelelően pótolni, mivel olyan helyekre is jut a trágya, ahol arra már nem lenne szükség, így lesznek olyan részek, ahol többlet tápanyag halmozódik fel. Ez nem csak a tápanyagutánpótlásra igaz, de más növényápolási műveletekre is (például: öntözés). (AGRIVI)

A homogén terület eléréséhez tökéletes választás a precíziós eszközökkel való feltérképezés és a térképek alapján agrotechnikai folyamatok elvégzése. Ennél fogva nélkülözhetetlen a terület zónákra osztása. (AGRIVI) A talaj tulajdonságokról és a tápanyagtartalmáról a hozamtérkép szolgálhat alapul. A betakarító gépekben olyan szenzorok találhatóak, amik mérik a hozam és szemnedvesség-tartalmat. Amennyiben a hozamtérkép nem mutat nagy heterogenitást, akkor nem érdemes VRT technológiát használni. (Gaál et al. 2017)

A változó kijuttatási technológia (VRT) olyan megoldás, amivel meg lehet változtatni a kijuttatott anyagok mennyiségét, vagy összetételét, mindezt menet közben. Két módon történhet, a traktorvezető a sorvezető kijelzőjén látja, hogy mikor kell kijuttatni az anyagokat,

vagy a fedélzeten lévő számítógép önállóan nyitja vagy zárja a tartályt. A VRT úgy működik, hogy a GPS helymeghatározással és a kijuttatási terv segítségével a VRT-képes berendezést, például vetőgépet, permetezőgépet vagy műtrágyaszórót tájékoztat arról, hogy pontosan hol és milyen mennyiségben kell kijuttatni a termékeket. (Gaál et al. 2017)

Munkafolyamatok, ahol használatos:

- Változó mértékű talajművelésnél
- Változó mértékű műtrágyázásnál
- Változó mértékű permetezésnél
- Változó mértékű öntözésnél

A VRT tehát növeli a gazdaság jövedelmezőségét azáltal, hogy csökkenti az input (például műtrágya, gyomirtószer, vetőmag és víz) anyagok mértékét és a munkaerőköltségeket. (AGRIVI)

6.2 Robotika alkalmazása szőlőtermesztés munkafolyamataihoz

A mezőgazdasági ágazatokban és így a szőlőtermesztésben is egyre nagyobb a munkaerőhiány, erre a problémára is megoldást nyújthatnak a precíziós eszközök, robotok formájában. Ezek a robotok, eszközök felhasználhatók az ökológiai szőlőtermesztés folyamataihoz is. Az ökológiai gazdálkodásban nincs tiltva semmilyen munkagép.

A szürethez, talajápoláshoz metszéshez ma már több robot is rendelkezésünkre állhat. Ilyen robotok lehetnek a Robotanist, Intelligent Autonomous Grapevine Pruner, Vitirover stb. (Nagy, 2018)

A borszőlő esetében a szüret géppel is megoldható, de a csemegeszőlőnél már kevésbé. A csemegeszőlőt csak kézzel szüretelik, mert a fűtőknek meg kell tartaniuk azt a formát/külalakot, amittől eladhatóvá válik. Amerikában a Digital Harvest ROVR (Remote Operated Vineyard Robot) projekt és az XTS Technologies fejlesztése miatt feltételezhető, hogy a jövőben mindkét szőlő típust gépekkel fogjuk betakarítani. (Nagy, 2018)

Bővebben az utolsó fejezetben mutatok be néhány szőlő munkafolyamataihoz használható robotot.

6.3 **Precíziós eszközök felhasználása a növényvédelemben**

A precíziós növényvédelmi eszközöknek, munkagépeknek mechanikája hasonló, felépítésben térhetnek el egymástól. A munkaeszközöket több országban is fejlesztik, hogy minél több precíziós céloknak megfelelő gép legyen. Íme, néhány példa:

- Olaszország: Rovitis
- Japán: YanmarYV01
- Spanyolország és az Olaszok közösen fejlesztették ki a GRAPE (Ground Robot for vineYard Monitoring and ProtEction) projekt fejlesztései alapján a feromonpárológatókat kihelyező robotot.
- WineData egy olyan rendszer, ami minden információt tartalmaz, hogy a gazdálkodó segítségére legyen. Meteorológiai adatok, fenológiai állapot alapján megmutatja, hogy milyen fertőzések lehetnek az ültetvényben, és hogy mikor célszerű ellenük védekezni.
- Technológiák

3. táblázat Károsítók kimutatásához használható technológiák (Tardaguila et al. 2021)

• Termográfia	Lisztharmat észleléséhez
• Fluoreszcencia	Lisztharmat észleléséhez
• Spektroszkópia	Szőlő levélfodrosodás és ESCA észleléséhez
• Multispektrális képalkotás	Szőlő levélfodrosodás és a szőlő arany színű sárgasága észleléséhez
• Hiperspektrális képalkotás	Lisztharmat észleléséhez

A 3. táblázatban felsorolt technológiák gyors, olcsó megoldást nyújtanak a kártevők és betegségek diagnosztizálásában. A kapott információk alapján a differenciált kijuttatás is megoldható, és valószínű a fertőzések terjedése is megállítható. A technológiák közül

némelyik beépíthető hordozható műszerekbe vagy felszerelhetők traktorokra, robotokra vagy akár drónokra. (Tardaguila et al. 2021)

6.3.1 Betegségek megelőzése/kezelése

Amennyiben a növényvédelmet nézzük az a legokosabb megoldás, ha agrometeorológiai állomásokat (6. ábra) helyezünk ki az ültetvényben vagy szolgáltatók által megosztott meteorológiai adatokra támaszkodunk. A meteorológiai adatok jó alapot adnak a kártevők, kórokozók előrejelzéséhez. Az adatfeldolgozás után pontosíthatjuk a növényvédelmi kezelések időpontját. Az állományklímát hőkamerákkal vagy adatgyűjtő szenzorokkal is felmérhetjük, a talaj állapotáról és a talaj feletti részekről. Megtudhatjuk a növény vízállapotát lombzat hőmérsékleti viszonyait, talajhőmérséklet- és talajnedvesség-szenzorokkal a talaj tulajdonságait.



