

SZAKDOLGOZAT

Talhammer Gellért László

Mezőgazdasági mérnöki alapképzés – (BSc)

Keszthely

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Növénytermesztési-tudományok Intézet

Mezőgazdasági mérnöki alapképzés

**A MENETSEBESSÉG HATÁSA
A SZÁNTÓFÖLDI PERMETEZÉS
ELOSZLÁSI VISZONYAIRA**

Belső konzulens: Dr. Lönhárd Miklós

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet/
Agrárműszaki Tanszék

Készítette: Talhammer Gellért László
IVEREJ
Nappali tagozat

Készthely

2024

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1. A PERMETEZÉS TÖRTÉNETE	5
2.1.1. A növényvédelem kialakulása	5
2.1.2. Az ipari forradalom hatása a növényvédelemre	5
2.1.3. A permetezési technológiák fejlődése a 20. században	6
2.1.4. A légi permetezés elterjedése az 1960-as években.....	7
2.2. PERMETEZÉSI TECHNOLOGIÁK.....	9
2.2.1. A permetezés alapjai.....	9
2.2.2. A permetezés minőségét befolyásoló tényezők	9
2.2.3. A permetezőgépek csoportosítása.....	11
2.2.4. Permetező fúvóka típusok	12
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	16
3.1. A KÍSÉRLET BEMUTATÁSA.....	16
3.1.1. A kísérlet helye	16
3.1.2. A kísérlet körülményei	18
3.1.3. A kísérlet eszköze	18
3.2. A KÍSÉRLET MENETE.....	19
3.2.1. A minták elkészítése.....	19
3.2.2. A begyűjtött minták laboratóriumi vizsgálata	21
4. Eredmények és értékelésük	23
4.1. Az eredmények kiszámításának menete	23
4.2. A menetsebesség kijuttatott permetlé mennyiségre gyakorolt hatásának vizsgálata a permetezési terület szélén	24
4.3. A menetsebesség permetlé elsodródásra gyakorolt hatásának vizsgálata	25
5. Következtetések és javaslatok	29
6. Összefoglalás	30
7. Irodalomjegyzék	33
8. Ábrajegyzék	34

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A mezőgazdaságban a növénytermesztés egyik alapvető feladata, hogy maximalizálja a termés hozamot és a termésbiztonságot. Ehhez nélkülözhetetlen a hatékonyan végzett növényvédelem. A növényvédelem célja, hogy a kultúrnövényeket megvédje a rovar kártevőktől, a gombás megbetegedésektől, valamint a gyomnövényektől, amelyek fényt, vizet és energiát vonnak meg tőlük. A megfelelően végzett növényvédelem a kulcsa a hatékony növénytermesztésnek, ugyanis a túlzott mértékben végzett kémiai növényvédelem igen költséges, valamint környezet romboló hatása is jelentős. A világ népességének növekedése, a klímaváltozás, valamint az egyre nehezedő gazdasági körülményeknek köszönhetően sokkal jobban át kell gondolni az alkalmazott technológiákat, mert minden hiba súlyos veszteségek elé állíthatja a gazdálkodókat.

A permetezési technológiák fejlődése az ipari forradalom után kezdett robbanásszerű fejlődésnek indulni. Számos újítás és fejlesztés jelent meg, az első mechanikus permetezőgépek megjelenésétől kezdve a motoros permetezők elterjedéséig, majd a modern precíziós rendszerek kialakulásáig. A folyamatos fejlődés lehetővé tette a hatékonyság növekedését, valamint a permetezés pontosságának javulását. A modern rendszerek, mint például a drónokkal végzett permetezés vagy a GPS alapú kijuttatás forradalmasította a növényvédelmet. Ezeknek köszönhetően jelentősen csökkent a környezetre gyakorolt negatív hatása.

Szakdolgozatom célja, hogy bemutassa a permetezési technológiák fejlődésének fontosabb mérföldköveit, valamint ezek hatását a növényvédelemre. A dolgozat során szeretnék kitérni a permetezés minőségét befolyásoló környezeti és műszaki tényezőkre, a kísérletem során pedig menetsebesség elsodródásra gyakorolt hatását fogom megvizsgálni. Külön figyelmet fordítok arra, hogy bemutassam, milyen hatással van az elsodródásra a permetező fúvókák egymáshoz viszonyított távolsága. A dolgozat végső célja, hogy üzemi körülmények között végzett vizsgálattal feltárja egy mai szemmel modernnek nevezhető önjáró permetezőgépnél két előre meghatározott munkasebesség elsodródásra gyakorolt hatását, valamint bemutassa a csökkentett távolságra elhelyezett szórófejek előnyeit.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A PERMETEZÉS TÖRTÉNETE

A permetezési technológiák fejlődése jelentősen hozzájárult a modern mezőgazdaság kialakulásához. Ezen fejezet célja, hogy bemutassa a jelenleg használt technológiák kialakulásának folyamatait, valamint fontosabb mérföldköveit, az ókori növényvédelmi technikáktól egészen a 20. századi technológiai újításokig.

2.1.1. A növényvédelem kialakulása

„A növényvédelem története egészen addig vezethető vissza, amikor az emberek a bőségebb termés elérése érdekében elkezdtek előkészíteni a talajt, azaz eltüntették a nemkívánatos növényeket, illetve időközben eltávolították a beteg növényeket, s ezekkel már meg is tették az első növényvédelmi lépéseket.” (Nébih, 2020)

A növénytermesztés fejlődésével párhuzamosan egyre inkább felismertek és megkülönböztettek több különböző betegséget, kártevőt és gyomot, valamint ezek negatív hatását a terméshozamra. Ekkor kezdődött el a tudatos növényvédelmi módszerek kidolgozása. Az idő múlásával, az agrár tudomány fejlődésével a növényvédelmi módszerek is fejlődtek, számuk is gyarapodott, valamint megjelentek az első kémiai védekezési módszerek. A cél az volt, hogy csökkentsék a különböző betegségek rovarok termésre gyakorolt káros hatását.

2.1.2. Az ipari forradalom hatása a növényvédelemre

Az ipari forradalom jelentős változásokat hozott a mezőgazdaságban ezen belül a növényvédelemben is. A technológia fejlődése nemcsak az ipari termelésre volt nagy hatással, hanem az agrárszektor működésére is. A forradalom során létrejött technológiai fejlesztések új lehetőségeket teremtettek a növényvédelem számára. A mezőgazdaság gépesítése, a vegyszerek előállítása lehetővé tette a nagyobb területek hatékonyabb védelmét a kártevők és a betegségek ellen.

Az ipari forradalom globálisan megváltoztatta a mezőgazdaságot, a korábbi kézi módszerek helyett elkezdődött a növénytermesztés gépesítése. Ennek köszönhetően a permetezési technológiák is lényegesen fejlődtek, elkezdődött a kémiai növényvédelem fejlődése. "Az ipari forradalom alatt kialakult technológiai átalakulás hatása még ma is érezhető. Az új

technológiák lehetővé tették a termelési folyamatok hatékonyabbá és gazdaságosabbá tételét, ami mélyen beépült a gazdasági struktúrákba". (Instant Info, 2023)

2.1.3. A permetezési technológiák fejlődése a 20. században

A 20. század során a permetezőgépek fejlődése meghatározó szerepet játszott a növényvédelem fejlődésében. Az 1940-es évektől kezdve egyre nagyobb figyelmet fordítottak a növényvédelemre, a permetező berendezésére. Magyarországon és világszerte is eleinte traktorra függesztett és vontatott permetezőgépeket használtak, amelyek jellemzően néhány száz és 1-2 ezer literes permetlé tartállyal és viszonylag kis területteljesítménnyel rendelkeztek.

Az 1950-es és 1960-as években megjelentek az első önjáró permetező gépek, valamint a különböző gépekre felszerelhető permetező bővítmények. Ezek a gépek lehetővé tették a nagyobb területek gyorsabb és precízebb kezelését, a vegyszerek hatékonyabb kijuttatását. Ezeket az eszközöket főként a szántóföldi növénytermesztésben használták. A mezőgazdasági termelősövetkezetek működése alatt különösen fontos volt a minél gyorsabb munka és a nagyobb területteljesítmény. A 70-es években tovább fejlődtek az önjáró permetezőgépek, ezek a fejlettebb konstrukciók már képesek voltak magasabb növényállományban is munkát végezni.



1. ábra: Egy Kertitox Góliát felépítménnyel rendelkező IFA tehergépkocsi végzi a napraforgó alá történő vegyszeres kezelést (Magyar Mezőgéparchívum, 2021)

2.1.4. A légi permetezés elterjedése az 1960-as években

Magyarországon az 1960-as években légi permetezés elterjedése nagy mértékben hozzájárult a mezőgazdaság fejlődéséhez. A légi kijuttatásnak köszönhetően a nehezen megközelíthető területek növényvédelme sem maradt el a többitől, valamint lényegesen nagyobb területet tudtak kezelni, mint szárazföldi permetező gépekkel. A szőlők és gyümölcsösök növényvédelme egyszerűsödött le igazán, ugyanis itt tudták elérni a legnagyobb változást a légi permetezőgépek. Magyarországon a két legjobban elterjedt gépezet a Kamov Ka-26 típusú helikopter, valamint az AN-2 típusú repülőgép volt.

