

SZAKDOLGOZAT

Simon Eszter

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Növénytermesztési-tudományok Intézet

Mezőgazdasági mérnök (BSc) Szak

Réses permetezőfűvóka, és keretszakasz vizsgálata

Belső konzulens:	Lönhárd Miklós egyetemi adjunktus
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet Agrárműszaki Tanszék
Készítette:	Simon Eszter TZEMAH

Készthely

2024.

Tartalomjegyzék

1

1. Bevezetés	4
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1. Permetezési munka minőségét befolyásoló tényezők	6
2.1.1 Üzemeltetési jellemzők.....	6
2.1.2 Az időjárási környezeti jellemzők hatásai	7
2.1.3. A permetlé jellemzői.....	9
2.1.4 A cseppképzés jelentősége	9
2.1.5. Szántóföldi permetezéshez használt fúvókák jellemzői	10
2.2.1. Jogi és műszaki szabályozás	18
2.2.3 A használt gépekkel szemben támasztott főbb követelmények	21
2.3. A permetezőgépek helyes üzemeltetése, beállítása, diagnosztikája	22
3. Anyag és módszer	25
3.1 Vizsgálathoz felhasznált eszközök, műszerek bemutatása.....	25
3.1.1 A vizsgált permetező fúvóka	25
3.1.2 Műszerek, eszközök bemutatása	26
3.2. Fedettség meghatározása.....	28
3.3. Az eredmények kiértékelése.....	29
4. Vizsgálati eredmények és értékelésük.....	30
5. Következtetések, javaslatok.....	37
6. Összefoglalás	38
Köszönetnyilvánítás	40
7. Szakirodalmi jegyzék.....	41
8. Ábrajegyzék.....	43
Nyilatkozatok.....	45

1. Bevezetés

A világ mezőgazdaságilag művelt területén átlagban 20 . . . 25%-nyi termésveszteséget okoznak a kártevő rovarok, 10 . . . 15%-nyit a gyomok és mintegy 10 . . . 15% -ra tehető az élősködő gombák, vírusok stb. okozta kár. Összegezve a termés 40 . . . 45%-át pusztítják el állati és növényi kártevők, ami kb. 1 . . . 1,5 milliárd ember évi tápláléka. Hazánkban a mezőgazdaságot sújtó rovar-, gomba-, és gyomkárt évente 8 . . . 10 milliárd forintra becsüljük. Nem kétséges tehát, hogy a növényvédelem igen fontos mezőgazdasági feladat, és hatásos végrehajtása közvetlenül fokozza a terméseredményeket (BÁNHÁZI et al.; 1972).

A növényvédelmi eljárások sokrétűek ilyen például az agrotechnikai, mechanikai, biológiai, kémiai. Ezek együttes alkalmazásával integrált növényvédelem érhető el a vegyszertakarékos, környezetkímélő, a fenntartható termesztés szempontjából is elfogadható, hatékony védekezés. A mai termesztéstechnológiában a vegyszeres növényvédelem szerepe meghatározó. Ma nem az a kérdés, hogy használjunk-e vegyszert, hanem az, hogy milyen technikát, technológiát válasszunk ahhoz, hogy a növényvédelmet a lehető legkisebb vegyszermennyiséggel, a legkisebb veszteséggel és ezzel a legkisebb környezeti terheléssel végezzük. Ez nagymértékben függ a permetezőgépek felszereltségétől, műszaki állapotától, szakszerű üzemeltetéstől (CSIZMAZIA,2006).

Ma már csak történelmi érdekességként érdemel említést a kémiai növényvédelem legősibb módja, a *mechanikus permetezés*. A múlt században a francia szőlőtermesztők permetlébe mártott seprűkkel - a seprűt az építőiparban még ma is használt habarcsszórási módszerhez hasonlóan egy bothoz ütögetve – végezték a peronoszpóra elleni permetezést. E módszer nehézsége és a permetelosztás nagyfokú egyenlőtlensége miatt gyorsan kiszorították az 1880-as évek óta gyártott permetezőgépek, amelyekhez már a ma is használt gépekéhez hasonló szórófejek készültek. A növényvédelmi eljárások döntő többségben szórással juttatjuk ki a kezelendő felületre a hatóanyagot. A növényvédő szereket egyrészt felhígítva, amit leggyakrabban vízzel mint permetlé, valamint oldat, emulzió, szuszpenzió másrészt por, granulátum, esetleg gázosodó készítmény formájában használjuk (BALÁZS – DIMITRIEVITS, 1979).

Szakedolgozatom témaválasztását az indokolta, hogy én is részt veszek a permetezésben a családi gazdaságunknál. Gazdaságunkban a növénytermesztésre használt területünk 30 hektár,

amin két fél növény kultúrát termesztünk: őszi árpa és őszi búza. A növényvédelem a gabonatermesztés egyik fő eleme, hiszen ha nem jókor, egyenletesen és és megfelelő levélborítottsággal kapja meg a növény a permetszert akkor az egyrészt nem hasznosul, másrészt a permetlé-veszteségek a terméshozam csökkenését, és a környezet fokozottabb terhelését eredményezi.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Permetezési munka minőségét befolyásoló tényezők

A permetezési műveletek munkaminőségét sok tényező együttes hatása határozza meg. A permetlé megfelelő mennyiségének célfelületre kerülését döntően az emberi tényező befolyásolja. Kiemelendő a kijuttatás megfelelő időpontjának kiválasztása, nem csak a védekezés szükségessége szempontjából, hanem a megfelelő időjárási körülmények miatt is. További fontos befolyásoló tényező a körülményeknek megfelelő konstrukció kiválasztása, és szakszerű üzemeltetése.

2.1.1 Üzemeltetési jellemzők

A permetezés eredményessége szempontjából legfontosabb tényezők a gépek területteljesítménye és a munka minősége. Megfelelő teljesítmény szükséges ahhoz, hogy a munkákat az agrotechnikailag optimális időben el lehessen végezni. A permetezés munkaminősége a kiszórt vegyszerek hasznosulását döntően befolyásolja. A kijuttatás pontosságával kapcsolatos követelmények nagyok, mivel előfordulhat, hogy a névlegesnél 20%-kal több hatóanyag fitotoxikus hatást kelt, míg a 20%-kal kisebb mennyiség a védekezés teljes eredménytelenségét okozza. Fontos szempont továbbá a kezeléseknél az elsodródás korlátozása, a környezet védelme (INTERNET 1).

A jelenleg alkalmazott permetezési műszaki eljárások hatékonysága rendkívül alacsony. A kiszórt permet 15-40%-a általában nem jut a célfelületre, de egyes védekezéseknél a veszteségek meghaladják a 90%-ot. Ez rendkívüli mértékben növeli a védekezések költségeit, hiszen a dinamikusan emelkedő vegyszerárak mellett indokolatlanul nagy dózisokkal kell a kezeléseket végrehajtani, és ennek ellenére nehéz a megfelelő hatást biztosítani. A gazdasági és eredményességi gondok mellett döntő jelentőségű tényező, hogy a veszendőbe menő permetezőszerek feleslegesen terhelik, esetenként súlyosan károsítják a környezetet. A legnagyobb veszteséget az állománypermetezésnél a talajra kerülő permet okozza, de a környezet szempontjából a legnagyobb veszélyt a cseppek elsodródása jelenti. A szél és a termik hatására elsősorban a kisméretű cseppek könnyen elsodródnak, elpárolognak, és nem

csak a szomszéd táblákon termesztett növényekben tehetnek kárt, hanem többek között élővizekbe, lakott területekre is eljuthatnak (DIMITRIEVITS, 2005).

A szántóföldi kultúrák növényvédelmi munkáiban általánosan alkalmazott szántóföldi szórókerettel felszerelt permetezőgépek a vegyszeres gyomirtás és a talajfertőtlenítés mellett csak egyes növények állománykezelésére alkalmasak. A szántóföldi növények túlnyomó többsége – nagysága, alakja és lombsűrűsége miatt – ezekkel a gépekkel nem védhető meg eredményesen. A permetlé az egyszerű szántóföldi szórókerettel nem osztható el egyenletesen a növény felületén. A hidraulikusan képzett és lefelé irányított, kis mozgási energiájú permetcseppek nem jutnak be a lombozat belsejébe, és csak igen kis mennyiségben kerülhetnek a levelek fonákoldalára, a levélszárak hajlataiba. A kártevők és a károkozók jelentős része pedig éppen ezeken a növényi részeken támad, amelyekre legnehezebb a permetanyagot eljuttatni (BALÁZS et al.; 1984).

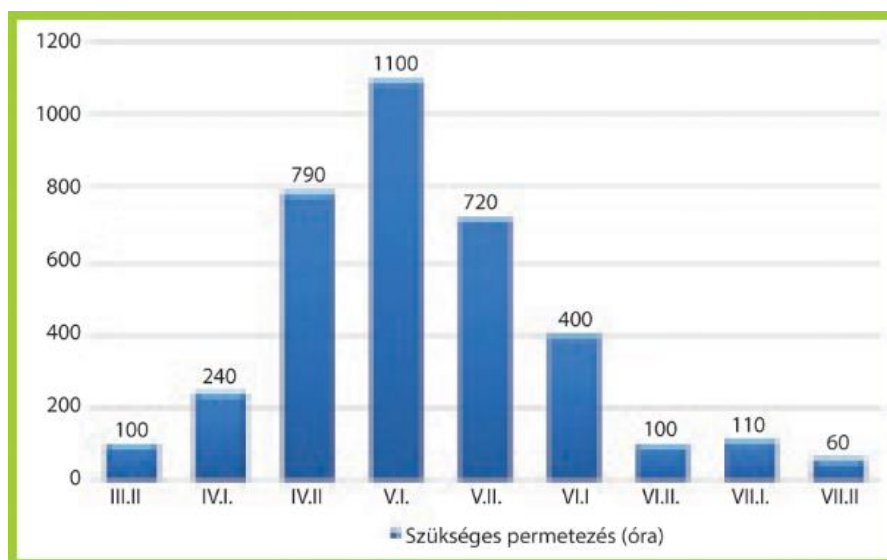
A szántóföldi növények állománypermetezése ezen túlmenően azért is nehéz feladat, mert a különböző növények eltérő, és fejlődésük során is változó alaki sajátosságaik miatt különböző igényeket támasztanak a permetezési technikával szemben. Nyilvánvaló, hogy például a búza, a paradicsom, a fejes káposzta vagy a dohány permetezésekor más és más nehézség jelentkezik. A sűrűsoros növények, mint pl. a kalászos gabonák esetében a taposási kár kiküszöbölése a legnagyobb feladat. A paradicsom permetezése folyamán pedig a megfelelő penetráció létrehozása jelent nehézséget. Az eltérő igények kielégítésére különböző permetezési eljárásokat és gépeket fejlesztettek ki (BALÁZS et al.; 1984).