5. ábra Agrometeorológiai állomás (Agrárágazat, 2018)

A növényvédelmi gépek precíziósak mondhatók, ha rendelkeznek szenzorokkal, fel vannak szerelve GPS-el. Így a helyspecifikus vegyszeradagolás, adatgyűjtések térinformatikai információk, meteorológiai adatokkal együtt növényvédelmi kezelése a rendelkezésünkre

állnak. A kémia vegyszereket változó mennyiségben és elosztásban kerülnek sokféle felületre. Szőlő esetében a célfelület lehetnek a levelek, fürtök, vesszők, hajtások és ezeknek a nagysága fenológiai fázisok szerint változhat. A nagyság nem csak a hajtásnövekedésnél módosul, de sortávolság, a művelésmód, a zöldmunka gyorsasága és a szőlőfajta is befolyásolhatja a célfelület méretét. A kiindulópont a növényvédelmi kezelésnél, hogy a lóbfalak szellősek legyenek, így a lóbfalat nagyobb felületen éri a permetlé és a betegséges megelőzésében is szerepet játszhat. (Wachtler,2017)

A vontatott szántóföldi permetezőgépnél alapvető műszaki feladata, hogy a permetet egy célfelületre minél pontosabban és hatékonyabban juttassa ki. Nem mindegy, hogy hova, hogyan és milyen mennyiségben kerül arra a felületre, amit permetezni szeretnénk. A cseppképzéshez, olyan permetező szerkezet kell, ami ellátja az olyan nélkülözhetetlen funkciókat, mint a megfelelő nyomás biztosítása, a folyadékszállítás és az elhelyezkedés.

A fúvókáknak kiváló minőségűnek kell lennie, hogy a cseppméret megfelelően elosztásban jusson ki. A permetezőgépek hatékonyságát viszont csökkentheti, ha egy fúvóka eltömődik, elkopik stb. Ebből adódóan mindig ellenőrizni, tisztítani, végső soron időben cserélni kell őket. Meg kell határozunk, hogy milyen céllal akarunk permetezni és az alapján kell a cseppképzéshez választott eszközön az üzemi beállításokat elvégezni. (MEGOSZ)

6.4 Drón használata a precíziós gazdálkodásban

A precíziós gazdálkodás egyik eszköze a drón használat. A mezőgazdaságban a légi növényvédelem már régóta jelen van repülőgépek és helikopterek formájában, de elavulásuk miatt a monitoring drónok váltották fel őket. Drónokat hívják segítségül többek között a területek növényvédelmi és tápanyag-kijuttatási tervek készítéséhez. (Horváth, 2022)

A drónok elnevezést nem feltétlen helyesen használjuk. A pontos neve Unmanned Aerial Vehicle, rövidítve UAV, vagyis magyarul pilóta nélküli légi járművek. Ezek az eszközök egyedül csak repülni tudnak egy előre megadott útvonalon vagy drónpilóta által. A repüléshez földi segítségre is szükség van GCS és Datalink formájában. A GCS egy földi irányító rendszer a Datalink pedig a kommunikációs eszköz. A mezőgazdaságban úgy állja meg a helyét, ha különböző kamerákkal, szenzorokkal kijuttató drónok esetében tartállyal is fel vannak szerelve. Megkülönböztetünk két kategóriát, az UAV lehet merevszárnyú és forgószárnyú. Merevszárnyú UAV- Nagy helyigénnyel rendelkeznek a felszálláshoz, de a területteljesítményük nagyobb. Elektromos motorral felszereltek és deltaszárnyasak.

Forgószárnyú UAV- olcsóbbak, körülbelül 10 hektár terület feltérképezésére ajánlatosak. Hosszú ideig egy helyben tudnak lebegni, de ez nagy energiafogyasztással jár. (Milics és Pörnczi 2015)

A Megfigyelő drónok tökéletesen használhatóak a területek feltérképezéséhez, vagyis a távérzékeléshez. RGB (hagyományos) és a multispektrális kamerák ortomozaik és reflektancia térképeket készítenek, amik nagy segítséget nyújtanak a gazdálkodóknak. Multispektrális kamerákkal olyan értékeket mérünk, amik arról adnak információkat, hogy a növény állományunk milyen állapotban van. A fotók kiértékelésénél a növényzetről visszaverődő különböző hullámhosszúságon mért fényt (vörös, zöld, közeli infravörös és távoli vörös tartományok) vizsgálják, ami több lépésből áll. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) és NDRE indexekhez használják. A folyamat lényege, hogy matematikai egyenlettel meghatározzák a képpontokat és a fekete-fehér index képet színskála alapján (zöld-sárga-piros) kisszínezik a jobb átláthatóság érdekében. A vadkárrol, gyomosodásról, vetéshibákról, tőszámrol, különböző környezeti hatások miatt bekövetkezett sérülésekről a hagyományos kamera (RGB) ad képet. A monitoring drónok célja, hogy a növények fejlettségi állapotát nyomon kövessék, fertőzési vagy tápanyaghiányos területeket azonosítsanak, és a várható termésmennyiséget megbecsüljék. (AGRON Analytics Kft., 2020)

Ma már kifejlesztettek olyan drónt is, ami kifejezetten az integrált és környezetgazdálkodási feladatokra tervezték és több funkcióval felszerelték. Ilyen például P4 Multispectral képalkotó drón, ami hagyományos és multispektrális kamerákkal is felszerelt. Az 5 multispektrális és az egy RGB kamerával képes kék, zöld, vörös, élénkvörös és az infravörös közeli hullámhosszt is felismerni. (Avar,2022)

A feltérképező drónok mellett a mezőgazdaságban szerepet kapnak a permetező drónok amiről az utolsó fejezetben fogok bővebben írni.

Amennyiben rendszeresen és célzottan felmérő repüléseket végzünk különböző szoftverek képesek terveket készíteni a jövőre vonatkozóan. A terveket, mint például a fejrágya kijuttatási terv, vetési terv, vadkár felmérés stb. differenciált földi-, vagy légi eszközökre a szoftver számításait rá tudjuk tölteni. (Horváth, 2022)

6.4.1 „Dróntörvény”

Ahhoz, hogy a drónunkat ténylegesen használni tudjuk be kell tartanunk bizonyos szabályokat. A hivatalos dróntörvény 2021. február 10-től lépett életbe. Ez a Magyar jogszabályzat több törvény módosításával alakult. Mégpedig a szabálysértésekről, a szabálysértési eljárásról és a szabálysértési nyilvántartási rendszerről szóló 2012. évi II. törvényből, Büntető Törvénykönyvről szóló 2012. évi C. törvényből (Btk.), a légiközlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvényből. (Domonkos és Horváth 2022)

Az Európai Unió rendeleteit a magyar rendeletekkel és törvényekkel együtt kell értelmezni, mivel a tagállamok hozhatnak új szabályokat, akár szigorúbbakat is, de az EU-s szabálynak ellentmondót nem. (Tuzson, 2021) Az EU-s szabályozás alapjait az EASA (European Union Aviation Safety Agency) szervezet adta ki 2015 júliusában. Olyan repülésekre vonatkozik a szabályzás, amit az Egységes Európai Égbolt légterében hajtják végre. (DOE Elnökség, 2020) Minden olyan légjárműre vonatkozik a szabályzás, aminek a fedélzetén nem pilóta irányít, vagyis önállóan vagy távirányítással vezényelhető. Ilyenek a multimotoros és merevszárnyú távvezérlésű eszközök, VTOL (függgőleges fel-és leszállásra képes) drónok, modellrepülőgépek, RC helikopterek. Ezeket a drónokat mindenképpen regisztrálni kell, kivételt képeznek a 120 gramm alatti adatrögzítővel nem rendelkező, maximum 100 méterre repülő játékok. (Tuzson, 2021)