A Kamov Ka-26 típusú helikopterek szántóföldi és gyümölcsösökben végzett permetezési feladatokra egyaránt alkalmasak voltak, mivel koaxális motor elrendezésük lehetővé tette az alacsony, akár 3-4 méteres magasságban történő manőverezést. A szántóföldi növénytermesztésben jellemzően a magas növényállományban végzett növényvédelmi feladatok ellátására használták, mint például a napraforgó deszikálás. 600-800 literes permetlé tartállyal rendelkeztek, repülési sebességük 120-140 km/h volt. (Agroinform, 2021)



2. ábra: Szőlő permetezés Kamov Ka-26 típusú helikopterrel (Lesz-e jövőjük, 2020)

Az AN-2 típusú repülőgépeket széles körben használták Magyarországon a mezőgazdaságban. Ezek a kétfedelű gépek rendkívül jól bizonyítottak a nagy mezőgazdasági táblák kezelésében. Ezek a repülőgépek 1000-1200 literes permetlé tartállyal rendelkeztek,

amely lehetővé tette a nagy mennyiségű munka elvégzését egy repüléssel. A repülési sebességük 160-180 km/h volt, a munkavégzési magasságuk pedig kb. 10-20 méterrel a növényállomány felett volt. (JETfly, 2005)

2.2. PERMETEZÉSI TECHNOLÓGIÁK

2.2.1. A permetezés alapjai

A cseppképzés során a szabályozott nyomású és mennyiségű permetlé a szórófejekhez jut. A szórófejek csoportosítva vannak a nyomáskülönbég elkerülése érdekében, ezeket a csoportokat pedig külön tömlő táplálja. (Szendrő, 2000)

- 24 méternél kisebb keretszélességű permetezőgépek esetében maximum 4,5 métersek lehetnek az egyes keretszakaszok
- 24 méternél nagyobb keretszélesség esetében maximum 6 métersek lehetnek a keretszakaszok

A cseppek méretét a permetező fűvókák fajtája, mérete, valamint az alkalmazott nyomás határozza meg. Összesen 5 kijuttatástechnikai módszert különböztetünk meg: (Szendrő, 2003)

1. Permetezés (a cseppek legalább 80%-a 150-750 μm méretű)
2. Porlasztás (a cseppek legalább 80 %-a 50-150 μm méretű)
3. Ködképzés (0,1-50 μm cseppméret)
4. Porozás (25-120 μm szemcseméret)
5. Mikrogranulátum kijuttatás (100-500 μm szemcseméret)

2.2.2. A permetezés minőségét befolyásoló tényezők

Cseppméret:

A cseppek méretének csökkentésével a permetlé felhasználást lehet csökkenteni, azonban ennek lehetősége korlátozott, mert a kisebb cseppek nehezen kezelhetők. A kis cseppek mellett a nagyokkal is akadhatnak problémák. (Csizmazia, 2011)

- A 30 μm -nél kisebb méretű cseppek elsodródhatnak, nem érik el a célfelületet
- Az 50-80 μm méretű cseppek szőrös felülettel rendelkező levelek esetében nem érintkeznek a levél felületével, ezért veszteségnek tekintjük, valamint az elsodródás is veszélyezteti ezeket a cseppeket
- A 100-150 μm méretű cseppek a legmegfelelőbbek arra, hogy technikával kezeljük őket
- Amennyiben nagyobb az elsodródás veszélye, a 150-350 μm méretű cseppek a legkezelhetőbbek.

- Azok a cseppek, amik mérete meghaladja a 350 μm -t, a nagyobb tömeg miatt könnyen lecsurognak a levélről

Hektáronkénti permetlé mennyiség

A hektáronkénti permetlé mennyiség alapján a szántóföldi permetezési eljárások 7 csoportba sorolhatók (Balázs, és mtsai., 1975):

1. Kevesebb, mint 0,5 l/ha: UULV (ultra-ultra-low-volume): rendkívül alacsony
2. 0,5 – 5 l/ha: ULV (ultra-low-volume): nagyon alacsony
3. 5 – 50 l/ha: LV (low-volume) alacsony
4. 50 – 150 l/ha: MV (medium-volume) közepes
5. 150 – 500 l/ha: HV (high-volume) magas
6. 500 – 2000 l/ha: UHV (ultra-high-volume) nagyon magas
7. Több, mint 2000 l/ha: UUVH (ultra-ultra-high-volume) rendkívül magas

Általában 150-1500 l/ha kijuttatott permetlé mennyiséggel végzik a permetezést, de igazán a védekezés módja határozza meg a szórás mennyiséget. Szántóföldön végzett preemergens gyomirtás esetében kb. 250 l/ha permetlé mennyiség a legideálisabb, de ezt a hatóanyagtól függően csökkenteni lehet 150-200 l/ha mennyiségre is. Posztemergens gyomirtás esetében javasolt 300-400 l/ha szórás mennyiséget alkalmazni a növényzet sűrűségétől függően. Szártőbetegségek kezelésekor például a hagyományos technológiákkal a kijuttatott hatóanyagok alig 2%-a jut a célfelületre. Levélbetegségek kezelésekor célszerű magasabb kb. 400 l/ha permetlé mennyiséget kijuttatni.

Menetsebesség

A kijuttatott permetlé eloszlását jelentős mértékben befolyásolja a munkasebesség. Ezt minden esetben az üzemeltető erőgép sebességfokozatához és fordulatszámához kell igazítani. A permetezés során a kalászosok, szinte azonos permetlé mennyiséget kapnak 5 és 16 km/h sebesség mellett végzett munka esetében (Lönhárd, 2016)

A 200 μm -nál nagyobb cseppek függőleges sebessége alig függ a menetsebességtől, azonban a 100 μm -nál kisebb cseppek esetében 1 és 8 km/h sebességgel végzett munka esetében az ötödére csökken a célfelületre jutott mennyiség. (Balázs, és mtsai., 1984)

Egy amerikai citrus ültetvényen végzett kísérlet szerint 1,6 és 6,4 km/h munkasebességű permetezés esetében nem mutatható ki szignifikáns eltérés az elsodródási értékeknél, viszont a menetsebesség emelésével romlik a fonákoldali fedettség és a penetráció (Whitney, és mtsai., 1989), (Salyani, és mtsai., 1990)

Klimatikus tényezők

A fent említett tényezők permetezés minőségére gyakorolt hatásán kívül a klimatikus tényezők is nagyban befolyásolják a minőséget. A hőmérséklet, a páratartalom, illetve a szélsébség. A szél a kisebb méretű cseppeket veszélyezteti igazán. A reggeli és az esti szélcsendes időkben végzett permetezés minősége a legkiemelkedőbb, ugyanis nap közben folyamatosan változik a szélsébség. A permetlé talajra hullása akkor fordul elő a leggyakrabban, ha a termesztési táblán sorkultúra található. (László, és mtsai., 2000)

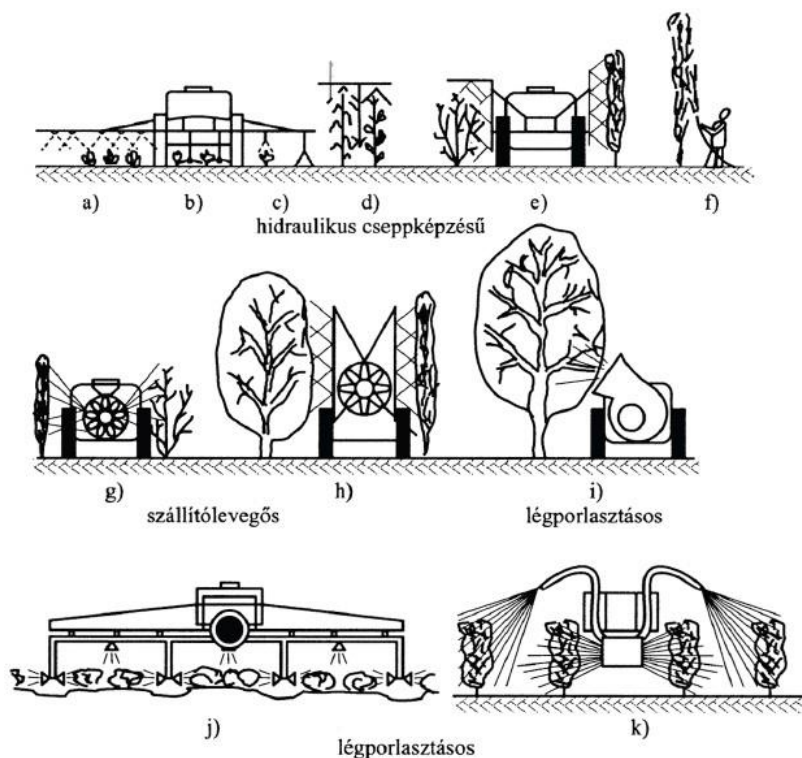
Elsodródás a növényvédő szer azon része, amely elhagyja a kezelt területet és ezen kívül rakódik le. az 1980-as évektől több kísérletet is végeztek az permetlé elsodródással kapcsolatban. (Ganzelmeier, 1986); (Rudolph, 1995)

Amennyiben a 2 méter magasságban fújó szél sebessége eléri a 4-5 m/s értéket, nem lehet hatékonyan és biztonságosan védekezni hagyományos módon történő permetezéssel. (Micskey, 1993) A kb. 400 µm méretű cseppek is elsodródhatnak, azonban a legnagyobb veszély a 150 µm-nél kisebb cseppeket érinti. (Yates, és mtsai., 1985). A számítógépes szimulációval kombinált szélcsatornában végzett kísérletek szerint az 50 µm-nál kisebb cseppek még azelőtt elpárolognak, hogy elérnék a célfelületet. (ZHU, és mtsai., 1994)

2.2.3. A permetezőgépek csoportosítása

A permetezőgépeket a szórószerkezet megoldások alapján a következő csoportokra bonthatjuk (Szendrő, 2003):

- a) Síkpermetező
- b) Levél alá permetező
- c) Sávpermetező
- d) Sorkultúra permetező
- e) Szőlő- és gyümölcs permetező
- f) Kézi szórópisztoly
- g) Kétoldali szóróíves
- h) Keresztáramlásos
- i) Állítható fűvócsöves
- j) Sorpermetező
- k) Állítható fűvókacsoportos



3. ábra: A permetezőgépek típusai szórószerkezetük alapján (Szendrő, 2003)

2.2.4. Permetező fúvóka típusok

Egy adott permetező fúvóka kiválasztásának elsődleges szempontja a cseppképzés módja. Ez nagyban meghatározza a cseppméret tartományát, az elsodródást. A hidraulikus cseppképzésű fúvókák mellett szól az egyszerű kezelhetőség, a mennyiség megbízható szabályozása, valamint a széles alkalmazási terület, azonban hátránya, hogy a cseppméret nagy értékhatárok között változik. Ezzel a cseppképzési móddal összehasonlítva az ultrahangos, pneumatikus vagy mechanikus cseppképzési módok esetében lényegesen jobban szűkíthető a csepptartomány, az eloszlás is sokkal egyenletesebb, azonban ezen fúvókák alkalmazási területe sokkal kisebb, sokkal bonyolultabb szerkezetűek és nagyobb az energia igényük. (László, 1999).

