



## A NÖVÉNYVÉDELEM MUNKAMŰVELET GÉPESÍTÉSÉNEK ÉS HATÉKONYSÁGÁNAK JAVÍTÁSA

SULYOK DÉNES<sup>1</sup> – FELFÖLDI JÁNOS<sup>1</sup> – KOVÁCS SZILVIA<sup>1</sup> – CZAKÓ IVÁN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem

<sup>2</sup>Discovery Center Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az európai uniós és hazai változó szabályozórendszerhez történő alkalmazkodás mellett egyre nagyobb kihívás megtalálni a választ arra, hogy a kémiai növényvédelmet milyen módon tudjuk a szántóföldi növények termesztéstechnológiájában fenntartani. Ahhoz, hogy a termesztett növények terméshozamát mennyiségben és minőségben is biztosítani tudjuk, a precíziós növényvédelem alkalmazása megoldásnak kínálkozik. Alkalmazása során a termelési és a környezetvédelmi szempontok együttesen kerülnek figyelembevételre, melyek a termesztés technológiai optimumok közelítését lehetővé teszik. A fejlesztések egyik célja a beszerzett eszközök segítségével a nagy területi kiterjedésű mezőgazdasági területtel rendelkező gazdálkodók esetében a jelenleg alkalmazott hagyományos permetezési technológia precíziós növényvédelmi technológiával történő felváltásával jelentősen növekedjen a tevékenység hatékonysága. A precíziós technológia alkalmazásával oldható a tavaszi időszakban gyakran előforduló korai reggeli órákban megélnékülő, jellemzően a korai esti órákig tartó szeles periódus munkavégzésre jelentette korlátozó hatásának mértéke. Egy 2000 hektár területtel rendelkező mintagazdaság különböző elméleti vetésszerkezeteit vizsgáltuk meg a növényvédelmi munkák kivitelezhetősége szempontjából. Három vetésszerkezeti változat került elemzésre. Egy a hazai körülmények között átlagosnak tekintett vetésszerkezet, egy az átlagoshoz képest kevesebb kukoricát, és egy az átlagoshoz képest több kukoricát magában foglaló vetésszerkezet. Ezen keretek között két vontatott

permetezőgép és egy önjáró növényvédelmi gép technológiai változatát hagyományos és precíziós technológia mellett vizsgáltuk meg. Meghatároztuk mind a három vetésszerkezeti változatnál szükséges kezelések számát a márciustól júliusig terjedő időszakban. Ezáltal előre jelezhető a szükséges növényvédelmi kapacitás a tervezés szerinti időszaki bontásban a különböző vetésszerkezeti változatokban. Az egyes változatokban eltérő azon területek nagysága, amelyekben nem tudjuk a szükséges növényvédelmi műveletet végrehajtani. A legnagyobb ilyen területet az átlagos vetésszerkezetben, majd az átlagosnál kevesebb kukoricát magában foglaló vetésszerkezetben kaptunk. A legkisebb ilyen területtel az átlagoshoz képest több kukoricát magában foglaló vetésszerkezetben találoztunk. Erre a kihívásra egyértelműen választ adhat a precíziós növényvédelem műszaki eszköztárának alkalmazása. Többlet permetezőgép és kiszolgáló gépek bevonásával a kapacitáshiányokat ki tudjuk küszöbölni, azonban ennek hatékonysága üzemszervezési, bekerülési érték és fenntartási költség oldalról egyaránt elmarad a precíziós növényvédelem alkalmazásából eredő előnyöktől.

**Kulcsszavak:** növényvédelem, munkaművelet, gépesítés, hatékonyság, precíziós mezőgazdaság

## BEVEZETÉS

Az európai uniós és hazai változó szabályozórendszerhez történő alkalmazkodás mellett egyre nagyobb kihívás megtalálni a választ arra, hogy a kémiai növényvédelmet milyen módon tudjuk a szántóföldi növények termesztéstechnológiájában fenntartani.

Ahhoz, hogy a termesztett növények terméshozamát mennyiségben és minőségben is biztosítani tudjuk, a precíziós növényvédelem alkalmazása megoldásnak kínálkozik. Alkalmazása során a termelési és a környezetvédelmi szempontok együttesen kerülnek figyelembevételre, melyek a termesztés technológiai optimumok közelítését lehetővé teszik. A növényvédelem egy speciális tevékenység a szántóföldi termesztés technológián belül, hiszen alkalmazása során nem hoz létre többlet terméket, viszont használatával nem esünk el hozamoktól, nem szenvedünk minőségi károkat, ezeken keresztül a keletkező bevételünk bizonyos részeitől.