2.1.2 Az időjárási környezeti jellemzők hatásai

A permetezőszerek kiszórásánál három alapvető veszteségforrás jelentkezik. A cseppek egy része a röppálya során elpárolog, illetve elsodródik. Ennek a veszteségnek a nagysága elsősorban a cseppek méretétől, a röppálya hosszától, és a meteorológiai körülményektől (hőmérséklet, relatív páratartalom, szélesebbesség) függ. A vegyszerveszteségek másik forrása a túlpermetezés. A gyakorlatban gyakran előfordul, hogy aszükséges mennyiségnél lényegesen több permet kerül a növényekre, szélső esetben megfolyások keletkeznek a leveleken, így az összegyűlt permetlé esetenként a lentebb elhelyezkedő növényfelületre, vagy a talajra csepeg. A veszteség nagysága erősen függ a fajlagos szórásmennyiségtől, a cseppmérettől, a lombozat nagyságától és elhelyezkedésétől, valamint a szórófej és a lombozat távolságától. A harmadik

jelentős veszteség közvetlenül a talajra kerülő cseppek miatt jelentkezik (DIMITRIEVITS et al., 1991).

A sikeres növényvédelemhez olyan permetezési kapacitással kell rendelkezünk, hogy az adott kultúra egészét 2-3 nap alatt le tudjuk kezelni. A terület és vetésszerkezet is meghatározó, egy 1000 hektáros gazdaságban átlagos vetésszerkezet mellett 3500 hektárt kell lekezelni évente, ugyanez egy kukorica túlsúlyos gazdaságban 3000 hektár feletti, míg a repce és kalászos túlsúlyos cégeknél 4000 hektárt meghaladó a kezelendő terület nagysága. Átlagos években a permetezési csúcs április végére és május hónapra (1. ábra) esik, ebben a 6 hétben kell lekezelni az éves növényvédelmi feladat 60-80 százalékát a vetésszerkezet függvényében. A rendelkezésre álló elméleti permetezési időt az időjárás több tényezője is meghatározza (csapadék, hőmérséklet, szél, páratartalom), ezeket befolyásolni nem tudjuk. Továbbá a technológiában történő változások elsősorban a szerek visszavonása, korlátozása (pl. neonikotinoidok, ppi, pre készítmények) a permetezések számának növekedésével, így a kapacitás szűkülésével jár. Ilyen kiélezett helyzetekben az optimális időben történő kezelést a permetezőgép permetezési képességei befolyásolják a legnagyobb mértékben (INTERNET 2).



1.ábra. Kezelésre szoruló terület átlagos vetésszerkezet mellett (1000 ha)
(INTERNET 2)

2.1.3. A permetlé jellemzői

A permetlé jellemzői is befolyásolják a kijuttatás minőségét és a védekezés eredményességét. A permetlevek sűrűsége általában $0,999-1,005 \text{ kg/dm}^3$ között van. Ezek a sűrűségkülönbségek nem hatnak ki sem a cseppképződésre, sem a pályájára és a lerakódásra. A permetlevek felületi feszültsége oldatoknál és szuszpenzióknál általában $25-70 \text{ mN/m}$ közötti. A viszkozitás oldatoknál $1,0-1,1$ közötti, szuszpenzióknál viszont már elérheti az $1,6 \text{ mPa s}$ -ot. A hőmérséklet-változás is hatással van a permetlére. Szuszpenzióknál az átlagos hőmérsékleti koefficiens magas érték: $0,074 \text{ mPa s/}^\circ\text{C}$, tehát fontos a tényleges permetezési hőmérséklet figyelembevétele és nem csak a 20°C melletti adatok közlése. Permetléhez keverhető adalékanyagokkal a felületi feszültség jelentősen csökkenthető (pl. KG 691 $0,1\%$ koncentrációnál, 20°C -on $1,39 \text{ mPa s}$ -ra). E két anyagjellemző tudatos változtatásával a cseppképzés folyamatába beavatkozhatunk, a cseppstruktúra módosítható (SZENDRŐ,2000).

2.1.4 A cseppképzés jelentősége

A nyomóarmatúrából a szabályzott mennyiségű és nyomású permetlé a szórófejekhez jut. A szórófejek közötti nyomáskülönbség kiküszöbölése érdekében a szórófejekből csoportokat képeznek és az egyes csoportokat külön tömlő táplálja. 24 m munkaszélességig legfeljebb 9 db, 24 m felette nem több, mint 12 db szórófej tartozhat egy szórófej csoportba, amit egy keret-szakasznak nevezünk. Az egyes szakaszoknak a nyomóarmatúrán külön kapcsolója van. A szórófejek a permetlevet a szórófej fajtája, mérete, az alkalmazott nyomás függvényében különböző méretű cseppekre bontják. A kijuttatás technikája szerint az alábbi módszereket különböztetjük meg (CSIZMAZIA, 2011):

1. permetezés (a cseppek több mint 80% -a $150-750 \text{ }\mu\text{m}$ közé esik);
2. porlasztás (a cseppek több mint 80% -a $50-150 \text{ }\mu\text{m}$ közé esik);
3. ködképzés ($\sim 0,1-50 \text{ }\mu\text{m}$ cseppmérettel);
4. porozás ($\sim 25-150 \text{ }\mu\text{m}$ szemcsemérettel);
5. mikro-granulátum kijuttatás ($\sim 100-500 \text{ }\mu\text{m}$ szemcsemérettel) (SZENDRŐ,2000);

Amennyiben a cseppek méretét felére csökkentjük, elvileg a felhasznált permetlé mennyiség is a felére csökkenthető. A cseppek méretének csökkentése azonban korlátozott, mert a kis cseppek nehezen kezelhetők, de a nagy méretű cseppekkel is akadnak gondok:

1. az 50 μm -nél kisebb cseppek elsodródhatnak, beszáradhatnak, nem rakódnak le a célfelületre;
2. az 50 μm -es cseppek könnyen sodródhatnak, szőrös levélfelületen nem érintkeznek a levél felületével, veszteséggé válhatnak;
3. a 100- μm -es cseppek megfelelő technikával kezelhetők;
4. elsodródási veszély esetén a 150- μm -es cseppeket tartjuk a jelenlegi technika mellett kedvezőnek;
5. 300 μm -nél nagyobb cseppek a hagyományos technika mellett, nagyobb felületi feszültség esetén könnyen legurulnak a célfelületről (ma már van technika a nagyobb cseppek kezelésére) (CSIZMAZIA, 2011).

A fentiek alapján megállapítható, hogy a cseppméret egy szűk tartománya kezelhető jól, ezért a permetező gépek fejlesztése az optimális cseppméretnél kisebb és nagyobb cseppek kezelésének biztosítására és a permetlé felhasználás hatékonyságának növelésére irányul. A területegységre felhasznált folyadék mennyiség szorosan összefügg ezekkel a fejlesztésekkel. Általános törekvés a kisebb folyadék mennyiség alkalmazása, aminek szintén megvannak a korlátai. A mai permetezéstechnika jelentős részben a 150-500 dm^3/ha kategóriába esik. Ennél kevesebb permetlevet a repülőgépes növényvédelemben, ezt meghaladó mennyiséget pedig ültetvények permetezésénél használhatnak. A permetezés hatékonysága a cseppképzés és a cseppek kezelésének módjától nagymértékben függ (CSIZMAZIA, 2011).

2.1.5. Szántóföldi permetezéshez használt fúvókák jellemzői

Szántóföldön a permetezőgépeket rendszerint többféle célra és különböző kultúrákban is használják, vegyszeres gyomirtásra és állománykezelésre egyaránt, ezért többféle rendszerű és méretű fúvókák alkalmazására is szükség lehet. Kiváltképp igaz ez a megállapítás a szolgáltatókra és a nagy területtel rendelkező gazdálkodók kezelésében lévő gépek esetében. Ha gyakran kell más technológiára áttérni, akkor a többállású szórófejtartók használhatók célszerűen. A tábla szélén végzett nehézkes és időigényes szerelés így elkerülhető, gyorsan lehet a kívánt méretű vagy rendszerű fúvókákat működési helyzetbe fordítani. Az elektronikus szabályozóberendezéssel felszerelt gépeken a fúvókák ki- és bekapcsolása egy időben, menet közben megvalósítható. Minden esetben mérlegelni kell a szórófejekben elhelyezhető szűrők szükségességét. A fúvókák eltömődését (különösen a gép mögött elhelyezett szórófejeknél)

permetezés közben nehéz észrevenni, ez kezeletlen sávok kialakulását okozhatja. A fűvókák kitisztítása időigényes munka, gyakori előfordulása esetén – a bosszúság mellett – a védekezések elhúzódásával, az esőzések vagy a szél miatt eleve szűkös időkeret következtében a permetezések elmaradásával is számolni kell. Ezért minden olyan esetben, amikor a permetlé tisztasága, homogenitása nem kifogástalan, válasszunk könnyen cserélhető szűrővel ellátott szórófejeket (INTERNET 3).

Szántóföldi kezeléseknél leggyakrabban a teljes felületen síkpermetezést végzünk. Eerre a célra általában a 110–120° szórási kúpszögű réses fűvókák a legalkalmasabbak, amelyek szabványos 50 cm egymástól való távolság (50 cm fűvókaosztás a szórócsöveken) és ugyancsak 50 cm munkamagasság esetén kétszeres átfedést (átlapolást) biztosítanak. Ez biztosítja a megfelelő keresztirányú szórás egyenletességet álló helyzetben végzett vizsgálatnál, és a lehető legkisebb hibát, amikor munka közben a szórókeret lengésbe jön (INTERNET 3).



2.ábra: John Deere M700-es permetezőgép (INTERNET 4)

Hagyományos réses szórófej

Egyenletes szántóföldi permetezésre a hagyományos kivitelű réses fűvókák megfelelőek lehetnek, ezek a fűvókák azonban igen apró cseppeket is képeznek. Ez előnyös a permetlé eloszlása szempontjából, de a kisméretű cseppek könnyen elsodródnak. Ez különösen a tavaszi vegyszeres gyomirtási munkáknál okoz problémát, amikor a felázott talajok, illetve a növényzet intenzív növekedése miatt a rendelkezésre álló idő sok esetben nagyon rövid, az ilyenkor gyakori erős szelek pedig még tovább csökkentik a permetezésre alkalmas napok számát (INTERNET 6). A keresztirányú szórófejek kialakításához a gondolatot az egymásnak ütköző vízsugarak megfigyelése adta. Ha két egyenlő erősségű folyadéksugár bizonyos szög alatt

egymásnak ütközik, akkor eredeti irányukat elvesztik, és az általuk bezárt szög felezősíkjában legyezőszerűen szétterülő hártát alkotnak. Mivel a két cső beállítása nehéz, a gyakorlatban az elv leegyszerűsített változatait használják. A keresztreses szórófejekben az ívelt belső rés falán átáramló folyadékrészecskék ütköznek a szórónyílásban, miáltal a szórófejből kilépő folyadék lapos hártát alkot. Ez a már ismert elvek szerint szakad cseppekre. A Tee-jet szórófejben a belső rést egy hosszú, finoman megmunkált furat helyettesíti, alsó része félgömb felületben végződik. A szórónyílást a gömbfelület és egy ék alakú külső horony áthatása képezi. Az ütközős és réses szórófejek közös előnye, hogy kis nyomáson (3-10 bar) is széles permetfátylat adnak és egyenletesebb az elosztásuk, mint a cirkulációs rendszer esetében. Működési elvükből következik, hogy a permetfátyol hatótávolsága nem nagyobb, mint a cirkulációs szórófejnél. Alkalmazásuk – a széles permetfátyol miatt – szántóföldi szórószerkezetben előnyös. A cirkulációs, ütközős és réses szórófejek közös nagy *hátránya*, hogy a furatok és szórónyílások kis méretei miatt eltömődésre hajlamosak. Ez a hátrány finom és nagy felületű szűrőkkel kiküszöbölhető. A szűrőt célszerűen a szórófejbe építik. A cirkulációs szórófejek legfontosabb eleme a kiömlőfuratot (rést) tartalmazó szórósapka vagy a cserélhető szórólap. A furat átmérője (résmérete) 0,8-2mm között változik a megkívánt szórásteljesítménytől és cseppmérettől függően. Mérete, alakja és felületének simasága nagymértékben befolyásolja a szórófej munkáját. A szórónyíláson előálló legkisebb sérülés egyenlőtlené teszi a cseppképzést. A nyílás kopása folytán idővel változik a szóróteljesítmény. Mindkét hibát a szórólapok gyakori cseréjével vagy kopásálló anyagból gondos munkával készített szórólapok alkalmazásával csökkenthetjük. A kopások csökkentését segíti elő – az említetteken kívül – az emulziók és oldatok egyre szélesebb körű használata. Néhány külföldi gyár rozsdamentes anyagba ágyazott, ipari minőségű rubin- és zafirkövet használ kopásálló szórólapok gyanánt (BALÁZS – DIMITRIEVITS, 1979).