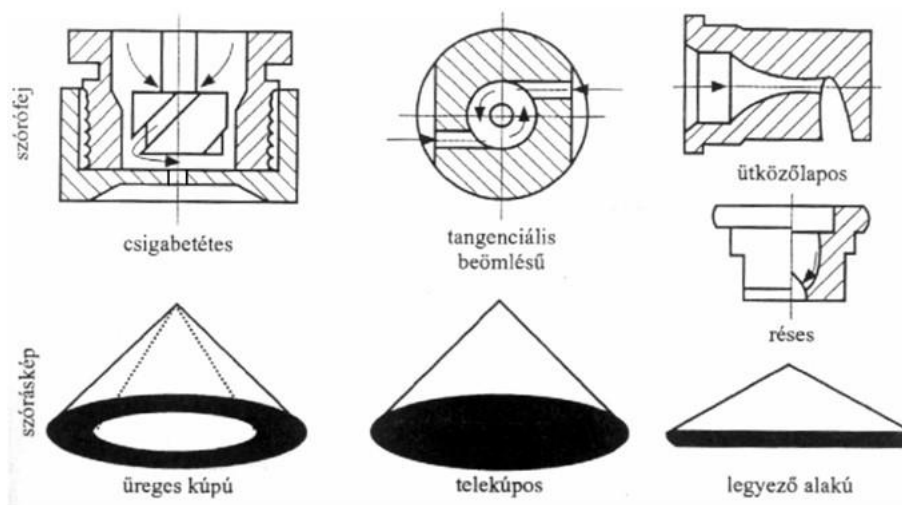
Hidraulikus cseppképzésű szórófejek kialakításuk szerint (Szendrő, 2000)

- Cirkulációs fúvókák
 - Pörgőtestes (pl. ferdefuratos, csigabetétes)
 - Pörgetőkamrás (pl. tangenciális beömlésű)
- Ütközéses fúvókák
 - Felületütközéses, azaz ütközőlapos

- Folyadékütközéses, azaz réses

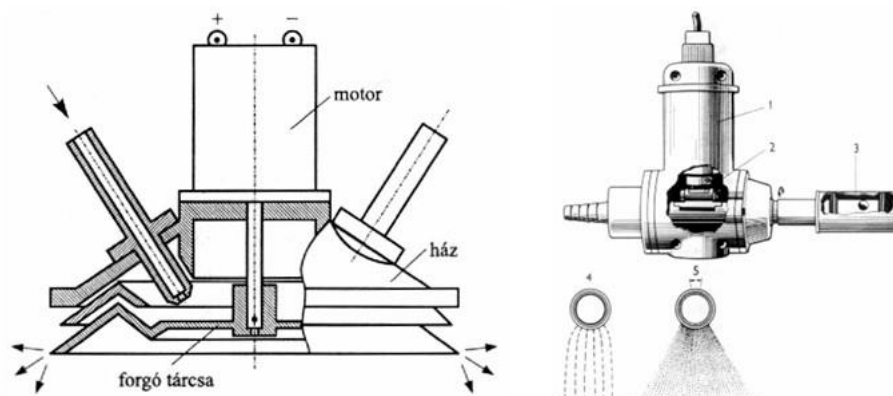
A cirkulációs szórófejek esetében a cseppképzést az a forgó mozgás végzi, amelyet a folyadék a cirkulációs kamrában végez. A megfelelő működés érdekében megfelelő irányú sebesség szükséges, amelyet a pörgőtestek biztosítják. Minden esetben kúp alakú szórásképet kapunk. A cirkulációs fúvókákat közepes és nagy nyomású ültetvény permetező gépeken használják. (László, 1997)

Az ütközéses szórófejek estében a felületütközéses porlasztási módszer esetén, a folyadéksugár egy sima, ívelt felületnek ütközik és egy 150-120 fokos kúpszöget alkot. Jellemzően Szántóföldi gyomirtások alkalmával használják. Azonban a szántóföldi permetezés során legjobban elterjedt és leggyakrabban használt szórófej típus a folyadékütközéses (réses) cseppképzésű. Ebben az esetben két folyadéksugár szögben való ütközése egy lapos folyadékfátylat hoz létre (Csizmazia, 2006). Legtöbb esetben ezen fúvókák szórásszöge 110 fok, de ez lehet 45, 80, 90 fok is. (Balázs, és mtsai., 1975)



4. ábra: Az ütközéses fúvókák típusai és szórásképek (Balázs, és mtsai., 1975)

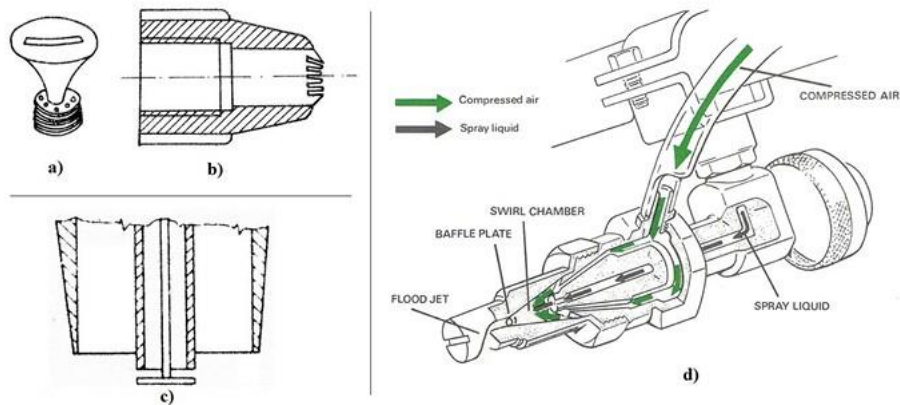
A mechanikus cseppképzésű szórófejek esetében leggyakrabban egy villanymotor által hajtott forgó tárcsa bontja cseppekre a permetlét. Ez rendkívül magas, fordulatszámon történik (3000-12000/min) A tárcsa peremén fogak vannak és a centrifugális erő hatására ezek hozzák létre a vékony folyadékfátylat. (Lönhárd, 2016). A tárcsa forgási sebességének változtatásával szabályozható a cseppméret. Hatalmas előnye ennek a módszernek, hogy rendkívül kis csepp spektrum is elérhető, viszont a cseppek kis mozgási energiája miatt szükség van például szállítólevegőre a kívánt felületre való lerakódás érdekében (Dimitrievits, 1998).



5. ábra: Forgótárcsás és vibrációs szórófejek. 1. villanymotor, 2. kulisszás hajtómű, 3. szórófej, 4. szórás kikapcsolt motorral, 5. szórás bekapcsolt motorral
(Balázs, és mtsai., 1975)

A pneumatikus cseppképzésű fúvókák esetében a levegő porlasztó hatását használják fel. A levegő hatására egy keverő térben elkezdődik a cseppképzés, majd a kilépőnyílás után befejeződik. Létezik olyan megoldás is, ahol a levegő a porlasztóból való kilépés után képezi a cseppeket. Lehet kúp vagy sík alakú porlasztási sugár. (Dimitrievits, 1998)

A kombinált szórófejek működése során nem csak a pneumatikus, hanem a hidraulikus vagy mechanikus elvet is alkalmazzák. Például amikor egy ütközőfelületen durva folyadéksugarakra való bontás történik, majd nagy sebességű levegő hatására megtörténik a cseppképzés. Amennyiben kisebb a folyadéknyomás, kevésbé érvényesül a levegő cseppképző hatása ezért nagyobb cseppek jönnek létre.



6. ábra: Kombinált cseppképzésű fúvókák: a) szórógomba és szita, b) hidraulikus előporlasztással való légorlasztás, d) Airtec kombinált szórófej (Lönhárd, 2016)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A KÍSÉRLET BEMUTATÁSA

A kísérlet témája a permetlé elsodródás mértékének megállapítása és összehasonlítása azonos kijuttatási dózis esetén két különböző munkasebességnél.

3.1.1. A kísérlet helye

A Baki Agrocentrum cégcsoport immáron 30 éves múltta visszatekintő 100%-ban magyar tulajdonú vállalkozás. A vállalat terménykereskedelemmel, szántóföldi növénytermesztéssel, vetőmag előállítással baromfitenyéztéssel, valamint szaktanácsadással foglalkozik. A növénytermesztés Bak és vonzáskörzetében közel 2500 hektáron végzi munkáját a kiemelkedő, precíziós gazdálkodásra alkalmas gép flotta segítségével. A vetésforgóban megtalálható az őszi káposztarepce, az őszi búza, az őszi árpa, a kukorica és a szója. A vezetőség kifejezetten nagy figyelmet fordít a növényvédelemre, ennek köszönhetően kiemelkedő termésátlagokkal büszkélkedhetnek évről évre. Ez nem csak a kiemelkedő szakmai tudásnak köszönhető, hanem a rendelkezésre álló technológiai feltételeknek is. A növényvédelmi tevékenységéhez kapcsolható gépei közt megtalálhatók a sorközművelő kultivátorok, a gyomfűsők, egy vontatott, illetve egy önjáró permetezőgép.

A cégcsoport területeinek jelentős részén precíziósan gazdálkodik. A precíziós talajmintavétel, a folyamatos műholdas NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) képek készítése adja az alapját ennek a gazdálkodási formának. A precíziós gazdálkodás során a PGR (Precíziós Gazdálkodási Rendszer), és a cégcsoport John Deere erőgépeihez kapcsolódó John Deere Operations Center nevű szoftverek segítik a munkálatokat.