6.4.2 Permetező drónnal kapcsolatos jogszabályok

Drónokkal permetezni több éve még illegálisnak számított, hatósági eljárásokat vont maga után a használata. 2020-ban még olyan nyitott kérdésekkel állt szemben a precíziós mezőgazdasággal kijuttató drónokra vonatkozóan, mint például, hogy ki fogja vezetni a légi járműveket, milyen növényvédőszeret lehet majd használni. (Büdi, 2020) Ezekre a kérdésekre 2022. február 23-án hatályba lépett jogszabály választ ad, amit az Innovációs és Technológiai Minisztérium és az Agrárminisztérium alkotta meg. (44/2005. (V. 6.) FVM–GKM–KvVM együttes rendelet a mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről)

A mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről

- Csakis olyan növényvédőszeret juttathatók ki, amik engedélyezve vannak vagy növényvédőszernek nem minősülő növényvédő hatású termékek.
- A tervezett légi permetezésről kijuttatási tervet kell benyújtani a megyei kormányhivatalnak a permetezést előtt legalább 30 nappal.

- A légi kijuttatás megkezdése előtti napon délelőtt 9 óráig be kell jelenteni kormányhivatalnak, ahol az UAS üzembentartó LUC vagy a műveleti engedély számát is meg kell adni.
- *„Drónnal végzett mezőgazdasági repülést csak a „mezőgazdasági pilóta nélküli légijármű irányítói nyilvántartásban” szereplő személy folytathat. Ebbe a nyilvántartásba csak az a személy kerülhet be, aki a NÉBIH által kijelölt szervezetnél pilóta nélküli légijárműves növényvédelmi alapképzést végzett.”*
- *„A repülési útvonal nem vezethet át lakott területrészt, állattartó terület, felszíni víz, vízkivételi mű, vízbázis védőterülete, települési szennyvíztisztító telep, fokozottan védett természeti terület, erdőrezervátum vagy bioszféra rezervátum magterülete felett.”*
- *„Egy különálló, teljes mértékben tömítetten lezárható, legalább 15 dm³ térfogatú tartályt vagy edényt kell biztosítani a permetlé tartály ürítését követően a tartályban maradt teljes visszamaradó mennyiségnek a hígításához, a permetező felépítmény teljes körű és alapos tisztításához, továbbá a kezelő személy vagy személyek tisztálkodásához.”*

(Agrokép, 2022)

Ma már nem számít törvényen kívüli tevékenységnek a pilóta nélküli légijárművel való permetezés, akkor, ha a drón típusminősítésen átesett. Amennyiben az eszköz nem rendelkezik, fogalomba hozatali engedéllyel eljárást vonhat maga után. 2021 decemberétől hatályos rendelettel az 5 dm³-nél nagyobb térfogatú tartállyal rendelkező növényvédelmi gépek típusminősítése kötelező. A gyártó és/vagy forgalmazó vállalatoknak kell eljárást elindítaniuk. Abban az esetben, ha minden szempontnak megfelelnek, akkor a MATE nyilvántartási rendszerébe bekerülnek, és igazoló matricát kapnak. A legfőbb követelmény, hogy a termelők olyan növényvédő gépet használjanak, ami megfelel a cseppképzési és szórástechnikai szempontoknak. A minősítéshez a szakmai követelményrendszert a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen dolgozták ki. (NÉBIH, 2022)

Az sem mindegy, hogy ki használja a pilóta nélküli gépjárműveket a mezőgazdaságban. Ma már képzéseken lehet engedélyt szerezni, úgynevezett drón jogosítványt. A drón jogosítvány is csak egy valamilyen típuscsoportra vonatozik, és ha mondjuk magasabb kategóriájú drónt szeretnénk vezetni (pl permetező drón) akkor egy másik vizsgát kell tennünk.

6.4.3 Növényvédőszer kijuttatásának feltételei

Minden esetben csak olyan növényvédőszer vagy növényvédőszernek nem minősülő növényvédelmi készítmény juttatható ki drónnal, ami a NÉBIH által már engedélyezett. Amennyiben olyan növényvédőszerre, amit földi/repülőgép vagy helikopterrel kijuttatással engedélyezett, akkor az kiterjeszthető pilóta nélküli légi járműre is. A kiterjesztési kérelemhez az alábbi adatokat kell beküldeni. (NÉBIH, 2023)

- **Elsodródásra vonatkozó adatok**

Az elsodródási vizsgálatokat vízázékény lapok kihelyezésével szükséges elvégezni. 1-3-5-10 méteres távolságokra kell a talajszinten és a növényállomány magasságában elhelyezni. Felszállások alatt a szélességet is mérni kell és nem szabad, hogy meghaladja a 4 m/s-ot. (NÉBIH, 2023)

- **GEP hatékonysági vizsgálat eredményei**

A GEP nem más, mint a Helyes Kísérleti Gyakorlat, angolul Good Experimental Practice. Ahhoz, hogy más EU tagállamok engedélyezési hatóságai elfogadják a kísérleteket a GEP szerinti elvek szerint kell eljárni. A GEP útmutató kimondja, hogy a kísérletek száma minimum 2 db sikeres vizsgálat. A kísérletet olyan pilóta nélküli légi járművel kell végezni, ami növényvédőszer kijuttatására alkalmas. Az adott kultúrában engedélyezett földi növényvédőszert kell alkalmazni. A területnek minimum 8 méter szélesnek kell lennie az oda-vissza repülés miatt és legalább 30 méter hosszúnak. A kísérletet négyszer kell megismételni, véletlen blokk elrendezésben. Kell lennie egy kezeletlen területnek, egy olyan területnek ahol a teszt készítményt földön juttattuk ki, egy területnek ahol drónnal történik a kijuttatás és ahol drónnal juttatunk ki, de csak félszeres mennyiségű tesztkészítményt. Az utóbbi arra irányul, hogy eltérő permetlé mennyiséggel miket lehet elérni. (NÉBIH, 2023)

- **Drón típus és a felszerelt fúvókák jellemzése**

- a) Légbeszívásos – gyomirtó szerekhez és növekedés szabályozó anyagokhoz csak ezt lehet használni. A többi típusú fúvókát csak engedéllyel.
- b) Hagyományos réses
- c) Szabályozott cseppméretű (CDA) (NÉBIH, 2023)

- **Hivatalos kérelem** (NÉBIH, 2023)

6.4.4 Elsodródás veszélye a permetszer kijuttatása során

Az elsodródás olyan folyamat, amikor a permetezés során a célfelületig nem jutnak el a cseppek, hanem olyan helyre kerülnek, ami problémát jelenthet. A környező területre jutás környezeti szennyezést és a gazdálkodónak pénzügyi veszteséget okoz. Károsítja a környező talaj élővilágát, a vízi élővilágot vagy az emberi egészséget.