Alacsony nyomású (LP) szórófej

A kis cseppek részarányának csökkentését célozta az *alacsony nyomású (LP) szórófejek* kialakítása. A fejlesztésnél a szórófejen belüli áramlási viszonyok javítására törekedtek. A félgömbvégű furatban a folyadéksugarának csak egy része áramlik optimális keresztmetszetben és ütközik a résre merőleges síkban. A furat keresztmetszetének módosításával (ovális furat kialakításával) növelték az optimális keresztmetszetben áramló permetlé arányát, így kisebb

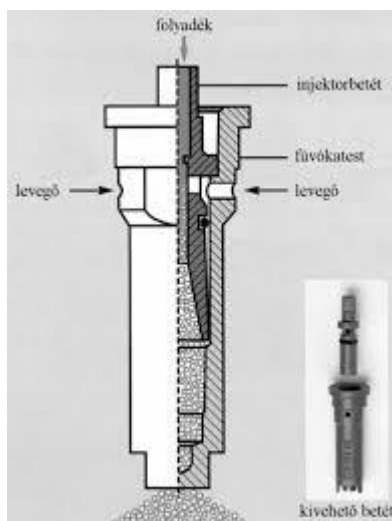
nyomás mellett érték el az elvárt cseppméretet. A kisebb nyomás kevesebb apró csepp keletkezését jelentette. (CSIZMAZIA,2006).



3.ábra. Alacsony nyomásos szórófej (INTERNET 5)

Légbeszívósos (injektoros) és légbefúvásos szórófej

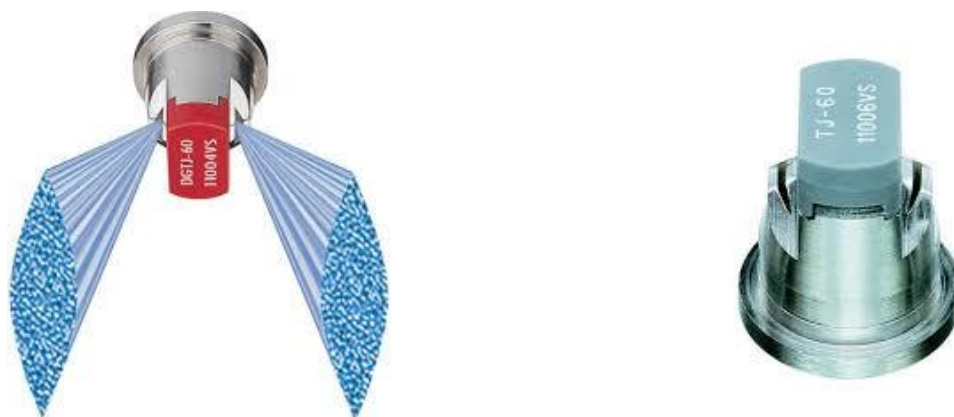
A nagyobb cseppek célfelületről történő legördülésnek megakadályozását is sikeresen valósították meg. Ezt a légbeszívósos (injektoros) és légbefúvásos szórófejekkel lehet megoldani. Itt a szórófejekben áramló folyadékhoz levegőt injektálnak (légbeszívósos) vagy levegőt szivattyúznak (légbefúvásos). A permetlé és a levegő egy kamrában keveredik, légzárványos nagy cseppek keletkeznek, amelyek a célfelületen szétpattannak és a növényzet felületén finom filmréteget képeznek, javítva a fedettséget és csökkentve a megfolyás veszélyét. Alkalmazásával a cseppméret $750\text{ }\mu\text{m}$ -ig is növelhető, amely lényegesen csökkenti az elsodródás veszélyét még nagyobb légmozgásánál (5-7 m/s) is. Azonos méretű hagyományos és injektoros szórófejek cseppképzése között szembeűnő a különbség. Az injektoros szórófejek a hagyományos szórófejek helyére is felszerelhetők (CSIZMAZIA ,2006).



4.ábra. Légbeszívásos injektoros fúvóka. (INTERNET 6)

Kettő lapos sugarú szórófej

Dús lombzatú, zártabb állomány permetezése esetén a cseppek jobb behatolása érdekében kettős lapos sugarú szórófejek is alkalmazhatók. (pl. E típusjelzésű, 40 és 80° -os). Ebben az esetben a haladási irányra keresztben elhelyezkedő, két egymás mögötti lapos folyadék sugár megfelelő szöget (60°) zár be egymással, így egyik sugár haladási irányban előre, a másik hátra jut be az állomány közé, nagyobb behatolást és fedettséget biztosítva. A képzett cseppek azonos szórófej méret mellett kisebbek, mint a hagyományos szórófejeknél. Különösen alkalmas felülről és/ vagy oldalról történő kezelés esetén. Állomány kezelésnél alkalmazott nyomás tartomány 2-4 bar, szükség esetén ennél nagyobb is lehet (CSIZMAZIA,2006).



5.ábra. Kettő lapos sugarú szórófej. (INTERNET 7)

Ütközőlapos fúvókák

Növényvédőszer, illetve N-oldatok kijuttatása történhet ütközőlapos fúvókákkal is 1,0-1,5 bar nyomáson, amikor a csepptartománya nagyméretű. Magasabb nyomáson nem ajánlott az alkalmazásuk, mert perzselés léphet fel (6. ábra) (INTERNET 8).



6.ábra: Ütközőlapos fúvókák (INTERNET 8)

Speciális nitrogén-kijuttatásra alkalmas fúvókák is léteznek, hasonló problémakör veszi őket körül, mint a permetezőfúvókákat. Itt az extrém nagy cseppméretek említendők.

Hat-, hétlyukú fúvókák

Tavasszal többnyire a nitrogén-kijuttatásról van szó. Amennyiben UAN-t (folyékony nitrogénoldatot) használunk, az csak önmagában és speciális fúvókákkal kell kijuttatni. Erre a célra a hat-, illetve hétlyukú fúvókák felelnek meg. A legkedveltebb típus a Teejet hétlyukú (SJ7) fúvókája, amely hátrafelé „spriccel” nagy cseppekben. Ezek a cseppek legördülnek a kultúrnövény leveléről, és nem perzselnek, szinte „esőztetés” történik. Az N-oldathoz sem gombaölő, sem gyomirtó, sem rovarölőszer, sem regulátor nem adható a nagy cseppméret miatt. A hétlyukú oldalt, míg a hatlyukú függőlegesen szétszórva terít (INTERNET 8).



7.ábra: Hat-, hétlyukú fúvókák (INTERNET 8)

Változó kapacitású műtrágyafúvókák

Speciális újdonság a hétlyukú SJ7A-VR változó kapacitású műtrágya fúvókák, melyek változtatható nyílásmérettel biztosítják a szórásarány széles skáláját – mintha 5-fúvóka lenne egyben. Mindez nagyobb munka sebességet és/vagy az egyes fúvókák nagyobb hatásfokát teszi lehetővé. A fúvókák ideálisak változó kijuttatási mennyiségű térképkalkotó felhasználásokhoz is. Az elasztomer kibocsátó nyílás állandó átfolyást biztosít egyszerű módon, megbízható kivitele mellett, rugós rásegítés vagy mozgó alkatrészek nélkül (INTERNET 9).



8.ábra: SJ7A-VR változó kapacitású műtrágyafúvókák (INTERNET 8)

Háromlyukú fúvókák

Léteznek továbbá háromlyukú fúvókák is (9. ábra), melyek azonban nem alkalmasak teljes felületű kezelésre, mert nagyobb nyomáson hajlamosak a finomabb cseppképzésre, így az állományt perzselhetik. Soros kultúrák kezelésére alacsony nyomáson alkalmazhatók (INTERNET 8).



9.ábra: Háromlyukú fúvókák (INTERNET 8)

Szórófejek jelgörbék

Közvetlenül csak a biológiai hatáson keresztül egy növényvédő gép munkáját értékelni nem lehet, hiszen az több tényező (konstrukciós, üzemeltetési, tábla-, növény-, időjárás-, hatóanyag-, kártevő és kórokozó-jellemzők stb.) kölcsönhatásának együttes eredője. Ezért olyan adagolási, eloszlási paramétereket, munkaminőségi jellemzőket kell definiálni, amelyekről függ a biológiai hatékonyság, és ezek a munka megkezdése előtt vagy a kijuttatás közben is mérhetők, ellenőrizhetők, értékük beállítható. A szórófejek jelleggörbéi azt mutatják, hogy egy adott típus esetén az üzemi nyomás (forgótárcsánál a tárcsafordulatszám) és a fúvókaméret változtatásának függvényében hogyan alakul a folyadékfogyasztás, a közepes cseppméret, valamint a keresztirányú szórásképek. A különböző szórófej-katalógusok, gépkönyvek ezeket az alapinformációkat táblázatok, diagramok formájában minden esetben közlik a felhasználóval. A szórásképek a háromszög (cirkulációs, illetve réses szórófejnél) vagy a trapéz (ütközőlapos fúvókánál) eloszlást közelíti meg legjobban. A cseppméret csökkentése elsősorban a nyomás növelésével és a fúvókaméret csökkentésével érhető el. A cseppnagyság befolyásolható továbbá a permetlé fizikai tulajdonságainak (pl. viszkozitásának) vagy cirkulációs szórófejeknél a szórásszögnek a változtatásával is. A szórófej folyadékadagolása pedig a nyomás és a szórófej méret növelésével növelhető (LÁNG, 1999).