A PGR-ben megtalálhatók a részletes talajmintavételi adatok, talajtérképek, NDVI térképek, valamint itt készülnek ezek alapján a tápanyaggazdálkodási tervek és a kijuttatási térképek is a változó dózisú tápanyagutánpótláshoz. Ezek mellett ebben a rendszerben érhetők el a cégcsoport 7 darab, illetve a környező gazdaságok által telepített meteorológiai állomások. Ezek kiemelt jelentőségűek a permetezések megtervezésénél, ugyanis lefedik az összes termesztési táblát. Ezekből minden információ kinyerhető, ami meghatározó tényező a növényvédelmi kezelések alkalmával.



7. ábra: A Baki Agrárcsoport egyik termeszési táblája mellett megtalálható PGR meteorológiai állomás (Forrás: Saját)

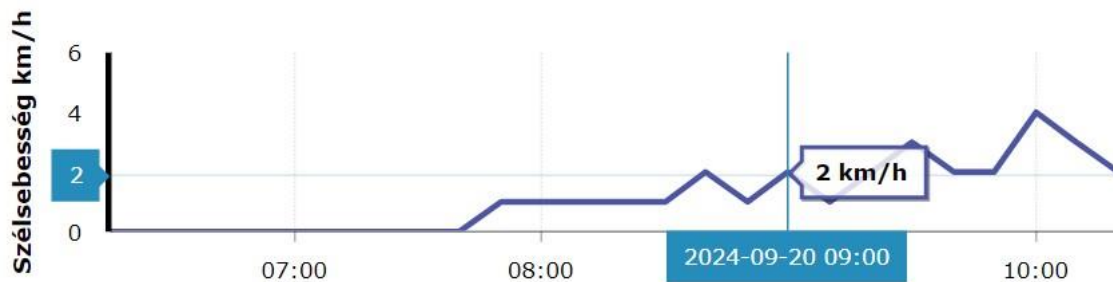
A kísérletet a cégcsoport Pölöske Barnakpusztai telephelye mellett megtalálható 60 hektáros „Barnak” nevű tábláján végeztem. A tábla hosszirányban észak-dél irányban helyezkedik el ezért, a kísérlet számára kedvező adottságokkal bír. Az idei évben kukorica volt a fővetésű növény, amelyet a kísérlet idejére már betakarítottak, ezért kukorica tarlón végeztem.



8. ábra: A Baki Agrárcsoport "Barnak" nevű táblájának domborzati térképe a John Deere Operations Center-ben (Forrás: Saját)

3.1.2. A kísérlet körülményei

A kísérletet 2024. szeptember 20-án délelőtt végeztem 8:45 és 9:15 között. Az időjárási körülményeket a tábla közvetlen szomszédságában található precíziós meteorológiai állomás rögzítette. A kísérlet időpontjában az ég tiszta és derűs volt, szél iránya nyugati, sebessége pedig 2 km/h volt.



9. ábra: A kísérlet időpontjában, a szél sebességét ábrázoló diagram a KITE PGR rendszerében. (Forrás: Saját)

3.1.3. A kísérlet eszköze

A cégcsoport önjáró Horsch Leeb 6.300 VN típusú permetezőgépével végeztem a kísérletet. Ez a gép 30 méteres keretszélességgel rendelkezik. Külön érdekessége, hogy a hagyományos 50 cm-es elosztáshoz képest, 25 cm-es elosztásban helyezkednek el a permetező kereten a fűvókák. Ennek és az automata keret állításnak köszönhetően lényegesen közelebb helyezkedik el egymáshoz munkavégzés közben a permetező keret és a növényállomány.

Műszaki adatok:

- 310 lóerős Common-Rail dízel motor
- RTK (Real-Time Kinematic) vezérlés
- 6000 literes permetlé tartály
- 3,5 méteres fordulókör
- 50:50 arányú súlyeloszlás az első és a hátsó tengely között
- 25 cm-es fűvóka elosztás
- Maximum 2 m-es hasmagasság, valamint 3 méteres nyomtáv, melyeket hidraulika segítségével lehet vezérelni
- Automatikus szakaszolás, melynek köszönhetően nincs átfedés a munkavégzés során
- Maximum 32 km/h-ás munkavégzési sebesség



10. ábra: A kísérlet eszköze, a Baki Agrárcsoport 30 méteres munkaszélességű Horsch Leeb 6.300 VN típusú hidas permetező gépe (Forrás: Saját)

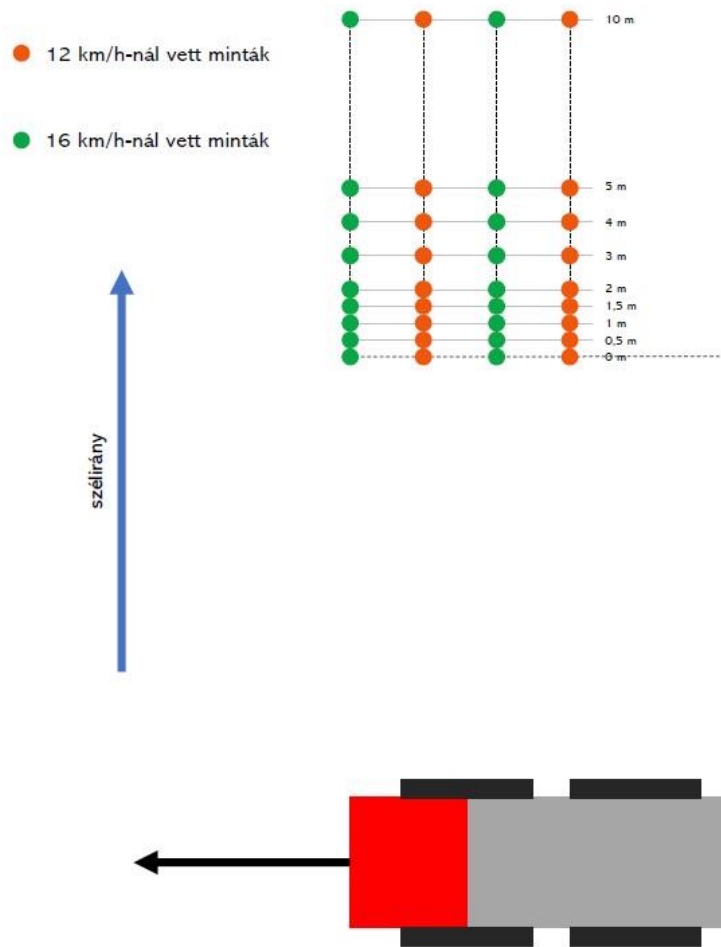
3.2. A KÍSÉRLET MENETE

3.2.1. A minták elkészítése

A kísérlet során a permetezőgép tartályát 400 liter vízzel töltöttem fel, majd 10 gramm festékanyagot (Pyranin 120) kevertem bele. Ezután a tartályból 0,5 liter mintát vettem, mert ez egy ismert töménységű oldat, amire a laboratóriumi elemzések során van szükség. Gondosan figyeltem rá, hogy a ruhám és a kezem festékanyagtól mentes maradjon.

A permetezőgépet a szél irányára merőlegesen beállítottam és Petri-csészéket helyeztem el az utolsó permetező fúvóka alatt, szélirányban 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5 és 10 méterre. A csészéket egységes jelöléssel láttam el, ahol a jelölés első két száma a menetsebességet, majd egy / jellel elválasztva a csésze permetező kerettől való távolságát jelöltem méterben kifejezve, pl.: 12/1.

Két különböző munkasebesség esetében vizsgáltam az oldalirányú elsodródást, 12 és 16 km/h-ás munkasebesség esetében. A vizsgálatot mindkét esetben megismétltem a hitelesség maximalizálása érdekében. Azért, hogy a nyomvonal mindkét munkasebesség esetében azonos legyen, először beállítottam a csészéket a permetezőgéphez, ezután a gépkezelő rögzítette ezt a nyomvonalat, majd a kísérlet során a permetezőgép RTK vezérléssel haladt el a Petri-csészék felett.



11. ábra: Helyszínrajz a permetlé elsodródási mintákat gyűjtő petri-csészék és a permetezőgép elhelyezkedésről (Forrás: Saját)

A kísérlet állandónak tekinthető feltételei:

- Haladási sebesség: 12, illetve 16 km/h
- Kijuttatási dózis: 200 liter/ha
- Permetezési nyomás: 3, illetve 5,3 bar
- Szélsebesség: 2 km/h
- Fúvóka: Lechler IDKT-120-04 (légbeszívásos)

Először levettem a fedelét azoknak a csészéknek, amelyekbe a 12 km/h sebesség mellett végzett permetezés mintáit gyűjtöttem. Ezután a gép működő szórókerettel egyenletesen 12 km/h sebességgel elhaladt a kijelölt útvonalon. Ezt követően gondosan lezártam a Petri-csészék fedelét, majd megismétltem a folyamatot, csak ebben az esetben a 16 km/h sebesség mellett végzett permetezés mintáit rögzítő csészék fedelét vettem le. A minták elkészítése után

a Petri-csészéket összegyűjtöttem megfelelő kategóriánként összeválogatva az összekeveredés minimalizálása érdekében.

3.2.2. A begyűjtött minták laboratóriumi vizsgálata

A szántóföldön végzett elsodródási minták elkészítése után laboratóriumban folytattam a minták kiértékelését. Az vizsgálat során a Petri-csészékbe lerakódott festékanyagot fluorometriás módszerrel mértem vissza, és ebből számoltam ki az oldalirányú elsodródást.

Először elkészítettem a Petri-csészékben a mérések elvégzéséhez szükséges oldatokat. Ehhez egy laboratóriumi folyadék adagolót használtam, amely segítségével 100 ml desztillált vizet adtam minden mintagyűjtő csészéhez. Ezután hagytam 2 napon keresztül oldódni a Petri-csészékben található festékanyagot.