A felszíni és felszín alatti vizek védelmére kialakított kormányrendelet meghatároz biztonsági távolságokat, ami a következő képpen alakul (4.táblázat)

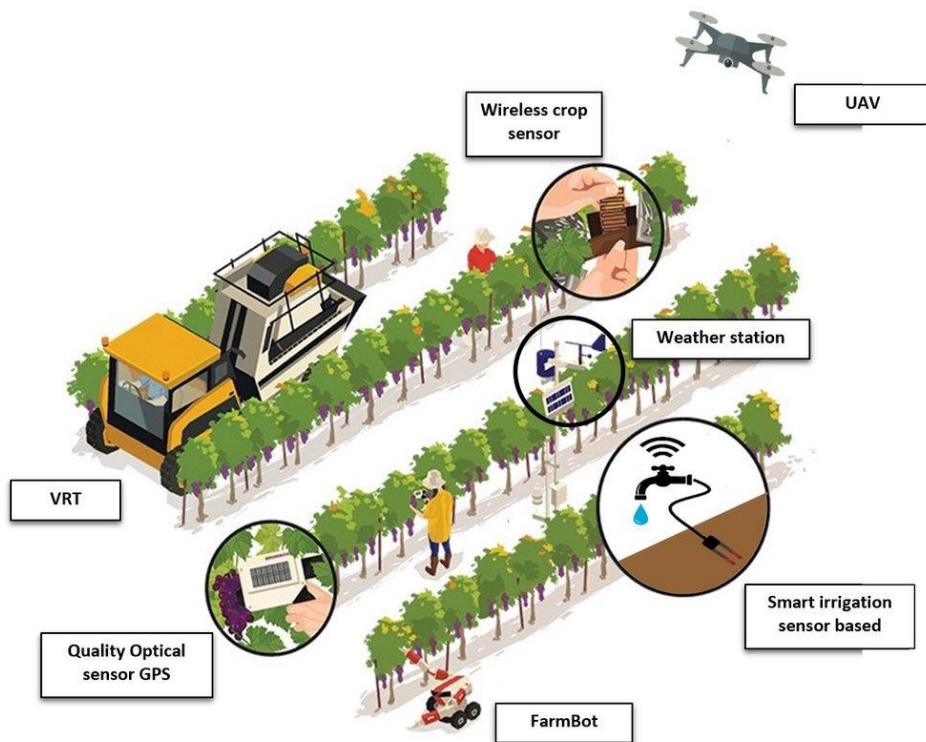
4. táblázat Felszíni és felszín alatti vizek védelme (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi intézet)

A vízi szervezetekre gyakorolt hatás	Biztonsági távolság
Kifejezetten veszélyes	200 méter
Közepesen veszélyes	50 méter
Mérsékeltlen veszélyes	20 méter
Nem jelölésköteles	5 méter
Kiegészítő szabályok	- Balaton, Tisza-tó ,Velencei-tó környékén a kifejezetten veszélyes növényvédőszer használata esetén 1000 méter távolság betartandó. 5%-os területlejtésnél az eggyel magasabb veszélyességi kategóriának biztonsági távolságát kell figyelembe venni. - Fürdésre kijelölt helyekre külön biztonsági távolságok vannak meghatározva.

Az elsodródás veszélyt meteorológiai adatok figyelembevételével és helyes repülési magasság megválasztásával kiküszöbölhető. A drón fúvókáin kipermetezett permetlé alacsony cseppmérettartományba esik. (Avar, 2022) Amennyiben a szélesebbség túlmutat a 4m/s gyorsaságon, akkor célszerű a permetlé koncentrátumba elsodródásgátló segédanyagot keverni. (Wachtler,2017) Ezek a segédanyagok a folyadék fizikai jellemzőit változtatják meg. A cseppméretet, a tapadást, a felületi feszültséget (csepp szétterülés) vagy a sűrűsége, vagyis a tömeget tudjuk befolyásolni. (MEGOSZ)

Az 50-100 mikronos cseppméret megfelelő a gomba és rovarölő szerek drónos kijuttatására. A korábbi fejezetben említett Agras T30 drón hasznosnak ígérkezik a szőlőültetvényekben való felhasználáshoz. Amire figyelni kell a kezelés alatt, hogy a hőmérsékletnek 25 Celsius-fok alatt, a páratartalomnak 60% felett kell lennie. A 60 % alatti páratartalomnak az a veszélye, hogy a permet elpárologhat. A tartályokban nincsen keverőberendezés, ezért csak jól feloldott növényvédőszert szabad használni. (Avar, 2022) A túl nagy cseppel az a probléma, hogy a levél felületén egymásba folyik, és nem tudnak megtapadni és lefolyik.

7. AZ ÖKOLÓGIAI SZŐLŐTERMESZTÉST TÁMOGATÓ PRECÍZIÓS TECHNOLOGIÁK



6. ábra Precíziós szőlőtermesztésben használatos eszközök (Paula, 2018)

A precíziós gazdálkodás technikái nagyobb részt a szántóföldi kultúrákban jelennek meg. Az utóbbi években azonban a kertészeti ágazatokban is egyre terjed és fejlődik. Ilyen ágazat például a szőlőtermesztés is (Precision viticulture), ahol debütál a digitalizáció. A 7. ábrán láthatjuk, hogy milyen elemeket használhat a precíziós szőlőtermesztés. Ma már minden munkafolyamathoz ki van fejlesztve valamilyen precíziós eszköz, ami felhasználható a szőlőültetvényben, a telepítéstől egészen a szüretig. Javítható vele a termésbiztonság és a szőlő minősége/ mennyisége. Azonban vannak olyan borvidékek ahol, az Eu-s szabályok tiltják a szőlőkombájnnal történő betakarítást vagy a szőlőtőkék öntözését. (Oláh, 2018)

Mivel a szőlő egy állókultúra ezért telepítésnél lényeges, hogy az ültetőgép GPS-jellel rendelkezzen, így rögtön fel tudja jegyezni a tőkék elhelyezkedését, pontos sor- és tőtávolságát (geolokáció). Ezek a kezdő adatok később hozzájárulnak a munkafázisok koordinálásához, tervezéséhez. Egy precíziós szőlőültetvényben kulcsfontosságú, hogy

legyenek agrometeorológiai állomások. Ezen kívül hőkamerák, adatgyűjtő szenzorok, multispektrális felvételek stb. A szőlőművelésben a legnagyobb szerepe a műholdas távérzékelésnek van. A talajról, domborzati viszonyokról, klimatikus viszonyokról összeszedett sok adatot digitalizált térképekre formálhatjuk. Minden fenológiai fázisból megtudunk valamit és ez a következő évben felhasználható lesz, akár összehasonlítás képpen. A rügyfakadástól a lombhullásig gyűjtött információk halmaza beszámol arról, hogy milyen a tőkék egészségügyi állapota és az ültetvény mikroklímája. (Söjtöri, 2020) A tőkehiányok vagy egyes tőkék gyenge fejlődésének felmérése RGB kamerával már megoldható, de multispektrális kamerákkal már a fiziológiai állapotról is képet kapunk (Bodor-Pesti et al. 2022)