A keresztirányú szórásképek geometriai illesztésével meg kell határozni az átfedések javasolható értékeit. Szántóföldi síkszóró keret esetében réses fúvókánál – a keretlengést is figyelembe véve – célszerű kétszeres átfedést alkalmazni, a fúvókák réseit pedig 5–10°-os szögben egy irányban elfordítani, hogy a folyadéksugarak ne ütközzenek és ez ne okozzon

szórásképtorzulást. Álló helyzetben üzemeltetve ellenőrizni kell a szórószerkezet keresztirányú szórás egyenletlenségét. Mérése szántóföldi síkszóró keretnél vagy állománypermetezőnél 10 cm-es osztású vályúasztalon, illetve vályús kialakítású mérőfalon történhet. A szórás egyenletlenség még elfogadható, ha nem több, mint $\pm 15\%$ (LÁNG, 1999).

2.2. A permetezés munkaminősége, a gépekkel szemben támasztott követelmények

A permetezési munka minőségét több különböző jellemző segítségével is leírhatjuk, ilyen a fedettség, cseppméretek, cseppszám, a hasznosulás mértéke ...stb. Ezek nagy része a permetezőgép állapotától, műszaki jellemzőitől és az üzemeltetésétől függenek. A növényvédelmi tevékenység törvényi szabályozása a többször is módosított 43/2010 (IV.23.) FVM rendeletben jelenik meg, ahol többek között a permetezőgépekre különböző üzemeltetési feltételeket, jellemzőket határoztak meg annak érdekében, hogy a növényvédelmi műveletet lehetőleg sikeresen és jó hatékonysággal tudjuk elvégezni.

2.2.1. Jogi és műszaki szabályozás

A növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet a permetezés munkaminőségét befolyásoló tényezők közül kiemeli az emberi tényezőt, és a növényvédőszer helyes alkalmazását. "5. § (1) A növényvédő szereket csak az engedélyezett módon, a munkaegészségügyi és a kémiai biztonsági szabályok maradéktalan betartásával szabad felhasználni.", ill. 37. § (2) Növényvédő szer kijuttatásával kizárólag olyan 18. életévét betöltött személy foglalkoztatható, aki előírt előzetes, időszakos és soron kívüli orvosi vizsgálatokon erre alkalmasnak minősült, valamint a szerek szakszerű és biztonságos felhasználására vonatkozó ismeretekkel rendelkezik" (INTERNET 10). A fent említett rendelet kitér a növényvédő gépek műszaki alkalmasságával kapcsolatos követelményekre, illetve az időjárási jelenségekkel (szélsebesség, szélirány) összeköthető veszélyhelyzetekre is.

"9. § (1) A növényvédelmi gépnek permetezés technikai szempontból biztosítani kell a növényvédő szer keresztirányú egyenletes, illetve veszteségmentes kijuttatását. (2) Növényvédő szeres permetezés 4 m/s szélsebességig, levegőrásegítéses kijuttatási vagy légbeszívásos permetcsepp-képzési technikával 6 m/s szélsebességig végezhető. Hideg és

meleg ködképzés esetében 2 m/s-nál nagyobb szélsébségnél, növényvédő szeres kezelés nem végezhető. (3) Két vagy több növényvédelmi gép egyidejű üzemeltetése esetén a növényvédelmi gépek egymás légtérét nem szennyezhetik. (4) Az egészségkárosodás megelőzésére a mindenkori szélirányt figyelembe kell venni." (INTERNET 9).

A permetezőgépek munkaminőségét ellenőrző és minősítő vizsgálati eljárások feltételeit, körülményeit és végrehajtásának módját a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet által kiadott ISO 5682-1-2-3 nemzetközi szabvány írja le, ami a nemzetközi harmonizáció másik alapidokumentuma. A gyakorlati alkalmazás során a növényvédő gépek is kopásnak, elhasználódásnak vannak kitéve, amely szakszerű alkalmazás, karbantartás ellenére is a munkaminőség és a működési biztonság csökkenését eredményezi, ami nem csak a védekezés sikerét befolyásolhatja, de nagyobb környezet-szennyezéshez is vezethet. Ezért az 1990-es évektől egyre több európai országban vezették be a gyakorlatban üzemelő növényvédő gépek rendszeres felülvizsgálatát, ami hazánkban is kötelezővé vált. A követelmények egységesítése érdekében az Európai Szabványügyi Bizottság kidolgozta az EN 13790-1-2-3: 2003 sz. szabványokat, melyek a gyakorlatban üzemelő szántóföldi és kertészeti permetező gépekkel szemben támasztott általános és mérhető konstrukciós követelményeket tartalmazzák. Fentiek folytatásaként (kisebb kiegészítésekkel) kerültek kiadásra az MSZ EN ISO 16122-12-3: 2015 szabványok (INTERNET 10).

2.2.2 A gépekkel szemben támasztott legfontosabb általános követelmények

A gépeknek olyan kialakításúnak kell lenniük, hogy a kezelőszemély a vezetőülésből biztonságosan üzemeltethesse, ellenőrizhesse, és azonnal kikapcsolhassa azokat. A gépek töltése és ürítése legyen egyszerű és biztonságos! Ez magában foglalja, hogy a töltésszint és a feltöltési határ könnyen felismerhető, valamint a névleges és a teljes feltöltési mennyiség között kielégítően nagy különbség legyen. A kijuttatandó lémmennyiség beállításának egyszerűen, pontosan és reprodukálhatóan kell történnie. Gondoskodni kell a kijuttatott mennyiség ellenőrzéséről is. A permetezőgépnek olyan kialakításúnak kell lennie, hogy a permetlé egyenletes eloszlását és a jó lerakódást el lehessen érni (INTERNET 10).

Ilyen előírások:

- egyenletes keresztirányú eloszlás (a szántóföldi permetezőgépeknél),

- egyenletes hosszirányú eloszlás,
- csekély koncentráció-eltérés a permetlében,
- a permetlé pontos mennyisége és egyenletes eloszlása a célfelületen,
- az elsodródás elkerülése (INTERNET 10).

A növényvédő gépek legyenek könnyen, biztonságosan és teljes körűen leüríthetők és tisztíthatók, a kopóalkatrészek gyorsan cserélhetők. A szántóföldi és a ventilátoros (szállítólevegős) permetezőgépek legyenek ellátva a vizsgálatához csatlakozással a mérőműszerek bekötéséhez. A szórófejeket úgy kell megjelölni, hogy azokat közvetlenül vagy a kezelési utasításban megnevezett információk alapján azonosítani lehessen. Ezeket legalább típus és méret szerint kell megjelölni. A szűrőket a gyártó nevével és jelével, valamint a szita lyukbőségével kell megjelölni. A felsorolt általános követelmények mellett a szabvány a környezetvédelem, valamint az alkalmazástechnika szempontjából releváns, számszerűsíthető, mérhető konstrukciós és munkaminőségi jellemzőket is meghatároz. Ilyenek a tartályfalak érdességére, a feltöltő berendezésekre, műszaki maradék mennyiségére, keverő-berendezésre, munkaszélességre, magasságállítási tartományra, nyomásszabályzó berendezésre, volumetrikus cseppátmérőre és a víztartályra vonatkozó előírások (INTERNET 10).



**10.ábra. Vontatott kivitelű szántóföldi permetezőgép művelőnyomban, munka közben
(INTERNET 11)**

2.2.3 A használt gépekkel szemben támasztott főbb követelmények

Szántóföldi permetezőgépek

- megfelelő műszaki állapot, kifogástalan működés, tömítettség az összes részegység vonatkozásában,
- a permetléshivattyú (főshivattyú) szállítási teljesítménye minimum a gép gyártója által megadott névleges érték 90%-a legyen,
- hatékony keverő-berendezés,
- manométer előírt osztása és megfelelő pontossága,
- az egyes szórókeret-szakaszok ki- és bekapcsolásakor bekövetkező nyomásváltozások mértéke nem haladhatja meg a 10%-ot,
- az egyes szórófejek szórásteljesítménye (adagolási pontossága) maximum $\pm 10\%$ -kal térhet el a gyártó által megadott névleges értéktől,
- a nyomásmérési pont, valamint az egyes szórókeret-szakaszok betáplálási pontjától legtovább eső szórófejek között fellépő nyomáscsökkenés max. 10% lehet,
- keresztirányú szórás egyenletességénél a variációs együttható értéke (CV) 10%

Kutatási-fejlesztési programjaink keretében 1994-97 között elkészült a permetezőgépek első olyan hazai minőségellenőrző diagnosztikai laboratóriuma, amely már az 1997-98-tól érvényben levő ISO előírások, ajánlások figyelembe vételével került kialakításra. Korszerűsítése új mérőeszközök beszerzésével, zárt mérőcsarnokos kialakítása pedig 2010-2015 között valósult meg. Mérőeszközei, berendezései: manométer hitelesítő, szórófej vizsgálópad, szivattyú vizsgáló berendezés, keretági átfolyásmérők, szórófejtesztelők, szórásképvizsgáló berendezések (keresztirányú, ill. vertikális), dózisszabályzó mérőpad, mikroeloszlás-vizsgálat célfelületen. Az alábbiakban röviden a permetezőgépek munkaminőségét ellenőrző és minősítő időszakos műszaki felülvizsgálatot és azok eszközeit mutatjuk be, amely az agrárminiszter 35/2019. (VII.15.) AM rendelete alapján az árutermelésben használt gépeknél háromévente kötelező. A felülvizsgálat az MSZ EN ISO 16122-1-2-3: 2015 szabványok szerint történik a 43/2010. (IV.23.) FVM rendelet. 35§ (2) bekezdése alapján (INTERNET 12).

Szántóföldi gépeknél a szórókeret nem lehet sérült, deformált. Jobb- és baloldalt azonos hosszúságú kell legyen, ütközésnél ki kell térnie, és automatikusan visszatérnie. Szállítási helyzetben biztonságosan rögzíthetőnek kell lennie, biztosítani kell a fűvókák sérülésének elkerülését. Ellenőrizni kell a szórókeret-magasság állíthatóságát, a szórókeretszakaszok

ki/bekapcsolhatóságát, a keretlengés csillapítását. A fúvókáknak azonos típusúaknak és méretűnek kell lenniük, nem csöpöghetnek. (INTERNET 13)

A gazdálkodóknak célszerű odafigyelniük a következőkre: 5 liternél nagyobb tartállyal felszerelt növényvédő gép akkor kerülhet Magyarországon kereskedelmi forgalomba, ha érvényes forgalombahozatali engedéllyel rendelkezik. A gyártó/forgalmazó vállalatok kötelessége és felelőssége, hogy az engedély rendelkezésre álljon. A termelőknek új gép vásárlását megelőzően saját érdekük meggyőződni arról, hogy a megvásárolni kívánt géptípus rendelkezik-e engedéllyel és az annak meglétét igazoló matricával. Előljáróban fontos kiemelni, hogy folyamatosan jó műszaki állapotban lévő géppel végzett permetezések esetén a termelők jelentős mennyiségű növényvédő szert takaríthatnak meg, ez által pedig sok pénzt megspórolhatnak, és kevésbé terhelik környezetüket. A géptulajdonos-termelőknek nem kell szankciótól tartaniuk (pl. bírság, területalapú támogatás csökkentése), ha használt permetezőgépjüket 3 évente elviszik műszaki felülvizsgálatra (a továbbiakban: felülvizsgálat). Érdemes megjegyezni, hogy ha valaki új permetezőgépet vásárolt, a gépet az „Üzembehelyezési jegyzőkönyv” kiállításának dátumától számított 5 éven belül egyszer kell elvinnie felülvizsgálatra. Ezt követően a 3 évenkénti felülvizsgálati ciklus válik érvényessé. A felülvizsgálatokat az ellenőrző állomásoknak a növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV. 23.) FVM-rendeletben és az abban hivatkozott MSZ EN ISO 16122:2015 számú szabványban foglaltak betartásával kell elvégezniük. A felülvizsgálatok elvégzésére jogosult ellenőrző állomások listája elérhető a következő címen: <https://portal.nebih.gov.hu/-elerheto-a-novenyvedelmi-gepfelulvizsgalat-vegzesere-jogosultak-listaja>. Az alábbiakban azt mutatjuk be, hogy a géptulajdonosoknak hogyan kell felkészíteniük a gépjüket felülvizsgálatra, és azt ismertetjük, hogy miből áll az ellenőrző állomások által végzett felülvizsgálat (INTERNET 14).