Ezután egy hígítási sort készítettem a permetlé tartályból vett mintából. 5 különböző hígítást készítettem:

1. 10-szeres
2. 100-szoros
3. 1.000-szeres
4. 10.000-szeres
5. 100.000-szeres

Ezeket a fent említett számokkal jelöltem. Ezen oldatok töménysége ismert ezért, ezeket fogom a későbbiekben a viszonyítás alapjául venni, továbbiakban sztenderdként fogok hivatkozni rájuk.

A Petri-csészéken lerakódott festékanyagok visszamérését fluorometriás módszerrel végeztem. Ennek köszönhetően rendkívül pontosan lehet meghatározni az egységnyi felületre jutó hatóanyag, illetve jelzőanyag mennyiségét. A permetlé tartályba bekevert festékanyag egy mesterséges vegyület, amelynek természetes előfordulása nem ismert. Bizonyos hullámhosszúságú ultraibolya sugárzással gerjeszthető, az általa felvett energiát pedig egy hosszabb hullámhosszú fényként emittálja. A festékanyagok műszeres visszaméréséhez egy svájci gyártású GK Turner típusú fluorométert használtam.



12. ábra: A kísérlet során használt GK Turner típusú fluorométer (Forrás: Saját)

A műszer 4 mérési tartományban képes mérni, ezek váltásakor, illetve minden mérés előtt desztillált víz segítségével be kell állítani és ellenőrizni a készülék nullpontját. „A fluoreszcenciás emittált fény intenzitása kis koncentrációk esetében lineárisan változik a koncentráció függvényében, ezért a sztenderddel való összehasonlítás után egyszerű aránypárral számítható a minta térfogatában mutatkozó jelzőanyag koncentrációja.” (Lönhárd, 2016)

A vizsgálat során először a permetező kerettől legtávolabb eső minta visszamérésével kezdtem, majd a valószínűsíthetően egyre több festékanyagot tartalmazó mintákkal folytattam az esetleges keveredések érdekében. A műszer a kisebb festékanyag dózis miatt a legerősebb megvilágítási, azaz a 30-as mérési tartományban volt. Addig haladtam a mintákkal, míg az első mérési tartományban mérhetőek voltak a mintaoldatok, ekkor a másik menetsebességnél vett mintákkal folytattam annak érdekében, hogy a minél kevesebbszer kelljen mérési tartományt váltani, ugyanis ez torzíthatja a kísérlet eredményeit.

Mikor végeztem ezekkel a mintákkal, változtattam a mérési tartományt, míg meg nem találtam a megfelelő megvilágítási erősséget a fennmaradó mintákhoz. Ezt csak az utolsó fűvóka alatt található Petri-csészék esetében kellett megtennem, itt a magas koncentráció miatt az 1-es mérési tartomány, azaz a leggyengébb megvilágítás volt a megfelelő.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Az eredmények kiszámításának menete

A mérési adatok a következők voltak:

KÓD	ISMÉTLÉS	ÉRTÉK	MÉRÉSI TARTOMÁNY	OLDAT TÉRFOGAT (ml)	KÓD	ISMÉTLÉS	ÉRTÉK	TARTOMÁNY	OLDAT TÉRFOGAT (ml)
12/10	1	2	30	100	16/10	1	21	30	100
12/10	2	0	30	100	16/10	2	11	30	100
12/5	1	0	30	100	16/5	1	5	30	100
12/5	2	0	30	100	16/5	2	4	30	100
12/4	1	7	30	100	16/4	1	1	30	100
12/4	2	7	30	100	16/4	2	4	30	100
12/3	1	1	30	100	16/3	1	2	30	100
12/3	2	0	30	100	16/3	2	3	30	100
12/2	1	0	30	100	16/2	1	1	30	100
12/2	2	0	30	100	16/2	2	1	30	100
12/1, 5	1	0	30	100	16/1, 5	1	1	30	100
12/1, 5	2	1	30	100	16/1, 5	2	0	30	100
12/1	1	1	30	100	16/1	1	4	30	100
12/1	2	1	30	100	16/1	2	0	30	100
12/0, 5	1	6	30	100	16/0, 5	1	66	30	100
12/0, 5	2	3	30	100	16/0, 5	2	20	30	100
12/0	1	64	1	200	16/0	1	78	1	100
12/0	2	64	1	200	16/0	2	100	1	100

13. ábra: A begyűjtött minták fluorométerrel vizsgált eredményei (Forrás: Saját)

Ezek után a használt mérési tartományokhoz tartozó sztenderdekben található festékanyag visszamérése következett:

STANDARD	HIGÍTÁS	ÉRTÉK	TARTOMÁNY	TÖMÉNYSÉG (ng/ml)
3-AS	1000	18	1	25
4-ES	10000	55	30	2,5

14. ábra: A sztenderdek fluorométerrel vizsgált eredményei (Forrás: Saját)

A Petri-csészékben fluorométerrel visszamért festékanyagok mennyiségének meghatározása után jöhetett az adatok kiértékelése. Először az értékeket elosztottam a velük azonos méréstartományban mért sztenderd értékével, így kaptam egy arányt. Ezt megszoroztam az adott mérési tartomány sztenderdjének töménységével, ebből megkaptam az adott mintaoldat töménységét. Ezután kiszámoltam az adott Petri-csészében lerakódott összes festékanyagot, ami az oldat térfogatának és töménységének szorzata. A kísérlet során használt csészék

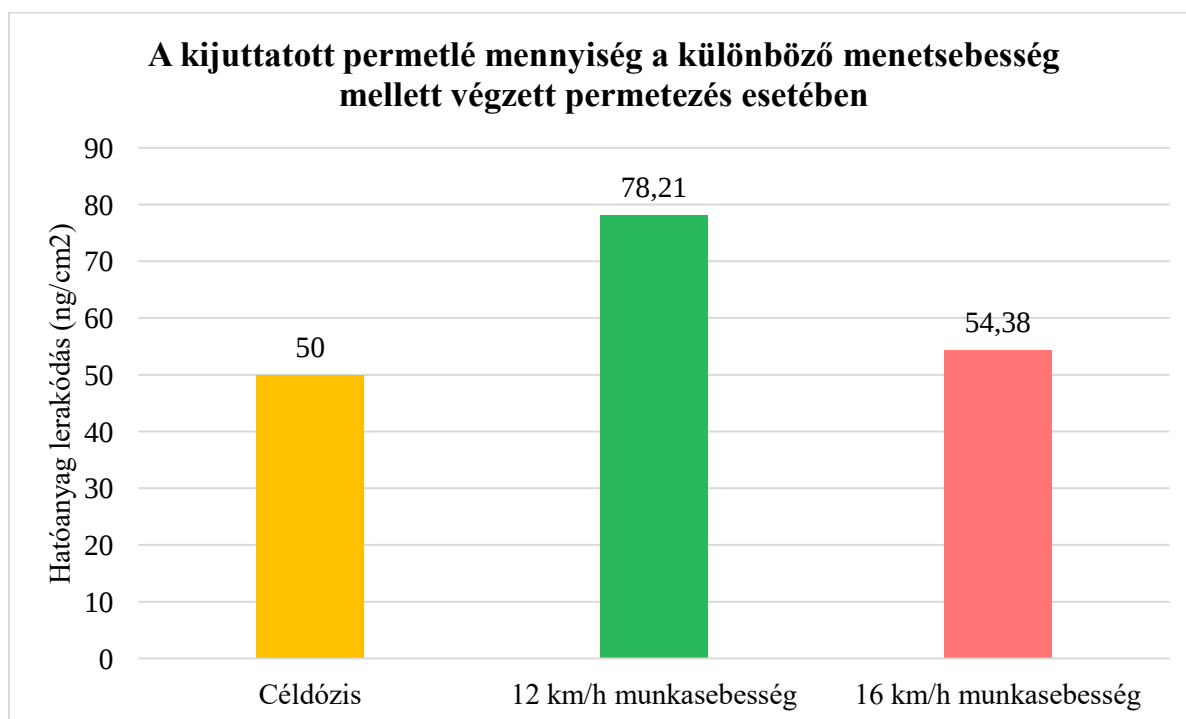
felülete 223,7 cm², tehát a csészében lerakódott összes festékanyag mennyiségét elosztva a Petri-csésze felületével megkaptam az adott minta egy négyzetcentiméterre jutó lerakódásának értékét nanogrammban.

Mivel a permetlé tartályban 400 liter vízhez adtam 10 gramm jelzőanyagot és hektáronként 200 liter permetlét juttattunk ki, így hektáronként 5 gramm, négyzetcentiméterre nézve 50 nanogramm volt a céldózis.

A minták kiértékelése során külön vizsgáltam menetsebesség elsodródásra gyakorolt hatását az utolsó fúvóka alatt, és a permetező kerettől a szél irányában különböző távolságokra vett minták esetében. Így kaptam egy eredményt arról, hogy a menetsebesség hogyan befolyásolja a szórás mennyiséget permetezési terület szélén, valamint egy eredményt arról, hogy mekkora mértékű oldalirányú elsodródást eredményez.