A fejlesztések egyik célja a beszerzett eszközök segítségével a nagy területi kiterjedésű mezőgazdasági területtel rendelkező gazdálkodók esetében a jelenleg alkalmazott

hagyományos permetezési technológia precíziós növényvédelmi technológiával történő felváltásával jelentősen növekedjen a tevékenység hatékonysága.

A vizsgálatokat a műszaki fejlesztéshez beszerzésre került nagyértékű önjáró permetezőgép és az azt kiegészítő fejtrágya injektáló rendszer, valamint a permetezés logisztikájához szükséges két darab nagytraktor és két nagyteljesítményű tartálykocsi alkalmazásával végeztük.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A magyar mezőgazdaság húzóágazata a növénytermesztés, így a teljesítményt nagyban meghatározza a növénytermesztési ágazat évenkénti kibocsátása és a növényi termékek áralakulása (Popp *et al.*, 2018). Racionális törekvés az összes munkát optimális időben és minimális gépkapcsolat felhasználásával végrehajtani. Ezáltal is hozzájárulni a gazdálkodás hatékonyságának javításához (Szűcs-Farkasné Fekete, 2008), aminek állandó törekvésnek kell lennie a növénytermesztési ágazatok versenyképességének növeléséhez (Felföldi, 2013). Teschner-Kalmár-Troján (2017) a hatékonyság javítását célzó vizsgálatok új útjait mutatja be a munkaidő-felvételezést középpontba állítva.

A precíziós gyomszabályozásban rejlő lehetőségeket mutatja be Kalmár *et al.* (2004), továbbá a precíziós gazdálkodás, mint szemlélet alkalmazását és a mezőgazdálkodással való kapcsolatát ismerteti Kalmár (2009, 2010). Takács-György (2008) a termelési szerkezet, a precíziós gazdálkodás, és növényvédelem gazdasági aspektusait vizsgálva tárta fel az összefüggéseket, a befolyásoló tényezőket.

A növényvédelem feladata a termesztett növények megvédése különféle kórokozóktól, kártevőktől, és károsítóktól. A növények fejlődéséhez a legkedvezőbb feltételek biztosításával érhetőek el a várt terméseredmények, amihez biztosítani kell a biológiai és a kémiai alapokon nyugvó hatékony növényvédelmi technológiák használatát (Gerber, 2011). A növényvédelem aktuális feladatait csak jó műszaki állapottal rendelkező géprendszer alkalmazásával lehet nagy pontossággal, időben és a megfelelő minőségben végrehajtani. Valamennyi feladat optimális időben történő elvégzéséhez szükséges a rendelkezésre álló erő- és munkagép kapacitás felmérése, illetve a technológia végrehajtásához elengedhetetlen többlet gépkapacitás tervezése (saját, vagy bérelt formában).

Amennyiben az idény előtti karbantartási, javítási munkákat, valamint a használat közbeni karbantartásokat nem végezzük el nincs lehetőségünk arra, hogy optimális időben végrehajtsuk a növénytermesztés technológia növényvédelmi beavatkozásait, ezáltal hozam- és jövedelemkiesésre számíthatunk (*Dimitrievits*, 2016).

A növényvédelem gépesítésének tervezése során a legkritikusabb pont az időjárás körülmények előrejelzése. Fontos ismeret a permetezéssel tölthető napok száma valamennyi kritikus időszakban, de legalább ennyire prioritásként kell kezelni az egyes napokon munkavégzésre alkalmas órák számát. Emellett figyelembe kell venni a műszaki problémák gyakoriságának lehetőségét, illetve ezek elhárításának időintervallumait is (*Husti*, 2007).

Az erő- és munkagépek megfelelő darabszámának meghatározásához kiszámoljuk az elméleti és a tényleges területteljesítmény arányát. Az elméleti teljesítmény esetében meghatározásra kerül egy maximális (névleges) teljesítmény, amely névleges értéknél kisebb teljesítménnyel kalkulálhatunk a gyakorlatban. A névleges teljesítményt csökkentő tényezők közé tartozik a karbantartás, a művelendő terület jellemzői, a közlekedésre fordított idő, és az ún. pihenő idő is. A tényleges területteljesítmény javulását érhetjük el több műszak szervezésével, optimális talajnedvességi állapot melletti műveléssel, sávos műveléssel, vagy akár blokkosítással (*Huzsvai et al*, 2012).