2.3. A permetezőgépek helyes üzemeltetése, beállítása, diagnosztikája

A permetezőgépek beállításának (kalibrálásának) a legfontosabb momentuma a szórófejek nagyságának meghatározása. Ez az adott technológia igényeinek megfelelően történik. A beállításhoz három adatra és néhány egyéb információra van szükség. Ismerni kell a gép munkaszélességét B [m], a hektáronkénti kijuttatandó mennyiséget Q [dm³/ha], és a permetezési közbeni sebességet v [km/h].

$$\Sigma q = \frac{Q \cdot B \cdot v_h}{600}, \text{ ahol:}$$

Σq : a szórószerkezet teljes folyadék adagolása [l/min],

Q: dózis [l/ha],

B: munkaszélesség [m],

v_h : haladási sebesség [km/h].

Az SI- mértérendszerrel való eltérést az általános gyakorlati alkalmazás indokolja. A permetezés célja és az alkalmazott szer ismeretében meghatározható a kívánt nyomás. Az üzemi sebesség kiválasztásánál figyelembe kell venni a kezelés célját, a talaj egyenetlenségét, a permetezőgép műszaki jellemzőit. A sebességet azonban előre meg kell határozni, ajánlott értéke 5-8 km/h. Félig feltöltött tartállyal, a permetezendő területen vagy azzal azonos feltételek között, a tervezett sebességfokozatban meg kell mérni 100 m út megtételéhez szükséges időt t [sec] és ez alapján kell kiszámítani a tényleges üzemi sebességet v [km/h] (CSIZMAZIA,2006).

Mérőkocsis szóráseloszlás mérés

A szóráseloszlás mérése az EN 13790-1 szabványnak megfelelően történik egy precíziós, automata mérőkocsival. A vizsgálat tartalmazza az esetlegesen nem megfelelő fűvókák kiszűrését, a teljes szélességre elvégzett vizsgálatot, a munkaszélesség szóráseloszlásának táblázatos és grafikus ábrázolását külön jegyzőkönyv segítségével. A mérőkocsis vizsgálat (másnéven keresztirányú szórás egyenletesség mérés) előkészítése és az elpakolás kb. 20-20 perc, a vizsgálat nettó időtartama 0,5 perc/szórófej. Revolverfej esetén ismételt mérésre van szükség! A szóráselosztás mérésre általában a szántóföldi permetezőgépek rendszeres kötelező felülvizsgálata keretében kerül sor. A mérőpad mindenben eleget tesz a keresztirányú szórás egyenletesség variációs együtthatójának (VK%) mérésére vonatkozó Európai Unió szabvány előírásainak, amely 1998.1.1. óta előfeltétele az ellenőrzött növényvédelmet folytató gazdaságok elismerésének. A mérőberendezés az egyenként 3,2m hosszú sínekből összeállított pályából és az azon futó mérőkocsiból áll. A mérőkocsit villanymotor mozgatja a permetező fűvókák vonalában úgy, hogy az 80 centiméterenként automatikusan megáll az átfolyás mérése céljából. A kipermetezett vizet mérővályúk sora fogja fel, ahonnan az a mérőhengerekbe kerül. A mérés alapjául az ezekben a hengerekben levő alsó és felső érzékelők közötti töltési idő szolgál. Egy-egy mérési sorozat értékeit a mérőkocsi memóriája tárolja, és ezeket az adattároló

(memorybox) segítségével számítógépre lehet vinni. A mérési jegyzőkönyv felvétele, valamint a grafikus kiértékelés és az eredmények táblázat formájában történő rögzítése számítógéppel történik. A mérés és a jegyzőkönyvező program maximum 72 méter szélességű szórókeret értékelését teszi lehetővé (INTERNET 15).

3. Anyag és módszer

Keresztirányú szóráskép vizsgálataimat a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem keszthelyi Georgikon gépvizsgálati laboratóriumában végeztem el. A vizsgálat napja 2024. február 27 volt. Az elvégzendő feladatban részt vett a szagdolgozati konzulensem Lönhárd Miklós tanár úr is.

3.1 Vizsgálathoz felhasznált eszközök, műszerek bemutatása

3.1.1 A vizsgált permetező fúvóka

A kísérlet során egy 110-04-es LECHLER márkájú lapos sugarú fúvókát használtam, ami valójában azt jelenti, hogy 110 fokos a legyező szöge és 0,4 –es a fúvóka mérete. A fúvókák méret szerint különböző színűek, gyártójuktól függetlenül. A kísérletezésnél a piros színű (04 méretű) fúvókát és alacsony pH tartalmú tiszta vizet használtunk, hogy a lerakódások, dugulások ne befolyásolják a méréseimet. A fúvóka egy legyező alakú szórásképpel a felület permetezésénél kétszeres átfedéssel egyenletes lefedettség biztosítására alkalmas. A szórófejek anyaga többféle lehet, mint például műanyag, réz, rozsdamentes acél és kerámiai. Élettartamukat tekintve 30, 60, 120 üzemóra lehet. Általában szezononként érdemes cserélni a szórófejeket, nem szabad rossz szórófejeket alkalmazni, mivel az nem úgy juttatja ki a permetlevet. Ezáltal nagyobb kárt is okozhatunk a termés értékénél. Az általam vizsgált fúvóka már több, mint 100 üzemórát volt használva, ami szerint nagy eséllyel nem tud már tökéletesen egyenletes fedettséget biztosítani, a kopás jelei biztosan mérhetőek lesznek.



11.ábra: 110-04 LECHLER fúvóka és a benne lévő szűrő (2024.02.27)

3.1.2 Műszerek, eszközök bemutatása

A keresztirányú szórás egyenlőtlenség meghatározásához két módszer van: közvetett és közvetlen. Én a kísérletezés során Keszthelyen a közvetett mérést végeztem el.



12.ábra. Keresztirányú szórás egyenlőség mérése mérőpadon (2024.02.27)

A vizsgálathoz felhasznált eszközök egy vályús mérőpad, aminek a felbontása 10 centiméteres. A vályúkban felfogott folyadék gyűjtésére mérőhengereket helyeztünk el. A szóró keret, vagy szórófej és a mérőpad között 50 centiméter a magasság (110°-os legyezőszögű fúvókák esetén). A szórás kép vizsgálat során a fúvókák méretétől, illetve a permetezési nyomástól függően meghatározott ideig (ált. 30, 60, 120 s) permetezünk a vályúsorra. A mérőpadról a folyadék a mérőhenger-sorba kerül, ahol le tudjuk olvasni a mért eredményt. Az eredményt milliliterben kapjuk meg.



13.ábra.Nyomásmérő óra hitelesítő készülék(2024.02.27) 14.ábraNyomásmérő óra(2024.02.27)

Különböző műszereket használtunk, mint például a nyomásmérő óra. A nyomásmérő órának két változata van: lineáris és feszített skálás. Mi nálunk a szántóföldi permetezésnél az utóbbit használjuk. Mivel ez az elterjedtebb a nagyobb nyomású szivattyúknál. A pontos hitelesítést először egy nyomásmérő óra hitelesítő készüléken állítottunk be, ami az első képen látható is. Utána a szóró kerethez raktuk, hogy a nyomást pontosan be tudjuk állítani. A nyomásmérő óra különböző beosztású lehet. Amin mi mértünk az lineáris skálájú, fél báronként van beosztva és legfeljebb 10 bar-t lehet vele mérni. Otthon a gazdaságunkban is hasonló van, így én már ezt jól ismerem. A családi gazdaságunkban a permetezési műveleteket általában 6 kilométer/óra munkasebességgel szoktunk végezni, ilyenkor 3-4 bar közötti a nyomás, és piros színű, 110-04-es fúvókákat használunk. Leggyakrabban hektáronként 300 liter permetlé kijuttatását szoktuk elvégezni. A nyomás a lapossugarú fúvókák esetében általában 2-5 bar között jó. A kísérletezés során mi 4 bar-tól lefelé haladva, 3,5 bar; 3 bar; 2,5 bar; 2 bar; majd 1,5 bar-on mértük a fúvóka folyadékadagolását és egyedi szórás képét, vályús mérőpad, és stopperóra segítségével. A mérési idő 2,5-4 bar nyomástartományban 1 perc, 1,5 és 2 bar nyomáson 2 perc volt. Fontos, hogy a nyomásmérő óra mindig tiszta, és leolvasható legyen. Az órát glicerinnel töltik fel, amely a fagyveszély védelmére is szolgál. A nyomásmérő órát úgy kell elhelyezni, hogy a traktorban lévő gépkezelő is pontosan le tudja olvasni a nyomást.



15.ábra. Agromechanika 800 literes függesztett permetezőgép (2022.04.25)

A gépüzemeltetőnek az első legfontosabb lépésként ellenőriznie kell a szórófejek teljesítményét. A kísérletet mindegyik vizsgált nyomásértéknél kétszer végeztük el a pontos folyadék-adagolás adatok eléréséhez. Az adatokat milliliter/percben kaptam meg. A katalógusban megadott nyomáshoz tartozó folyadék-adagolás értéktől a vizsgált szórófejek nem térhetnek el többet, mint 10% . Ha viszont még is eltér, és nagyobb, 10% feletti az érték, akkor az azt jelentheti, hogy a szórófejeknek nagymértékű lehet a kopása, és ez befolyásolhatja a cseppképzés minőségét is. Ilyenkor célszerű kicserélni a szórófejeket.

3.2. Fedettség meghatározása

Egyedi szórásképp alapján a fúvókára jellemző cseppméreteket víz érzékeny papírra vetítettük ki. Vízzel való érintkezéskor a papír sárga színről kékes színű elszíneződés alapján látható a permetcseppek eloszlása és a cseppmérete. A papíron rögzített képeket beszkenneeljük, és speciális képelemző szoftver segítségével felvehetjük a mikroeloszlási paramétereket (cseppszám, fedettség, átlagos cseppátmérő, méreteloszlás). Ezzel a módszerrel ellenőriztem a fúvóka porlasztási munkaminőségét.