7.1 Termesztéstechnológia

7.1.1 Változtatható dóziszú tápanyag kijuttatás

Differenciált tápanyag kijuttatás ebben a kertészeti ágban is megoldható a tőkék szükségletei alapján. Az ISOBUS szabvány alapján, a GPS-koordinátákkal, a NDVI szerint készült térképekkel itt is lehetséges a VRT, vagyis a változó mértékű kijuttatás. A kijuttatni kívánt permetszert (variable rate plant protection) vagy tápanyagot (variable rate fertilization) az ültetvényben kisebb területi csoportok szerint lehetséges. A traktor menet közeben szenzorral érzékeli, hogy az adott pontban van-e szőlőtőke, ha tőkehiányt érzékel, akkor a kijuttató szelepeket elzárja, és oda nem kerül növényvédőszer. (Bodor-Pesti et al. 2022)

Összeségében pozitívum ennek a módszernek a használata, mindenképp hozzájárul a környezetbarátabb és hatékonyabb szőlőtermesztéshez az inputanyagok csökkentése miatt. A minőség és a hozam is növekedhet.

7.1.2 Metszés és zöldmunkák robotizálása

A munkafolyamatok közül a metszés tartozik azok közé, ahol még fejlesztik és folyamatosan tesztelik a metsző gépeket. Ami már megvalósult az előmetszés folyamata, erre már vannak a piacon művelőgépek. A zöldmunkákra, a törzstisztításra, a csonkázásra és a levelezésre fellelhetők gépekre szerelt szenzorok, amik érzékelik a támrendszert. (Oláh, 2018) Zöldmunkákhoz használható robot

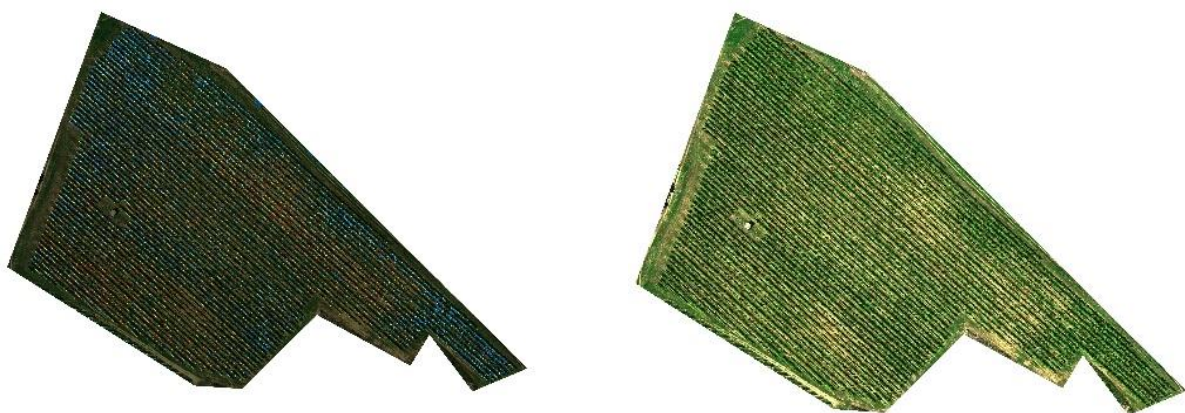
A francia fejlesztésű Wall-Ye V.I.N. robotot 2015-ben tervezte Christophe Millot. Napenergiával működik és naponta 600 tőkét tud megmetszeni. A robot 20 kg és 50 cm

magas. Hat kamerával van felszerelve és rendelkezik GPS-el is. Akár éjjel is működhet, mivel olyan eszközzel (giroszkóp) van felszerelve, ami jelzi, hogyha a gép a földtől eltávolodna, így nem tudják ellopni. (Husti, 2020)

7.1.3 Lombfalszerkezet leírásának módszerei: RGB

Szőlő monitoring vizsgálat drónnal

Agron Kft. monitoring vizsgálata szőlő ültetvényben. A vizsgálat célja a fertőzési gócpontok feltárása és a tápanyaghiányos zónák bemérése. A felmérések során több térkép is készült, mint például a vizuális térkép, domborzati térkép, klorofill térkép, tápanyag-kijuttatási térkép. A klorofill és a vizuális térképet a 8. ábra mutatja. Az adatbegyűjtő drón R-G-B-RE (RGB= Red/Green/ Blue fények különböző intenzitásával széles színskálát alkotnak.) Kalibrálható multispektrális kamerával volt felszerelve. A repülést az AGRONMAPS alkalmazás segítségével végezték. Az adatok szerint a repülést napsütéses fényviszonyok között végezték 60 méter magasságról. A mért parcella nagysága kb. 3 ha. Az elkészült térképeket szakemberek vizsgálják meg és annak alapján tervezik a jövő évet. (Agronmaps, 2022)



7. ábra Klorofill térkép és vizuális térkép (Agromaps, 2020)

A vizuális térképet össze lehet vetni egymással. A jobb oldali képen látható sárga foltok valamilyen rendelleneségre utalnak, amit a klorofill térkép alá is támaszt. A relatív klorofill mérés csak a szőlő lombzatára fókuszál, a talajt nem veszi figyelembe. A színskálában a kék (1) mutatja a legjobb értéket, a bordó szín (0,1) pedig a legrosszabbat. Ahol a vizuális térképen sárgább foltokat látunk, ott a klorofill tartalom igen alacsony, míg a sötétzöld

területeken a kék képpontok száma magas, tehát azon a területen a tápanyag ellátottság megfelelőbb, vagy a kártevők nem károsították. (Agromaps, 2020)

A lomszövetek és a lomkorona struktúrái meghatározhatók az RGB kamera által készített képeken megjelenő színek alapján. A lombfalszerkezet pontosabb leírását spekrometriával, szenzortechnológiával és a precíziós eszközökhöz nem kapcsolható vizuális felméréssel is szemrevételezhetjük.