4.2. A menetsebesség kijuttatott permetlé mennyiségre gyakorolt hatásának vizsgálata a permetezési terület szélén

A 12 km/h és 16 km/h menetsebesség mellett végzett permetezés során összegyűjtött mintákat összehasonlítva a következő eredményeket kaptam:

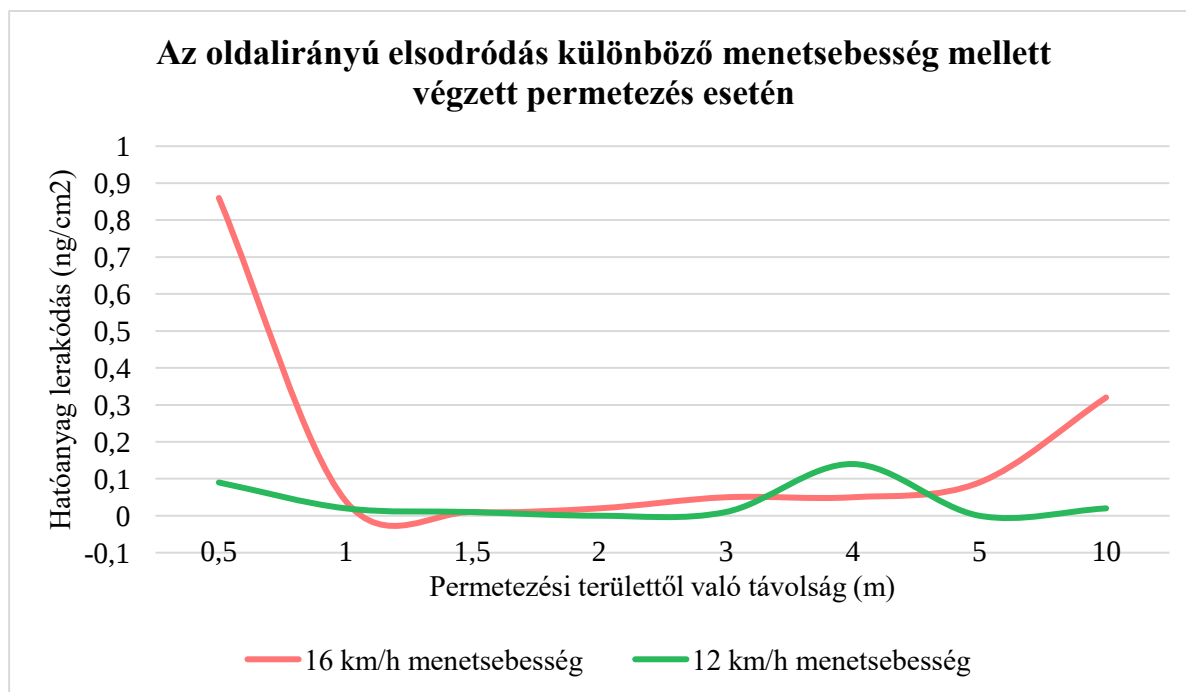


15. ábra: A kijuttatott permetlé mennyiség a különböző menetsebesség mellett végzett permetezés esetében (Forrás: Saját)

A fenti táblázat alapján megállapítható, hogy a 16 km/h menetsebesség mellett végzett permetezés esetében 30,5 %-kal kevesebb hatóanyag kerül a célfelületre, mint a 12 km/h menetsebesség mellett végzett permetezés esetében. Emellett az is jól látszódik, hogy a permetezési területen belüli elsodródásnak köszönhetően a terület szélén megemelkedik a lerakott hatóanyag mennyisége. A céldózishoz képest a 12 km/h sebesség mellett végzett permetezés esetén az utolsó fűvóka alatt 156,4 %-kal több hatóanyag jutott a célfelületre, míg ez a szám a 16 km/h munkasebességű permetezés esetén csak 108,7 % volt. Ez a jelenség a menetsebesség permetlőre gyakorolt hatásának tudható be, ugyanis a menetszél magasabbra repíti a cseppeket, az innen hiányzó mennyiséget pedig a permetezési területen kívül rakja le a szél. Ezen kívül növényzet és a permetező keret közti kis távolságnak köszönhetően egy kis kilengés is viszonylag nagy változásokat idézhet elő a kijuttatott permetlé mennyiség tekintetében.

4.3. A menetsebesség permetlé elsodródásra gyakorolt hatásának vizsgálata

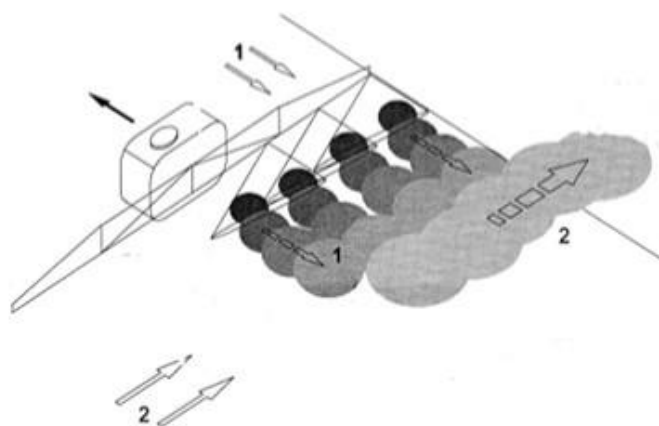
A fent említettek szerint a permetezőgépre merőlegesen fújó 2 km/h erősségű oldalszél estében a permetező kerettől oldalirányban 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 10 méterre vizsgált pontok esetében a következő eredményeket kaptam:



16. ábra: Az oldalirányú elsodródás különböző menetsebesség mellett végzett permetezés esetén (Forrás: Saját)

A fenti diagram alapján megállapítható, hogy már ilyen kis mértékű munkasebesség különbség esetében is igen nagy, egész pontosan 104 %-kal nagyobb az elsodródás mennyisége a permetezőkerettől 0,5 m távolságra a magasabb menetsebesség esetén. Ezután egészen 4 m távolságig szinte 0 az elsodródás, azonban 4 méter távolságnál megfigyelhető, hogy mindkét kísérlet esetében megugranak az értékek. Ez valószínűleg az oldalszélnek köszönhető, hogy a permetezési területen felkapott hatóanyagot a 2 km/h erősségű szél itt rakja le. Ezután csak a 16 km/h mellett végzett permetezés esetében tapasztalható oldalirányú elsodródás. A diagramon látható eredmények alapján arra lehet következtetni, hogy menetszél a nagyobb munkasebesség esetében a permetezési területen felkapott hatóanyagot olyan magasra viszi, hogy még 2 km/h oldalszél is 5 méternél nagyobb távolságra repíti. Ezek a számok azonban még így is igen csekélynek mondhatók, ugyanis a kísérlet során mért legnagyobb elsodródott mennyiség a 16 km/h sebesség mellett végzett permetezés esetén a permetezési területtől 0,5 méterre is csak a céldózis 0,0172 %-a.

Vizsgálataim eredményei alapján meg tudom erősíteni a következő tapasztalatot: „Az elsodródás okait megvizsgálva az állapítható meg, hogy a menetsebesség által keltett menetszél hozza létre első fázisban a permetlé elsodródásának lehetőségét. Ez függ az olyan kijuttatástechnikai paraméterektől, mint például a fúvókák mérete, típusa, sűrűsége, valamint a haladási sebesség. A második hatásban a klimatikus tényezők által befolyásolt oldalszél okozza a permetlé elsodródását.” (Lönhárd, 2016)

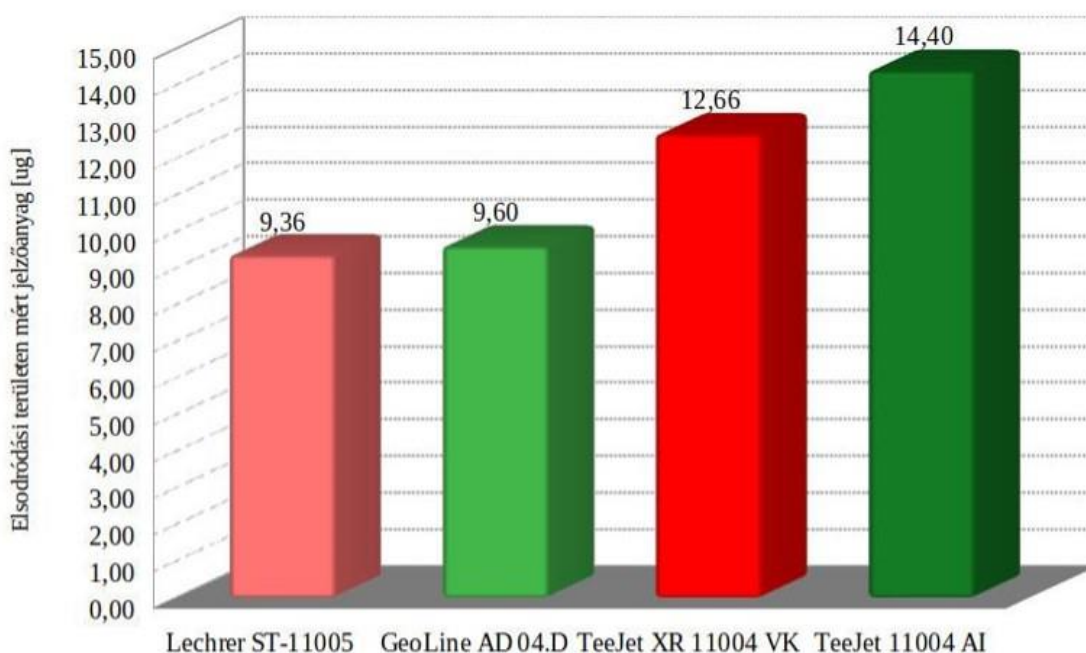


17. ábra: Az elsodródás keletkezésének modellezése (László, és mtsai., 2001)