3.3. Az eredmények kiértékelése

A szóráskép vizsgáló mérőpad segítségével kapott egyedi szórásképekből létrehoztam egy szimulált, 2 m-es keretszakaszt úgy, hogy 50 cm-es eltolással egymás mellé tettem a mért adagolás-értékeket, majd összegeztem azokat. A eredményekből kiszámítottam a keresztirányú szóráségyenetlenség jellemzésére a közepes eltérést, a legnagyobb eltérést, és a variációs koefficiens (CV), amelynek elfogadható értékére a vizsgálati szabványok is hivatkoznak.

A közepes eltérés:

$$e_k = \frac{100}{\bar{x}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n} [\%],$$

A legnagyobb eltérés:

$$e_{max} = \frac{100}{\bar{x}} \cdot (x_{max} - \bar{x}) [\%], \text{ illetve } e_{min} = \frac{100}{\bar{x}} \cdot (\bar{x} - x_{min}) [\%]$$

A variációs koefficiens:

$$CV [\%] = \frac{100}{\bar{x}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} [\%],$$

ahol:

x: a mért adatok átlaga [ml/min],

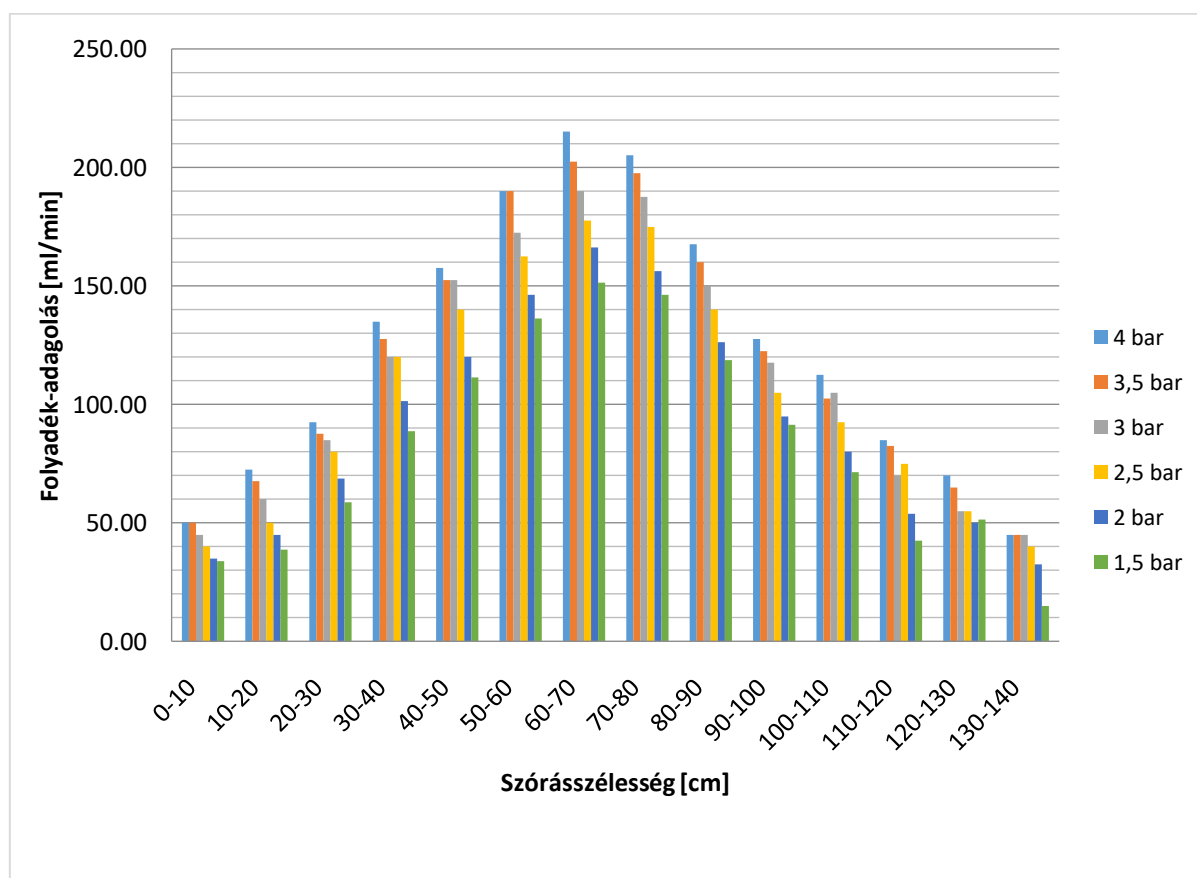
x_i : az i-edik mért adat [ml/min],

n: a mért adatok száma

4. Vizsgálati eredmények és értékelésük

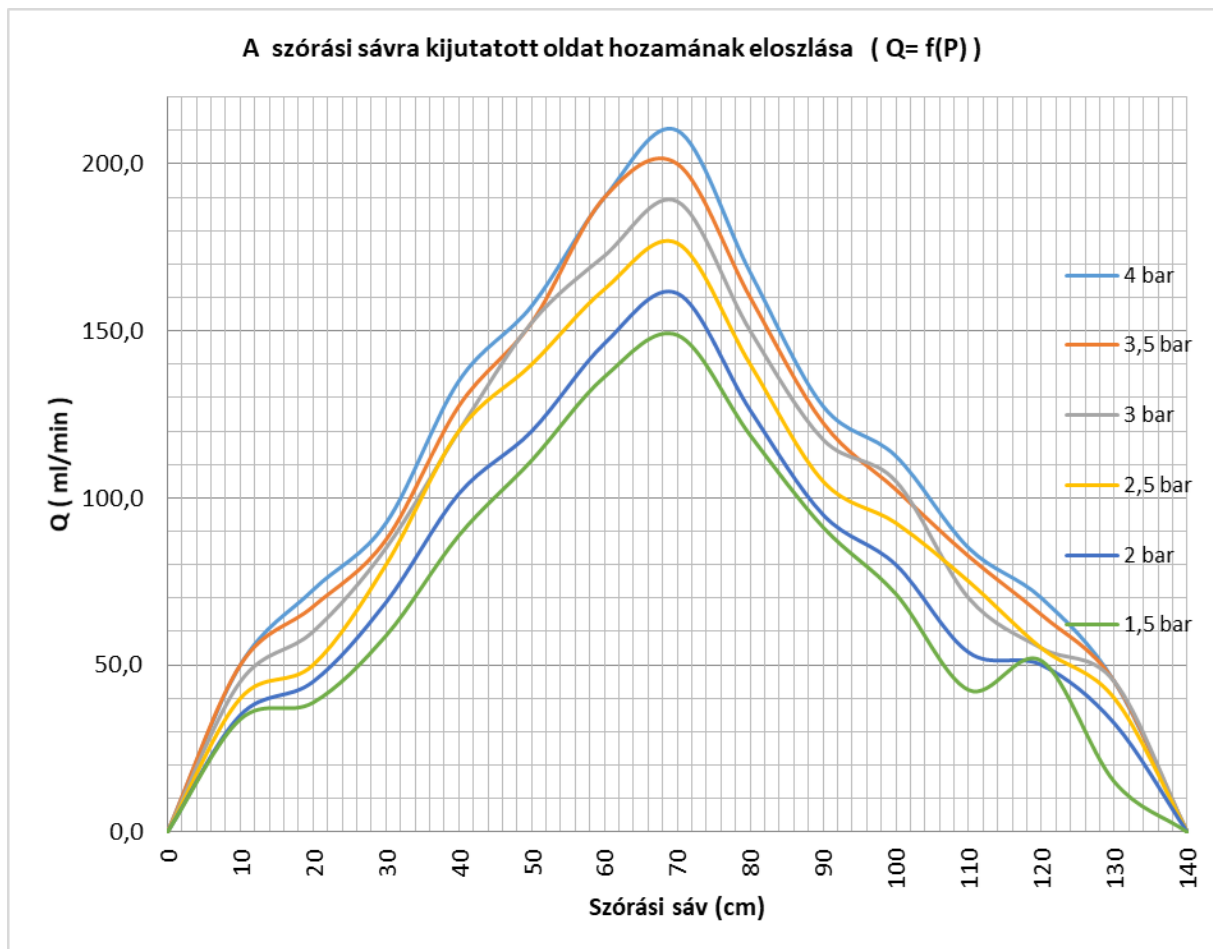
1.táblázat.A mért adatok átlagolása milliliter/percben (2024.03.02)

A 1. táblázatban látható a fúvóka egyedi keresztirányú szóráskép-vizsgálata során mért adatok átlagolása amit, a kísérletezés során mértem milliliter/ percben..



16.ábra.A kísérletezés során mért adatok diagramban(2024.03.04)

A 14. ábra egyes tartozó mérési eredményei azt mutatják, hogy a szóráskép-vizsgáló pad jobb és baloldalán lévő mérőhengerek esetében különbözik az összegyűjtött-folyadék mennyisége.



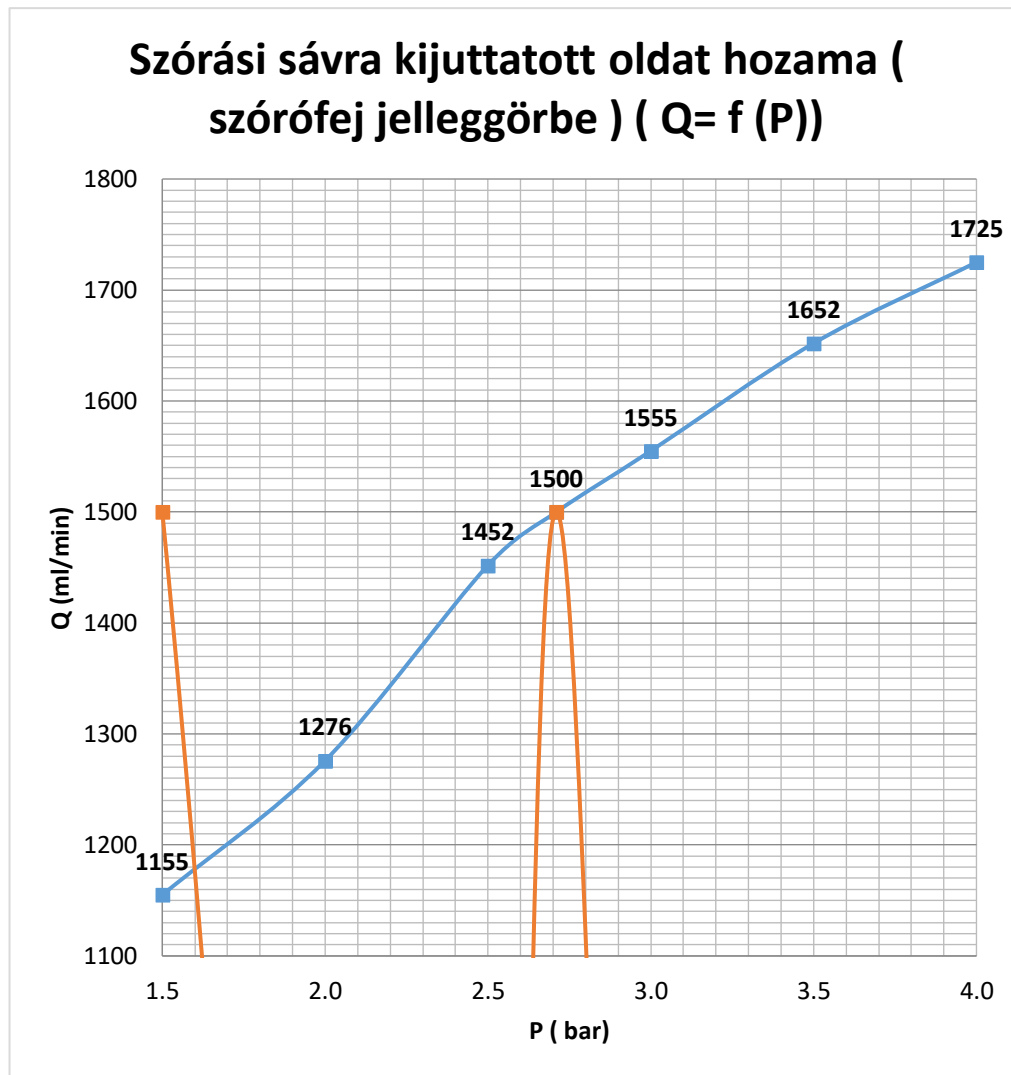
**17.ábra. A szórási sávra kijuttatott permetlé hozamának eloszlása egy fúvóka esetén
(2024.03.07)**

Megállapítható, hogy a vizsgált fúvóka esetében a szórási sáv széleitől a centrum felé haladva eltérő mértékű a hozamnövekedés, a diagram bal (0-70 cm), és jobb (70-140 cm) oldala nem szimmetrikus.