7.1.4 Területválasztás fontossága: LiDAR domborzatmodell

A területet ültetvénytelepítés előtt legfőképpen a talaj, domborzati viszonyok és a klíma adottságok felmérésével választjuk ki. A talaj tulajdonságai és a domborzat feletti magasság meghatározzák a szőlő teljesítményét. Talajérzékelők, nagy felbontású térképek és ehhez hozzákötve a valós idejű kinematikus GPS-t megadják a talaj tulajdonságait és a domborzati viszonyokat. Ez nem csak telepítéskor, de ültetvények újra tervezésénél is segítséget nyújthat. (Tardaguila et al. 2012)

A domborzatról és a növények állapotáról a LIDAR technológia is adhat információt. A LIDAR (Light Detection and Ranging) egy távérzékelési forma méghozzá lézer alapú. Olyan technológia, ami lézersugarak segítségével távolságokat mér és pontos háromdimenziós térképeket készít a környezetről. Kibocsájt egy lézersugarat (lézerpulsusokat) és megméri, hogy mennyi idő alatt verődik vissza fény. Ezt a folyamatot többször megismételi és GPS és más érzékelőkkel pontos térképet készít a körülötte lévő területről, tárgyról. A mérőrendszer egy adóból, egy vevőből és egy kontrollerből épül fel. A mezőgazdaságban és az erdészetben felmérhetünk vele utakat, besugárzást, eróziót, biomasszát, fatömeget számíthatunk, használhatjuk parcella kataszterhez, lejtőkategóriák besorolásához. (Burai és Ambrus, 2014)

Az idősoros mérésekkel a növényzet átalakulásai és növekedése nyomon követhető. A szenzorok kibocsájtott lézerpulsusainak visszaverődésiből rengeteg pont keletkezik, amik egy pontfelhőt alkotnak. A pontfelhők feldolgozása mellett nagy felbontású terepi adatok előállítására is képes, ha a LIDAR-t felszereljük egy középformátumú kamerával. A 9. ábra egy példa arra, hogy miként nézhet ki egy ilyen háromdimenziós felvétel. (Burai és Ambrus, 2014) Sok területen felhasználják erdészetben, környezetvédelemben, építészetben, ingatlanfejlesztésében, katasztrófavédelemben, önvezető autók tesztelésénél, és a közlekedésbiztonságban. A LIDAR érzékelő felszerelhető traktorra, de légi járműre is.



8. ábra Lidar és hiperspektrális felvétel a tokaji borvidékről. (Burai és Ambrus, 2014)

7.1.5 Takarónövényhasználat robotizálása

Az öko szőlőtermesztésben, ha gyepesítünk, sok idővel és energia befektetéssel jár a rendszeres kaszálás. A precíziós robotoknak köszönhetően ez már emberek nélkül is megoldható. Néhány példa az ilyen munkagépekre, a Vitirover, Naïo Ted, Sitia PUMAgri, VitiBot Bakus.

- **Naïo Ted robotot** két francia mérnök fejlesztette ki. Céljuk az volt, hogy létrehozzanak önvezérlő gyomirtó és talajfelszín lazító robotokat. A TED roboton kívül, az OZ és a DINO robotokat alkották meg. Az előbbi kis területekre, az utóbbit nagyobb zöldségterületekre alakították ki. A gép munka ideje 8-10 óra, az áramellátást a lítium-ion akkumulátor biztosítja. GPS-RTK navigációval rendelkezik. Négy hajtott kerékkel mozog 4km/h-s sebességgel. Ekével, merevpengékkel és forgótüskékkel van felszerelve és ezzel végzi a gyomirtást és a talajlazítást. (Husti, 2020)
- **Vititrover** (11.ábra) teljesen napenergiával működő robot. 500 méter/ óránként halad, vagyis 1 hektár szőlőültetvényt 60 óra alatt tudja lekaszálni. A gép telefonról vagy számítógépről irányítható. A terület GPS adatai a rendszerébe fel vannak töltve, és az áltunk megadott telekhatárok is be vannak üzemelve. Emiatt nem

megy át szomszédos területekre, és akár gödröket is kikerüli, ha úgy irányítjuk. (Deborah, 2016)

A vitirover mindenképp hozzájárul az ökológiai gazdálkodás céljaihoz. Az egyik ilyen cél a talajélet fenntartása, mivel ez az eszköz könnyű ezért a talajtömörödés mértéke is csökken. Másik cél is teljesül a megújuló energiák használatával, vagyis jelen esetben a napenergia felhasználásával.

- **VitiBot Bakus** (10. ábra) szőlőművelési munkafolyamatokhoz lehet használni. Egy önműködő robot, ami 100% elektromos energiát használ. A pontos helymeghatározást a két darab GPS RTK rendszer végzi. Olyan érzékelőkkel rendelkezik, amik észlelik, ha a domborzat változását és ezzel lelassítják vagy megállítják a gépet. Rendelkezik olyam művelőfejekkel, amik a mulcsozást és a sorajla művelést el tudják végezni, de ezen kívül más feladatokat is ellátják.

Ökológiai szőlőtermesztésbe illeszthető, mert:

- ökológiai lábnyom csökken
- talajtömörödés csökken, mert a gép tömegének eloszlása úgy van kialakítva, hogy a gumibroncsok kevésbé hatnak a talajra
- éjjel-nappal működhet, alacsony zajszennyezéssel
- elektromos meghajtású (VitiBot)



9. ábra VitiBot (Charlotte, 2020)



11. ábra Vitirover (Deborah, 2016)

7.1.6 Drón használat a növényvédelemhez

A növényvédelmet támogató precíziós eszköz lehet a meteorológiai állomás, növényvédelmi szenzorok vagy akár a drónok.

A drónhasználattal a talajélet fenntartását segítjük, mivel nem gyakorlunk hatást rá. Olyan elhelyezkedésű szőlőültetvényhez, tökéletesen felhasználható, ahol a meredekség vagy egyéb okok miatt gépekkel nehezen művelhető. A kijuttató és a megfigyelő drónokat is felhasználhatjuk növényvédelemhez.

Permetező vagy kijuttató drónok. Ezeknek az eszközöknek a fejlődési üteme bizonyul a leggyorsabbnak. Az elmúlt években az előrelépés látható a tartály nagyságánál illetve a fúvókáknál. Magyarországon az Agras T30-as és az Agras T10-es permetező drón érhető el, technikai adataik az 5. táblázatban találhatók.

5. táblázat Agras T10 és Agras T30 technikai adatok (saját szerkeztés)

	DJI Agras T10	DJI Agras T30
Súly (akkumulátor nélkül)	12,2 kg	26,4 kg
Maximális repülési sebesség	36 km/h	36 km/h
Működési hőmérséklet	0- 45 celsius	0-45 celsius
Akadályérzékelés	Van	Van
Max. permetezési lefedettség	6,67 hektár/ óra	16 hektár/óra
Rotorok száma	4	6
Munkaszélesség	5,5 méter	9 méter
Tartály	10 liter	30 liter
Max. repülési idő	19 perc	20 perc

Változtatható adagú kijuttatás megoldható velük, mivel GPS-el vannak felszerelve, így pontosan meghatározható, hogy hova kell az ökológiai gazdálkodásban felhasználható anyagokat (pl.: réz, kén stb.) permetezni.

Az ökológiai gazdálkodásban tehát lehet ugyanúgy személyzet nélküli gépjárműveket használni, viszont oda kell figyelni a jogi szabályozásokra (ezt a korábbi fejezetben összefoglaltam).

8. KÖVETKEZTETÉSEK

A dolgozatom célja az volt, hogy megtaláljam az ökológiai és a precíziós gazdálkodás közös eszközeit, a szőlőtermesztésen keresztül. A következtetésem az, hogy egészen jól beilleszthetők ezek a precíziós eszközök/technológiák az ökológiai gazdálkodásba.