4.4. Összehasonlítás egy hasonló kísérlettel

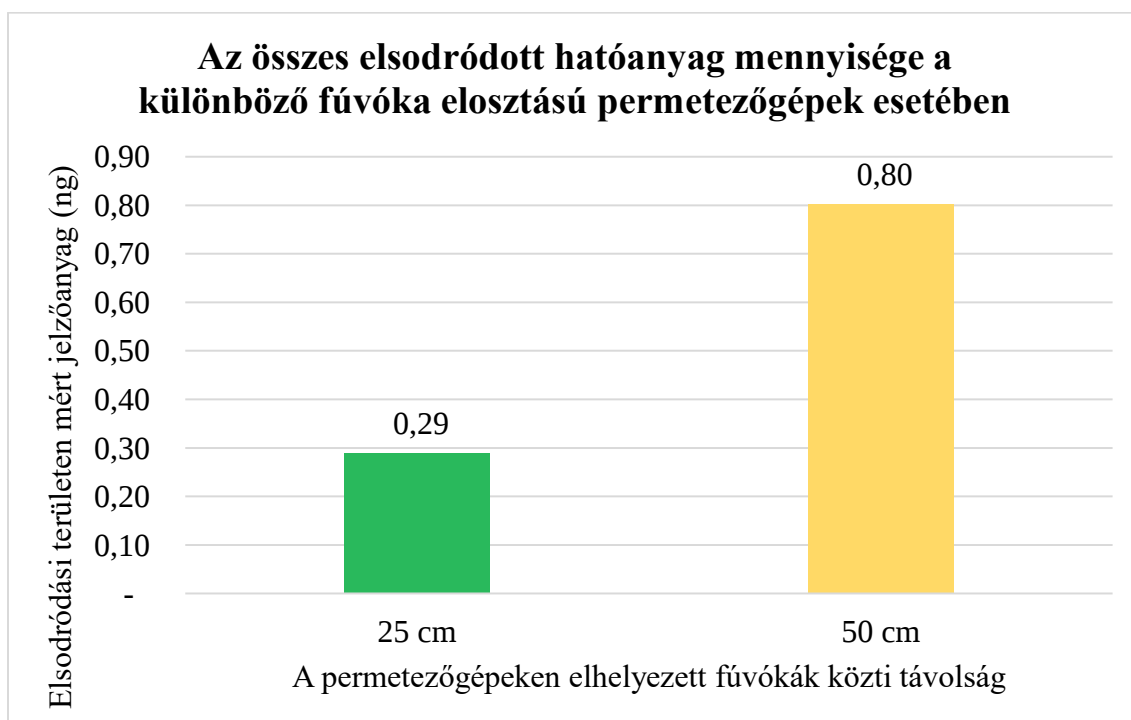
A kísérlet eredményeinek teljes mértékű megértéséhez elengedhetetlennek tartom az összehasonlítást egy másik hasonló kísérlet eredményeivel. A kísérlet során a légbeszívásos és réses fűvókák elsodródási jellemzőit vizsgálják. Azért erre a kutatási eredményre esett a választásom, mert a szerzők kifejezetten az elsodródási jelenség csökkentésére kifejlesztett fűvókatípusokat vizsgálták. A módszer és a kísérlet menete igen hasonló, ugyanúgy tarlón történt a minták megvétele, a mérések is fluorometriás módszerrel történtek és a menetsebesség is 12 km/h volt. Ami viszont különbözik, hogy az említett kísérlet során használt permetezőgépeken a hagyományos elosztásban, azaz 50 cm-re, az általam vizsgált permetezőgép esetében pedig 25 cm-re helyezkedtek el egymástól a fűvókák. Ennek köszönhetően átlagosan 2-szer akkora távolságot kell tartani a növényállomány és a permetező keret közt, mint az én kísérletem során használt permetezőgép esetében. Az összehasonlítás célja, hogy egymás mellé tegyem a két különböző fűvóka elosztás mellett vizsgált elsodródási kísérletek eredményeit, így egy képet kapjak arról, milyen hatást gyakorol a fűvókák egymáshoz viszonyított távolsága a permetlé elsodródásra.

A kísérletben 4 különböző fűvóka elsodródási viszonyait elemezték, az oldalszél erőssége pedig 2 m/s volt. Az alábbi táblázat mutatja, mekkora mennyiségű festékanyag rakódott le összesen a permetezési területen kívül:



18. ábra: Az összehasonlított kísérlet eredményeit mutató diagram (Lönhárd, és mtsai., 2024)

Az összehasonlítás során a fenti táblázatban (18. ábra) található eredményeket átlagoltam, az oldalszél különbséggel lekorrigált eredményeket a saját kísérletem eredményei mellé állítottam. A korrigáció utáni eredmény persze hozzávetőleges és elméleti, de ha az arányokat nézzük, így is látványos eltérések mutatkoznak meg. A következő diagram (19. ábra) mutatja a két kísérlet során a permetezési területen kívül lerakódott festékanyag egymáshoz viszonyított mennyiségét:



19. ábra: Az összes elsodródott hatóanyag mennyisége a különböző fúvóka elosztású permetezőgépek esetében (Forrás: Saját)

Az eredmények alapján körülbelül 60%-os eltérés valószínűsíthető azonos menetsebesség és hasonló oldalszél esetében a fúvókák egymáshoz viszonyított távolsága alapján.

5. Következtetések és javaslatok

A kísérletem alapján megállapítható, hogy még igen kis oldalszél mellett végzett permetezés során is tapasztalható oldalirányú elsodródás. A nagyobb munkasebesség mellett mért nagyobb elsodródás és hatóanyag lerakódás oka a permetezési területtől legtávolabb eső mintatérben, hogy a növelt menetsebesség során létrejövő menetszél a permetezési területről felrepíti a képződött cseppek egy részét, amit még az ilyen csekély 2 km/h sebességű menetszél is távolra szállít. Ezzel ellentétben a dolgozatom végén található összehasonlításból azokat a következtetéseket vonhatjuk le, hogy bár az összehasonlított eredmények korrigáltak, így is jelentős eltérés tapasztalható a két különböző fűvóka elosztás között. A kísérletem során használt 25 cm-es fűvóka elosztású permetezőgép használata során a mindennapi használatban is tapasztalható, hogy egy hagyományos permetezőgéphez képest magasabb szélerősség mellett is lehet dolgozni vele, így több a rendelkezésre álló, permetezésre alkalmas időtartam. Ez hatalmas fejlődést jelent mind a permetezés minőségében, mind a hatékonyság terén. A vizsgálatom eredményei meggyőzően magasabb munkasebesség (12-16 km/h) esetén is mutatják a sűrűbb fűvókaosztás előnyeit az elsodródási jelenség mértékében. Megjegyzendő, hogy sok szakirodalmi forrás 8 és 10 km/h-ban húzza meg a szántóföldi permetezés munkasebességének maximumát, részben az elsodródás erősödése miatt, részben viszont a célfelületen mérhető munkaminőségi jellemzők romlása miatt. A kezelt terület széléről származó minták eredményei arra engednek következtetni, hogy a magasabb munkasebesség rosszabb permetlé-eloszlást okoz a célfelületen.

A jövőben érdemes foglalkozni és részletesebben összehasonlítani a két fűvóka elosztást és az elsodródásra, valamint a permetezési minőségre gyakorolt hatásukat.

6. Összefoglalás

A szakdolgozatom kísérletét a Zala megyében szántóföldi növénytermesztést folytató Baki Agrárcsoport egyik termesztési tábláján végeztem. A cégcsoport 2500 hektáron folytat szántóföldi növénytermesztést és vetőmag előállítását. A területeik nagy részén precíziósan gazdálkodnak, ezért a gép flotta is kiemelkedő technológiai szinten van. A növényvédelmi kezeléseket egy Horsch Leeb 6.300 VN típusú hidas permetezőgéppel végzik, ezt használtam én is a kísérletem során. Ezen a gépen a szórófejek a hagyományostól eltérően 25 centiméterre helyezkednek el egymástól, így munkavégzés közben 50%-kal közelebb helyezkedik el a permetező keret a növényállomány felett. A kísérlet során a menetsebesség permetlé elsodródásra gyakorolt hatását vizsgáltam két különböző munkasebesség (12 és 16 km/h) mellett végzett permetezés esetében.

A szél irányára merőlegesen beállítottam a permetezőgép haladási irányát. Szélirányban Petri-csészéket helyeztem el az utolsó szórófej alatt, 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 10 méterre a permetezési területtől. Ezt 4 alkalommal ismételt meg, ugyanis mindkét kísérletet megismételt az eredmények hitelessége érdekében. Ezután a permetlé tartályba színezőanyagot kevertem (Pyranin 120), majd a gép 200 liter/ha kijuttatott permetlé mennyiséggel először 12, majd 16 km/h sebességgel, RTK vezérléssel elhaladt a kijelölt útvonalon.

A Petri-csészékből később a laboratóriumban fluorometriás módszerrel visszamértem a lerakódott jelzőanyag mennyiségét. A permetlé tartályba bekevert festékanyag egy mesterséges vegyület, amelynek természetes előfordulása nem ismert. Bizonyos hullámhosszúságú ultraibolya sugárzással gerjeszthető, az általa felvett energiát pedig egy hosszabb hullámhosszú fényként emittálja. Ehhez a folyamathoz egy svájci gyártású GK Turner típusú fluorométert használtam.

Az így kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a menetsebesség nagy mértékben befolyásolja a permetlé elsodródását, ugyanis még 2 km/h erősségű oldalszél esetén is egészen 10 méterre a permetezési területtől is mértem vissza színezőanyagot. Ezek a számok azonban igen csekélynek mondhatók, ugyanis a kísérlet során mért legnagyobb elsodródott mennyiség a 16 km/h sebesség mellett végzett permetezés esetén a permetezési területtől 0,5 méterre is csak a céldózis 0,0172 %-a.

Fontos megemlíteni, hogy számos szakirodalmi forrás 8 és 10 km/h-ban húzza meg a szántóföldi permetezés munkasebességének maximumát, az elsodródás erősödése miatt és a

célfelületen mérhető munkaminőségi jellemzők romlása miatt. A kezelt terület széléről származó minták eredményei arra engednek következtetni, hogy a magasabb munkasebesség rosszabb permetlé-eloszlást okoz a célfelületen.