Szórási sáv bal és jobb felének hozammegoszlása					
P (bar)	V ₁ (ml/min) bal 0-70 cm		V ₂ (ml/min) jobb 70-140 cm		ΣQ (ml/min)
1,5	616,3	53%	538,8	47%	1155,0
2,0	677,5	53%	598,8	47%	1276,3
2,5	768,8	53%	683,8	47%	1452,5
3,0	823,8	53%	731,3	47%	1555,0
3,5	875,0	53%	777,5	47%	1652,5
4,0	907,5	53%	817,5	47%	1725,0

2.táblázat. Szórási sáv bal és jobb felének hozammegoszlása. (2024.03.10)

Megállapítható továbbá az is, hogy a két oldalra jutó folyadék hozama közti eltérés aránya minden mért nyomásérték esetében ugyanakkora. A szórási sáv bal oldalán 53%, míg a jobb oldalán 47%. Ha a két százalékot összeadjuk, akkor 100 % jön ki. Ezáltal a kísérletezés során mért adatok jónak mondhatók.



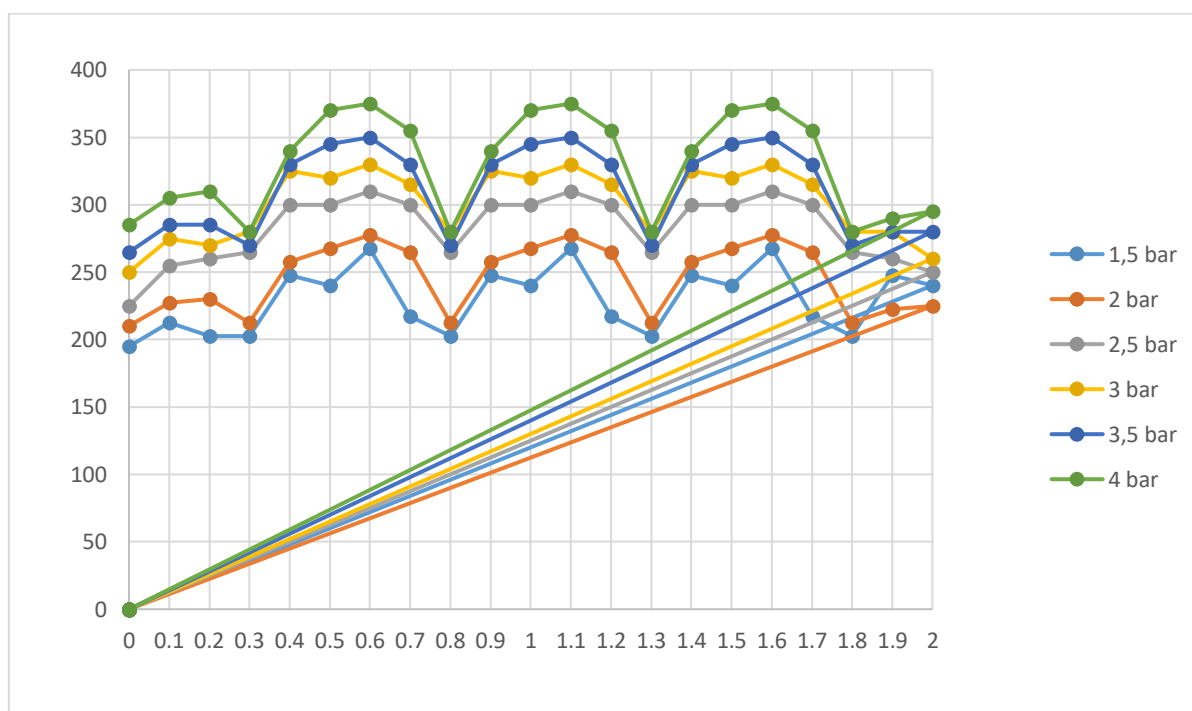
18.ábra. A fúvóka folyadékfogyasztása a nyomás függvényében.(2024.03.09)

A keresztirányú szórás egyenlőségénél kijuttatott a szórási sávra 1500 ml/min. Ami megállapítható, hogy a nyomásmérő órán 2,7 bárnál van. A katalógus adatai szerint 3 bar nyomáson a folyadék-adagolása egy új fúvókának 1580 ml/min. Valamint észrevehető még a 22.ábrán, hogy a kijuttatott mennyiség a 2,5-3 bar között megfelelő, hiszen az 1500 milliliter/másodperc körül van. (Feltételezve azt a kiinduló gondolatot, hogy a családi gazdaságunkban megszokott üzemi jellemzők szerint a 300 l/ha-os dózishoz 6 km/h-s munkasebesség mellett fúvókánként 1,5 l/min folyadékadagolás szükséges.)

Ellenőrzésképpen: $\sum q = \frac{Q \cdot B \cdot v_h}{600}$, behelyettesítve: $\sum q = \frac{300 \cdot 0,5 \cdot 6}{600} = 1,5 \text{ l/min}$



19.ábra. Virágzási időben történő permetezés a búzatáblán. (2023.06.03)



20.ábra: Egyedi szórásképekből összeállított 2 m-es keretszakasz szórásképe (2024.04.18)

Az egyedi szórásképekből összeállított 2 m-es keretszakasz szórásképe látható a 19. ábrán. Minden vizsgált permetezés nyomás esetén hasonló szórásképeket kaptam. Megfigyelhető, hogy a második (0,5 m), harmadik (1 m), és negyedik (1,5 m) fúvóka alatt sokkal magasabb a

folyadékadagolás. Emiatt a keresztirányú szórás egyenletlenség nem kedvező. A számított legnagyobb, és közepes eltérések, illetve a variációs koefficiens értékei a 3. táblázatban látható.

Nyomásérték	Legnagyobb eltérés	Közepes eltérés	CV %
1,5 bar	7,54%	16,42%	9,38%
2 bar	7,8%	12,77%	9,34%
2,5 bar	6,41%	9,59%	7,86%
3 bar	6,53%	9,56%	7,86%
3,5 bar	8,09%	12,38%	9,59%
4 bar	8,46%	13,72%	10,31%

3.táblázat: A keresztirányú szórás egyenletlenség munkaminőségi jellemzői (2024.04.24)

A kapott munkaminőségi mérőszámok szerint a vizsgált keretszakasszal jellemezhető szántóföldi permetezőgép a kötelező időszakos felülvizsgálat hasonló tesztjén nem, vagy csak nagyon nehezen felelne meg. Ennek okai a magas, 4 bar nyomás esetén túl magas CV%, ill. legnagyobb eltérés értékek.

A vízérzékeny papírokon kialakult képek alapján érzékelhető a különbség, hogy minél nagyobb a nyomás annál egyöntetűbb a szórás kép, és annál nagyobb a fedettség értéke. A képen látható, hogy balról a harmadik víz érzékeny papíron lévő szórás kép a folyadék elosztás szempontjából a legoptimálisabb. A vízérzékeny papírok nem lettek kiértékelve, mivel a szórás képek nem értékelhetőek, megfigyelhető a durva cseppképzés, ami miatt a papíron összefolytak a cseppek, amit az elemző szoftver nem tud szétválasztani.



**21.ábra. Víz érzékeny papír balról kezdve 4 bar; 3,5 bar; 3 bar; 2,5 bar; 2 bar 1,5 bar
(2024.02.27)**

5. Következtetések, javaslatok

A fúvóka egyedi szórásképeinek asszimmetriája elsősorban kopási jelenségre utal. A két oldal közötti eltérés mértékének a különböző nyomásértékek esetében való azonosságának okai lehetnek:

- a szórófej két oldalának alaki eltérése (gyártási pontatlanság)
- mechanikai sérülése (használat),
- vízkő/vegyszer-maradvány lerakódás, kopás (használat)

Oka lehet továbbá:

- a szórófej szórásiránnyal párhuzamos tengelyének eltérése a függőlegetől. Esetünkben bal oldal felé, amikor is, a szórási sáv széle túl nyúlik a 0-10 cm vályúosztás bal szélén, ill. nem éri el a 130-140 cm vályúosztás jobb szélét. (pontatlan mérés)
- vályúsor a fúvókához viszonyítva nem központos, ekkor a 60-70, ill. a 70-80 vályúk közti él, nem a szórásiránnyal párhuzamos szórófej-tengely metszékében van. Jelen esetben attól jobbra. (pontatlan mérés)
- vályúélek síkja nem vízszintes (hibás eszköz).

Ugyanúgy kopásra utalnak az egyedi szórásképek, illetve a szimulált keretszakasz szórásképei, és a számított eltérések és CV értékek, valamint a vízérzékeny papíron rögzített cseppek is.

A vizsgált fúvókákkal felszerelt szántóföldi permetezőgép ... tudja teljesíteni az időszakos vizsgálat során támasztott követelményeket.

Javasolt lenne továbbá 3 év múlva venni egy fúvóka garnitúrát, mivel a fúvókák 100-150-200 üzemóra meghaladtával elkopnak. A szakirodalom szerint vannak, olyan fúvókák is amelyek 30 üzemóra alatt is elhasználódnak.

Továbbá javasolnám, hogy a növényvédelemnél nem csak a mennyiséget hanem a minőséget preferáljuk, ezáltal az állattenyésztésben valamint a gabona feldolgozásban a beltartalmi értékek alapján jobb teljesítményt, tudjunk elérni.

6. Összefoglalás

Ma már csak történelmi érdekességként érdemel említést a kémiai növényvédelem legősibb módja, a mechanikus permetezés. A növényvédelmi eljárások döntő többségben szórással juttatjuk ki a kezelendő felületre a hatóanyagot. A növényvédő szereket egyrészt felhígítva, amit leggyakrabban vízzel mint permetlé, valamint oldat, emulzió, szuszpenzió másrészt por, granulátum, esetleg gázosodó készítmény formájában használjuk. Dolgozatomban a réses permetezőfúvókával kísérleteztem a MATE keszthelyi Georgikon Campusán.