Úgy gondolom, hogy az intelligens mezőgazdaság mindenképp egy előre lépést jelent a fenntartható gazdálkodás felé. Pozitív oldalát nézve, mondhatjuk, hogy nincs szükség annyi munkaerőre, mert sok műveletet a robotok is elvégeznek, környezetkímélőbb, költséghatékonyabb hosszabb távon. A termés minőségben és mennyiségben is jobb lesz.

A negatív oldalát nézve, azonban nem mondható, hogy teljesen fenntarthatónak, mivel a precíziós gazdálkodás a konvencionális gazdálkodáson alapulnak. Ugyanúgy fosszilis energiára, vegyszerekre és gépekre hagyatkozik.

Fenntarthatóság felé tekint, mert törekszik arra, hogy a felesleges vegyszeranyagokat, trágya kijuttatást stb. csökkentse, például a VRT technológiával. Az ökológiai gazdálkodásban viszont nem csak az a cél, hogy az inputokat csökkentsük.

9. ÖSSZEFOGLALÁS

A mezőgazdasági termelésben egyre elterjedtebb a környezettudatos gondolkozásmód. Napjainkban a fenntarthatóság igen fontos tényezőként szerepel az élelmiszer előállításban. Folyamatosan törekszünk arra, hogy minél jobban csökkentsük a környezeti hatásokat, és újabb és újabb technológiákat próbálunk a termesztésbe bevonni. Mindemelett a termelési folyamatnak gazdaságosnak és hatékornak kell lennie. Káros hatások elkerülése/csökkentésére az ökológiai és a precíziós módszerek felhasználhatók.

A dolgozatomban az ökológiai gazdálkodás ezen belül szőlőtermesztés és a precíziós gazdálkodás közötti kapcsolatot vizsgáltam meg. Mindkét módszernél mondható, hogy a hatékonyságra törekszik azonban az ökológiai gazdálkodás más filozófiát használva éri el azt. A két rendszer különböző módszerekkel támogatja a fenntarthatóságot, úgy gondolom, hogy az ökológiai gazdálkodás jobban odafigyel a környezeti terhelések csökkentésére.

A szőlőtermesztéshez igen sok eszközt találtam, ami ökológiai szempontból is megfelel, mint például a napenergiával működő Vitirover. A precíziós technológiák közül leginkább a meteorológiai állomásokat és a távérzékeléssel alapuló módszereket emelném ki, amiket a legcélszerűbb egy ökológiai szőlőtermesztésben felhasználni. A meteorológiai adatokkal a betegséges megelőzése, illetve a távérzékelés segítségével létrehozott LIDAR domborzatmodellel a területválasztás is egyszerűbb lehet.

Összességben elmondható, hogy a precíziós gazdálkodás és az ökológiai gazdálkodás is segíti a gazdák számára a fenntartható gazdálkodást. Mindkettő törekszik a termelékenység és a termés hozam növelésére. Az élelmiszerek és a környezet javítására fókuszálnak.

10. IRODALOMJEGYZÉK

1. (EU) 2018/848 rendelet az ökológiai termelésről és az ökológiai termékek jelöléséről, valamint a 843/2007/EK tanácsi rendelet hatályon kívül helyezéséről
2. 44/2005. (V. 6.) FVM–GKM–KvVM együttes rendelet a mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről
3. Agrárágazat szerkeztőség. 2018. Agrárágazat Miért elengedhetetlen egy gazdálkodó számára a meteorológiai állomás? <https://agraragazat.hu/hir/miert-elengedhetetlen-egy-gazdalkodo-szamara-a-meteorologiai-allomas/>
4. Agrishow. 2021. WDRVI: what is the acronym that helps you increase your profitability!. AGRISHOW DIGITAL. <https://digital.agrishow.com.br/english-content/wdrvi-what-acronym-helps-you-increase-your-profitability>
5. AGRIVI. Variable Rate Technology: Everything you need to Know, Digital Agriculture <https://www.agrivi.com/blog/variable-rate-technology/>.
6. Agroforum. Precíziós gazdálkodás. <https://agroforum.hu/cimke/precizios-gazdalkodas/>
7. Agrogazda. Mi az az ISOBUS Agrogazda.hu. https://www.agrogazda.hu/mi_az_az_isobus.html
8. Agrokép. 2022. Itt vannak a drónos permetezés szabályai Agrokép. <https://agrokep.vg.hu/gazdalkodas/novenytermesztes/itt-vannak-a-dronos-permetezes-szabalyai-24241/>.
9. Agromaps. 2020. Agromaps. <https://www.agronmaps.hu/preview/survey?token=jqn3xkhfgv>.
10. AGRON Analytics Kft. 2020. Rgb-multispektrális vizsgálatok, AGRON Analytics Kft., <https://agrontech.hu/2020/05/25/rgb-multispektralis-vizsgalatok/>.
11. Agronmaps. 2022. Agron Kft. <https://www.agronmaps.hu/preview/survey?token=jqn3xkhfgv>.
12. Avar L. 2022. Drónozott növényvédelem. In: Magyar Mezőgazdaság. 77 évf. 31.sz.: p.22-23

13. Barker, A. V., 2021. Science and technology of organic farming. Boca Raton. CRC Press. p.149-150
14. Bodor-Pesti P., Fazekas I., Varga Zs. Deák T. 2022. Precíziós technikák a szőlőtermesztésben. In: Kertészet és Szőlészet. 70 évf. 2 sz.: p.6-7.
15. Burai P., Ambrus A. 2014. Távérzékelés az agro felhasználásában. In: Agro Napló. 18 évf. p.107-108
16. Büdi K. 2020. A dróntechnológiai múltja, jelene és jövője a magyar mezőgazdaságban. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara. <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/mezogazdasagi-termeles/101299-a-drontechnologia-multja-jelene-es-jovoje-a-magyar-mezogazdasagban>.
17. Charlotte, T. 2020. French Vitibot raises €11 million to boost Bakus, a 100% electric vineyard robot. Eu-Startups. <https://www.eu-startups.com/2020/11/french-vitibot-raises-e11-million-to-boost-bakus-a-100-electric-vineyard-robot/>.
18. DOE Elnökség. 2020. Megjelent az easa pilota nélküli légitármű szabályozás tervezete. inspire1 <https://inspire1.hu/megjelent-az-easa-pilota-nelkuli-legijarmu-szabalyozas-tervezete/>.
19. Domonkos M, Dr. Horváth A. Zs. 2022. A drónszabályozás aktuális állása. Jogi Fórum. <https://www.jogiforum.hu/blog-ip-it-vedjegy-domain-internet-jogi-blog-11/2022/02/03/a-dronszabalyozas-aktualis-allasa/>.
20. Élő G., Szármes P. 2017. Szenzorok a precíziós gazdálkodásban. In: Agro Napló. 36 évf. p.109-11
21. Hegyi N. 2021. A precíziós gazdálkodás alapköve: a mezőgazdasági monitoring. In: MezőHír. 25. évf. 7 sz.: p. 100-104
22. Hofmann, U., Köpfer, P., Werner, A. 1995. Ökológiai szőlőtermesztés. Stuttgart : Mezőgazda kiadó.
23. Horváth R. 2022. A precíziós gazdálkodás élharcosai a levegőben. In: Precíziós Gazdálkodás Interaktív Magazin. 2.évf. 4. szám.: p.5-6
24. Husti I. 2020. Robotok a szőlőben. In: Mezőgazdasági technika. 61.évf. 12. sz.: p. 28-30