A dolgozatom végén összevetettem az eredményeket egy másik kísérlettel, ugyanis szerettem volna szembe állítani egy hasonló kísérlettel, azonban az abban szereplő permetezőgép esetében hagyományosan 50 cm-re helyezkedtek el egymástól a fűvókák. A célom az volt ezzel, hogy egy viszonyítási képet kapjak arról, hogy milyenek az eredményeim egy hagyományos permetezőgéppel végzett munka során vizsgált elsodródási adatokhoz képest. A két eredményt összehasonlítva látható, hogy a hagyományos fűvóka elhelyezkedés esetében jelentősen nagyobb, azaz körülbelül 60%-kal több permetlé elsodródás valószínűsíthető a 25 cm-es elosztáshoz képest. Ebből arra lehet következtetni, hogy megéri elgondolkodni a gazdálkodóknak egy esetleges permetezőgép vásárlás esetén a 25 cm-es fűvóka elosztáson. Ezzel nagyobb erősségű oldalszél esetén is lehet permetezést végezni, ennek köszönhetően pedig kitolódik a munkavégzésre alkalmas időtartam, aminek köszönhetően nő a hatékonyság és a területteljesítmény.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom konzulensemnek dr. Lönhárd Miklósnak, és a Baki Agrárcsoport vezetőségének és dolgozóinak, akik segítettek szakdolgozatom elkészítésében. Nélkülük nem valósulhatott volna meg a szántóföldi kísérlet és ennek laboratóriumi vizsgálata és értékelése. Köszönöm a konzulensemnek a kiváló szakirodalmi forrásokhoz való hozzáférést, ezek nagyban hozzájárultak a munkám minőségéhez. Hálás köszönettel tartozom minden fajta segítségért és a folyamatos tanácsokért.

7. Irodalomjegyzék

Agroinform. 2021. A legendás Kamov Ka-26 permetezőhelikopter még mindig dolgozik. *agroinform*. [Online] 2021. [Hivatkozva: 2024. október 20.] <https://www.agroinform.hu/gepeszet/a-legendas-kamov-ka-26-permetezohelikopter-meg-mindig-dolgozik-52254-001>.

Balázs, Ferenc és Dimitrievits, György. 1975. *A növényvédelem gépei*. Budapest : Mezőgazdasági Kiadó, 1975.

Balázs, Ferenc, Dimitrievits, György és Ruttkay, Péter. 1984. *A növényvédő gépek üzemeltetése*. Budapest : Mezőgazdasági Kiadó, 1984.

Csizmazia, Zoltán. 2006. *A növényvédelem gépei*. Budapest : Mezőgazdasági Kiadó, 2006.

— . **2011.** *Műszaki ismeretek*. Debrecen : Debreceni Egyetem, 2011.

Dimitrievits, György. 1998. A permetlékészítés gépei eszközei. *Mezőgazdasági Technika*. 1998.

Ganzelmeier, H. 1986. *Abdrift beim Einsatz von Sprüh- und Staubgeräten im Obstund Ackerbau*. hely nélkül. : Landtechnik, 1986.

Instant Info. 2023. Az ipari forradalom története és globális hatásai. *instantinfo*. [Online] 2023. [Hivatkozva: 2024. október 20.] [<https://instantinfo.hu/az-ipari-forradalom-tortenete-es-globalis-hatasai/>].

JETfly. 2005. An-2-esek Magyarországon. *jetfly*. [Online] 2005. [Hivatkozva: 2024. október 20.] <https://www.jetfly.hu/regi-jetfly/1959-an-2-esek-magyarorszagon>.

László, Alfréd, Pályi, Béla és Takács, Zsolt. 2000. *Tájékoztató a permetezőgépek EU kompatibilis felülvizsgálati rendszeréről*. Keszthely : Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, 2000.

László, Alfréd. 1997. *Gyakorlati áramlástan*. Budapest : Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 1997.

— . **1999.** Környezetkímélő növényvédelmi eljárások, precíziós kijuttatás, minőség-ellenőrzés. *Mezőgazdasági Technika*. 1999.

László, Alfréd, Pályi, Béla és Dimitrievits, György. 2001. *Precíziós eljárástechnika a növényvédelemben: időjárás- és eljárásfüggő elsodródás meghatározása*. Keszthely : Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, 2001.

László, Alfréd, Pályi, Béla és László, A.-né. 2000. *Környezetterhelés csökkentése növényvédő szerek időjárás- és eljárásfüggő elsodródásának meghatározásával*. Keszthely : Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, 2000.

Lesz-e jövőjük. 2020. Lesz-e jövőjük. *Kamov Ka-26 helikopter*. [Online] 2020. [Hivatkozva: 2024. október 29.] <https://leszejovojuk.hu/repules/kamov-ka-26-helikopter/>.

Lönhárd, Miklós. 2016. *A különböző műveleti tényezők hatása a permetezés eloszlási viszonyaira*. Keszthely : Festetics Doktori Iskola, 2016. Ph.D értekezés.

Lönhárd, Miklós, és mtsai. 2024. *Légbeszívósos és hagyományos réses fúvókák elsodródási jellemzőinek vizsgálata*. Keszthely : Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet, Agrárműszaki Tanszék, Georgikon Campus , 2024.

Magyar Mezőgépparchívum. 2021. Facebook. *Magyar Mezőgépparchívum*. [Online] 2021. [Hivatkozva: 2024. október 20.]

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=4012786472107809&set=a.454564627930029>.

Micskey, I.-né. 1993. A TWIN bármikor bevethető. *Mezőgazdasági Technika*. 1993.

Nébih. 2020. Mit jelent a növények védelme? *portal.nebih*. [Online] 2020. január 21. [Hivatkozva: 2024. október 28.] <https://portal.nebih.gov.hu/-/mit-jelent-a-novenyek-vedelme->.

Rudolph, R. 1995. *RUDOLPH, R. (1995): Abdrift verschiedener Düsen. Landtechnik*. hely nélkül. : Landtechnik, 1995.

Salyani, M. és Whitney, J.D. 1990. Ground Speed Effect on Deposition Inside Citrus Trees. *Transactions of the ASAE*. 1990.

Szendrő, Péter. 2003. *Géptan*. Budapest : Szaktudás Kiadó Ház, 2003.

—, **2000.** *Mezőgazdasági gépszerkezettan*. Budapest : Szaktudás Kiadó Ház, 2000.

Szendrő, Péter, és mtsai. 2003. *Géptan*. Budapest : Mezőgazda Kiadó, 2003.

Whitney, J.D., és mtsai. 1989. *A Field Investigation to Examine the Effects of Sprayer Type, Ground Speed, and Volume Rate on Spray Deposition in Florida Citrus*. Florida : Journal of Agricultural Engineering Research, 1989.

Yates, W.E., Cowden, R.E. és Akesson, N.B. 1985. *Drop Size Spectra from Nozzles in High-Speed Airstream*. hely nélkül. : Transactions of the ASAE, 1985.

ZHU, H., és mtsai. 1994. Simulation of Drift of Discrete Sizes of Water Droplets from Field Sprayers. *Transactions of the ASAE*. 1994.

8. Ábrajegyzék

1. ábra: Egy Kertitox Góliát felépítménnyel rendelkező IFA tehergépkocsi végzi a napraforgó alá történő vegyszeres kezelést (*Magyar Mezőgépparchívum*, 2021)⁶

2. ábra: Szőlő permetezés Kamov Ka-26 típusú helikopterrel (*Lesz-e jövőjük*, 2020)⁷

3. ábra: A permetezőgépek típusai szórószerkezetük alapján (*Szendrő*, 2003)¹²

4. ábra: Az ütközéses fúvókák típusai és szórásképek (*Balázs, és mtsai.*, 1975)¹³

5. ábra: Forgótárcsás és vibrációs szórófejek. 1. villanymotor, 2. kulisszás hajtómű, 3. szórófej, 4. szórás kikapcsolt motorral, 5. szórás bekapcsolt motorral (*Lönhárd*, 2016)¹⁴

6. ábra: Kombinált cseppképzésű fúvókák: a) szórógomba és szita, b) hidraulikus előporlasztással való légporlasztás, d) Airtec kombinált szórófej (*Lönhárd*, 2016)¹⁵

7. ábra: A Baki Agrárcsoport egyik termelési táblája mellett megtalálható PGR meteorológiai állomás (Forrás: Saját)¹⁷

8. ábra: A Baki Agrárcsoport "Barnak" nevű táblájának domborzati térképe a John Deere Operations Center-ben (Forrás: Saját)¹⁷

9. ábra: A kísérlet időpontjában, a szél sebességét ábrázoló diagram a KITE PGR rendszerében. (Forrás: Saját)¹⁸

10. ábra: A kísérlet eszköze, a Baki Agrárcsoport 30 méteres munkaszélességű Horsch Leeb 6.300 VN típusú hidas permetező gépe (Forrás: Saját)¹⁹

11. ábra: Helyszínrajz a permetlé elsodródási mintákat gyűjtő petri-csészék és a permetezőgép elhelyezkedéséről (Forrás: Saját)20
12. ábra: A kísérlet során használt GK Turner típusú fluoriméter (Forrás: Saját)22
13. ábra: A begyűjtött minták fluoriméterrel vizsgált eredményei (Forrás: Saját)23
14. ábra: A sztenderdek fluoriméterrel vizsgált eredményei (Forrás: Saját)23
15. ábra: A kijuttatott permetlé mennyiség a különböző menetsebesség mellett végzett permetezés esetében (Forrás: Saját)24
16. ábra: Az oldalirányú elsodródás különböző menetsebesség mellett végzett permetezés esetén (Forrás: Saját)25
17. ábra: Az elsodródás keletkezésének modellezése (László, és mtsai., 2001)26
18. ábra: Az összehasonlított kísérlet eredményeit mutató diagram (Lönhárd, és mtsai., 2024)27
19. ábra: Az összes elsodródott hatóanyag mennyisége a különböző fűvóka elosztású permetezőgépek esetében (Forrás: Saját)28

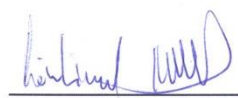
NYILATKOZAT

Talhammer Gellért László (Neptun azonosítója: IVEREJ) 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 védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Keszthely, 2024. október 31.


belső konzulens

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Talhammer Gellért László
A Hallgató Neptun kódja: IVEREJ
A dolgozat címe: A menetsebesség hatása a szántóföldi permetezés eloszlási viszonyaira
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agrárműszaki Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan 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 repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

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

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

Kelt: 2024.11.04.


Hallgató aláírása