A kísérlet során egy 110-04-es LECHLER márkájú lapos sugarú fúvókát használtam, ami valójában azt jelenti, hogy 110 fokos a legyező szöge és 0,4 –es a fúvóka mérete. Egy keretszakasz keresztirányú szórás egyenlőtlenségének meghatározásához két módszer van: közvetett és közvetlen. Én a közvetett mérést végeztem el. A vizsgálathoz felhasznált eszközök egy vályús mérőpad, aminek a felbontása 10 centiméteres. A vályúban felfogott folyadék gyűjtésére mérőhengereket helyeztünk el. Különböző műszereket használtunk, mint például a nyomásmérő óra. Otthon a gazdaságunkban is hasonló van, így én már ezt jól ismerem. A gépüzemeltetőnek az első legfontosabb lépésként ellenőriznie kell a szórófejek teljesítményét. A kísérletet mindegyik vizsgált nyomásértéknél kétszer végeztük el a pontos folyadék-adagolás adatok eléréséhez, amit milliliter/percben kaptam meg.

Egy egyedi szórásképp alapján a fúvókára jellemző cseppméreteket víz érzékeny papírra vetítettük ki, ezzel a fedettség meghatározását vizsgáltam. A vízérzékeny papírokon kialakult képek alapján érzékelhető a különbség, hogy minél nagyobb a nyomás annál egyöntetűbb a szórásképp, és annál nagyobb a fedettség értéke.

Dolgozatomban a kísérletezésem során mért adatokat több grafikonon, diagramon és táblázatban elemeztem. A kapott eredményekből kiszámítottam a keresztirányú szórás egyenlőtlenség jellemzésére a közepes eltérést, a legnagyobb eltérést, és a variációs koefficiens (CV), amelynek elfogadható értékére a vizsgálati szabványok is hivatkoznak.

Szórási sáv bal és jobb felének hozammegoszlását, illetve a szórási sávra kijuttatott permetlé hozamának eloszlását egy fúvóka esetén vizsgáltam. Aminél megállapítottam, hogy nem szimmetrikus a két oldal, valamint a két oldalra jutó folyadék hozama közti eltérés aránya minden mért nyomásérték esetében ugyanakkora.

Felvettem az egyedi szórásképet, belőle egy keretszakaszt alkottam. Megállapítottam belőle a szórás egyenlőségre jellemző mérőszámokat, amely alapján kijelenthető, hogy a vizsgált réses fúvóka kopott. Amelyre utalhatnak a a szórófej két oldalának alaki eltérése, mechanikai sérülése, vízkő/vegyszer-maradvány lerakódása.

Javasolt lenne továbbá 3 év múlva venni egy fúvóka garnitúrát, mivel a fúvókák 100-150-200 üzemóra meghaladtával elkopnak. A szakirodalom szerint vannak, olyan fúvókák is amelyek 30 üzemóra alatt is elhasználódnak.

Továbbá javasolnám, hogy a növényvédelemnél nem csak a mennyiséget hanem a minőséget preferáljuk, ezáltal az állattenyésztésben valamint a gabona feldolgozásban a beltartalmi értékek alapján jobb teljesítményt, tudjunk elérni.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet konzulensemnek, dr. Lönhárd Miklós tanár úrnak, aki a szakdolgozatom írásában nyújtott tanácsáért, figyelmességéért, kitüntető bizalmáért, illetve odaadó lelkiismeretes munkájáért, amit értem tett.

Köszönettel tartozom szüleimnek, akik az egyetemi tanulmányaimat és a szakdolgozatom írását támogatták. A családi gazdaságunk révén biztosították a szakmai ismereteket, illetve a gyakorlatban annak használatát.

7. Szakirodalmi jegyzék

BALÁZS F. – DIMITRIEVITS Gy. (szerk.) 1979: **A növényvédelem gépei. Mezőgazdasági Kiadó**, Budapest. pp. 16-20.

BALÁZS F. – DIMITRIEVITS Gy. – RUTTKAY P. (szerk.) 1984: **A növényvédő gépek üzemeltetése. Mezőgazdasági Kiadó**, Budapest. pp. 88-89.

BÁNHÁZI-FÁBIÁN- KOLTAY-VÉNER (szerk.) 1972: **Szántóföldi munkagépek. Mezőgazdasági Kiadó**, Budapest. pp. 185-186.

CZIZMAZIA Z. (szerk.) 2006: **A növényvédelem gépei. Mezőgazda Kiadó**, Budapest. p. 17.; pp. 49-52.

CZIZMAZIA Z. (szerk.) 2011: **Műszaki ismeretek. Debreceni Egyetem**, Debrecen pp. 63-64.

DIMITRIEVITS, GY. – HUSZÁR, J. – PINTÉR, L. (1991): **A gépesítés és a környezet hatása a permetezési veszteségekre. Mezőgazdasági Technika**, 32(7), 4-5. p.

LÁNG 1999: **A zöldség-, dísznövény és szaporítóanyag-termesztés berendezései és gépei Mezőgazda Kiadó**, Budapest pp. 161-163.

SZENDRŐ P. (szerk.) 2000: **Mezőgazdasági gépszerkezettan. Szaktudás Kiadó**, Budapest. p. 178.

Internetes források

INTERNET 1. <https://agraragazat.hu/hir/szantofoldi-permetezogepek-kivalasztasa-es-uzemeltetese/> (2023.02.10)

INTERNET 2. <https://agrarium7.hu/cikkek/88-szantofoldi-novenyvedelem-hatekonyan-es-jominosegben> (2023.04.05)

INTERNET 3. <https://agraragazat.hu/hir/agrar-szorofej-permetezogep-elsodrodas-permetle-mezogazdasag/> (2023.06.13)

INTERNET 4. <https://www.agroinform.hu/gepeszet/segitunk-donteni-ilyen-permetezogepek-kozul-valogathatsz-55170-001> (2023.08.17.)

- INTERNET 5. <https://www.hennlich.hu/termek/fuvokatechnika-lapossugar-fuvoka-alacsony-nyomasu-fuvoka-hollander-anyaval-166.html> (2023.12.14)
- INTERNET 6. <https://eta.bibl.u-szeged.hu/5361/8/Prec%C3%ADzi%C3%B3s%20n%C3%B6v%C3%A9ny%C3%A9delem.pdf> (2023.07.10)
- INTERNET 7. <https://szegana.hu/dg-twinjet-elsodrodas-vedo-kettos-lapos-szorasu-fuvokak/> (2023.11.21)
- INTERNET 8. <https://agraragazat.hu/hir/biztos-hogy-minden-tud-a-fuvokarol/> (2024.01.20)
- INTERNET 9. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1000043.fvm> (2024.01.10)
- INTERNET 10. <https://agraragazat.hu/hir/a-hatekony-permetezes-az-alkalmazastechnika-tukrebenes-meg-sok-mas-10-resz/> (2023.10.15.)
- INTERNET 11. <https://agraragazat.hu/hir/agrar-permetezogep-ventilator-nyomas-munkasebesség-szoras-mezogazdasag/> (2024.02.17)
- INTERNET 12. <https://agraragazat.hu/hir/a-hatekony-permetezes-az-alkalmazastechnika-tukrebenes-meg-sok-mas-10-resz/> (2023.10.15.)
- INTERNET 13. <https://agraragazat.hu/hir/a-hatekony-permetezes-az-alkalmazastechnika-tukrebenes-meg-sok-mas-10-resz/> (2023.10.15.)
- INTERNET 14. <https://agraragazat.hu/hir/permetezo-gep-muszaki-felulvizsgalat-biztonsagos-tisztitas-mezogazdasag/> (2023.10.15.)
- INTERNET 15. <https://ngea.hu/merokocsis-szoraseloszlas-meres/> (2024.02.17)

8. Ábrajegyzék

- 1.táblázat. **A mért adatok átlagolása milliliter/percben (2024.03.02):** 30.oldal
- 2.táblázat. **Szórási sáv bal és jobb felének hozammegoszlása. (2024.03.10):** 32. oldal
- 3.táblázat: **A keresztirányú szórás egyenletlenség munkaminőségi jellemzői (2024.04.24):** 35.oldal
-
- 1.ábra. **Kezelésre szoruló terület átlagos vetésszerkezet mellett (1000 ha):** 8. oldal
- 2.ábra. **John Deere M700-es permetezőgép:** 11.oldal
- 3.ábra. **Alacsony nyomásos szórófej:** 13.oldal
- 4.ábra. **Légbeszívásos injektoros fúvóka.:** 14.oldal
- 5.ábra. **Kettő lapos sugarú szórófej.:** 14.oldal
- 6.ábra. **Ütközőlapos fúvókák:** 15.oldal
- 7.ábra. **Hat-, hétlyukú fúvókák:** 16.oldal
- 8.ábra. **SJ7A-VR változó kapacitású műtrágyafúvókák:** 16.oldal
- 9.ábra. **Háromlyukú fúvókák:** 17.oldal
- 10.ábra. **Vontatott kivitelű szántóföldi permetezőgép művelőnyomban, munka közben:** 20.oldal
- 11.ábr. **110-04 LECHLER fúvóka és a benne lévő szűrő (2024.02.27):** 25.oldal
- 12.ábra. **Keresztirányú szórás egyenlőség mérése mérőpadon (2024.02.27):** 26.oldal
- 13.ábra. **Nyomásmérő óra hitelesítő készülék(2024.02.27):** 27.oldal
- 14.ábra. **Nyomásmérő óra(2024.02.27):** 27.oldal
- 15.ábra. **Agromechanika 800 literes függesztett permetezőgép (2022.04.25):** 28.oldal
- 16.ábra. **A kísérletezés során mért adatok diagramban(2024.03.04):** 30.oldal

17.ábra. **A szórási sávra kijuttatott permetlé hozamának eloszlása egy fúvóka esetén (2024.03.07):** 31.oldal

18.ábra. **A fúvóka folyadékfogyasztása a nyomás függvényében.(2024.03.09):** 33.oldal

19.ábra. **Virágzási időben történő permetezés a búzatáblán. (2023.06.03):** 34.oldal

20.ábra: **Egyedi szórásképekből összeállított 2 m-es keretszakasz szórásképe (2024.04.18):** 34.oldal

21.ábra. **Víz érzékeny papír balról kezdve 4 bar; 3,5 bar; 3 bar; 2,5 bar; 2 bar 1,5 bar (2024.02.27):** 36.oldal

Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Simon Eszter
A Hallgató Neptun kódja: TZEMAH
A dolgozat címe: Rétes permetezőfűvóka, és keretszakasz vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési - tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Műszaki 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 könyvtári repozitori rendszerébe. 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 könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Zalaegerszeg, 2024. április 24.


Hallgató aláírása

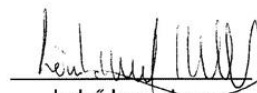
NYILATKOZAT

Simon Eszter (Neptun azonosítója: TZEMAH) 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 javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Keszthely, 2024. április 19.


belső konzulens