25. Jóri I. 2017. CEMA: A Digitális Mezőgazdaság fejlődésének története. Agrofórum Online. <https://agroforum.hu/szakkikkek/gepeszet/cema-a-digitalis-mezogazdasag-fejlodesenek-tortenete/>.
26. Kemény G., Lámfalusi I., Molnár A. (szerk.) 2017. A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. Budapest. Agrárgazdasági Kutató Intézet.
27. KTI Nonprofit Kft. 2021. A Magyarországi Drón Koalíció. <https://dronkoalicio.kti.hu/rolunk/>
28. MEGOSZ. 2022. Hazai szántóföldi permetezőgépek a precíziós növényvédelemhez. Mezőgépgyártók országos szövetsége. <https://megosz.eu/novenyvedelem/>.
29. Milics G.,Pörnczi A. 2015. Drónok „támadása” I. - A „drónok” megjelenése és hasznosítása a mezőgazdaságban. In: Agro Naplo. 19. évf. 9.sz.:p.91-92
30. Monostori T. 2021. Precíziós növénytermesztés technikai alapfeltételei olvasólecke. Precíziós Növénytermesztés és Fajtahasználata. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet
31. Nagy A., Dr. Bálo B. 2018. Robotok a szőlőben- a gépek lázadása?. In: Agrofórum Extra. 276. sz.: p:104-108
32. NÉBIH. 2018. Környezettudatos felhasználók részére: növényvédelemben felhasználható, nem engedélyköteles termékek. <https://portal.nebih.gov.hu/-/kornyeztudatos-felhasznalok-reszere-novenyvedelemben-felhasznalhato-nem-engedelykoteles-termek>
33. NÉBIH. 2022. Permeteződrónok kötelező típusminősítése. <https://portal.nebih.gov.hu/-/indul-a-permetezo-dronok-kotelezo-tipusminositese>.
34. NÉBIH. 2023. Tudnivalók a növényvédő szerek és növényvédelmi hatású készítmények drónos kijuttatásának kérelmezéséről. https://portal.nebih.gov.hu/-/tudnivalok-a-novenyvedo-szerek-es-novenyvedelmi-hatasu-keszitmenyek-dronos-kijuttatasanak-kerelmezeserol?p_l_back_url=https%3A%2F%2Fportal.nebih.gov.hu%2Fnyitoidal%3Fp_id%3Dcom_liferay_portal_search_web_portlet_SearchPortl.

35. NÉBIH 2023. Útmutató a drónokkal végzett GEP hatékonysági vizsgálatokhoz.
<https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/112399247/Utmutato+dronokkal+vegzett+GEP+hatekonysagi+vizsgalatokhoz.pdf>.
36. Oláh A. B. 2018. Precíziós szőlőművelés. Agrárium7. <https://agrarium7.hu/cikkek/1226-precizios-szolumuveles>
37. Parker, W. D. 2016. The Dawn of Agtech. VINEYARD & WINERY MANAGEMENT, <https://deborahparkerwong.files.wordpress.com/2016/07/the-dawn-of-agtech.pdf>
38. Roszík P. 2018. Az ökológiai gazdálkodásról gazdáknak, közérthetően. Budapest. Biokontroll Hungária Nonprofit Kft
39. Silva, P. 2018. The enigma of natural wines: a first step to shed light on them. Science & Wine. <https://www.ciencia-e-vinho.com/author/paulavideirasilvagmail-com/>
40. Stolze M., Piorr A., Häring A., Dabbert S. 2000. The Environmental Impacts of Organic Farming in Europe. Germany: University of Hohenheim
41. Söjtöri A. 2020. Precíziós gazdálkodás a szőlőtermesztésben. In: Agrárágazat. 21.évf. 10. szám: p. 28-29
42. Szőke L. 2018. Bioszőlő, biobor- Ökológiai szőlőtermesztés és borászat. Mezőgazda kiadó.
43. Szőke V., Kovács L. 2021. A mezőgazdaság 4.0 technológiáinak. In: GAZDÁLKODÁS: Scientific Journal on Agricultural Economics. 65. évf. 1. szám.: p.64-85.
44. Tamm L., Willer H., Alföldi t. 2013. Az ökológia gazdálkodás alapelvei –története, szabályozás, termelés, piac. Svájc. Ecoplanta.
45. Tardaguila, J., Stoll, M., Gutiérrez, S., Proffitt, T., Diago, P. M. 2021. Smart applications and digital technologies in viticulture: A review. Elsevier B.V.
46. Tuzson G. 2021. Drón törvény 2021 – érthetően szakértőktől. Légtér Kft. <https://legter.hu/blog/dron-torveny-2021-erthetoen-szakertoktol/>.
47. Varga P. 2019. Magyarország Digitális Agrár Stratégiája. Digitális Jólét Program. <https://digitalisjoletprogram.hu/files/24/2e/242e263bd2b441f6f30cf400e06e1e4a.pdf>

48. Vér A., Takács K. (szerk.) 2013. Ökológiai szőlőtermesztés a gyakorlatban
Mosonmagyaróvár: Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság-és
Élelmiszertudományi Kar Szaktanácsadó és Továbbképző Intézet
49. Vitibot. Bakus a szőlészeti robot, bakus-s/bakus-l. agroazis.hu.
<https://www.agroazis.hu/files/hu-453-bakus-1-oldalas-online-felulet-re-hu-v4.pdf>
50. Wachtler I. 2017. Növényvédő gépek a szőlőben. Agrárium7.
<https://agrarium7.hu/cikkek/899-novenyvedo-gepek-a-szoloekben>.

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Sente Zsófia Fruzsina

A Hallgató Neptun kódja: AG7W8Y

A dolgozat címe: Precíziós lehetőségek az ökológiai szőlőtermesztésben

A megjelenés éve: 2023

A konzulens tanszék neve: Szőlészeti Tanszék, Agroökológiai és Ökológiai Gazdálkodási 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, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottnak 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 könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023.05. 03.

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Szente Zsófia (hallgató Neptun azonosítója: AG7W8Y) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2023. 04. 27.



Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

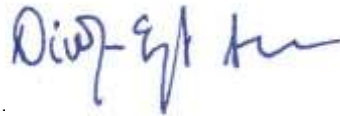
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Szente Zsófia (név) (hallgató Neptun azonosítója: AG7W8Y) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*²

Kelt: Budapest 2023 év május hó 02. nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.