Ugyanakkor optimálisan növényvédelmi tevékenységet végezni csak bizonyos feltételek mellett lehetséges. Ezek közé tartozik, hogy bizonyos hőmérséklet mellett (5 °C alatt és 25 °C felett, de fagyos éjszakák előtt és után) nem végzünk ilyen tevékenységet. A permetezés lehetőségét a szél sebessége és a páratartalom is befolyásolja (40 %-os páratartalom alatt sem végezzük). *Sulyok* (2015) felhívja a figyelmet, hogy csapadék előtt min. 2 órával be kell fejezni a kezelést és az adott táblán min. 3 órát permetezéssel tudunk tölteni.

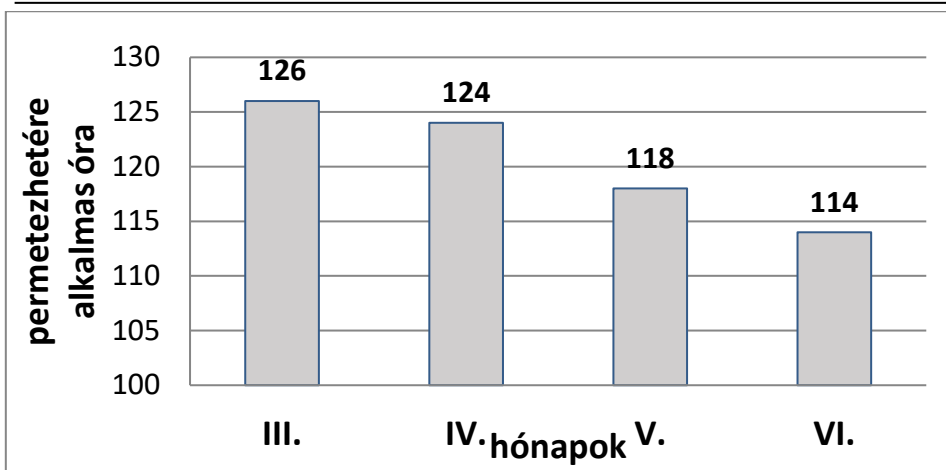
## **ANYAG ÉS MÓDSZER**

Az alapadatok képzéséhez a permetezéssel töltött idő mérése, annak fajlagos felosztása és azon belüli megoszlása is kiszámításra került. A gazdaságtól a permetezendő területig, vagy a különböző helyszínen megtalálható területek közötti mozgás a közlekedésre fordított idő. Ezt befolyásolja a művelendő terület elaprózottsága, tagoltsága, ami a géprendszer kihasználhatóságát befolyásolja. A permetezőgép tartályának utántöltése

szintén egyike a főbb befolyásoló tényezőknek. A modern géprendszerek nagy tartályainak töltése jelentős időt vesz igénybe a nap folyamán. Az utazás kitétségeivel szemben ennek az időnek a csökkentésére többféle lehetőséggel is rendelkezünk. Az elavult technológiával (lajtos kocsi) történő töltés a legkevésbé hatékony. Ezeknek az eszközöknek akár 50-80 m<sup>3</sup>/perc a teljesítménye, amely az optimális átviteli sebesség töredékeként értékelhető. A modern szállító tartálykocsik esetében minimum 200 l/perc körüli teljesítményt kiegészítő szivattyú felhasználásával 800-900 liter/perc teljesítményre tudjuk növelni. Az eddig említett esetekben a permetezőgép maga keveri össze a vizet a kijuttatni kívánt növényvédő szerrel, de ezt az időt is ki tudjuk váltani a jelenlegi modern technológia alkalmazásával. Cél, hogy amíg a permetezés folyik, addig egy kiegészítő 600-1200 literes tartályban elkészítsük a törzsoldatot, amely a már bemutatott kiegészítő szivattyús rendszer segítségével kerül be a permetező tartályába. Ennek a rendszernek az alkalmazásával a töltés hatékonysága korábbi méréseink alapján mintegy 20 %-kal növelhető.

A leghatékonyabb rendszer, amikor a permetezőgép tartályában tiszta víz van és 2-5 kiegészítő növényvédő szeres tartályból történik meg a befecskendezés előre elkészített – elsősorban gyomborítottági - térképek alapján közvetlenül a szórókeretbe. Ez a rendszer a legnagyobb területteljesítményt tudja biztosítani, hátránya a nagy bekerülési költség mellett a nagy előkészítő munka követelmény.

Munkavégzésre alkalmas időszak megállapításához *Sulyok-Béres* (2014) alapján meghatározásra került a hagyományos körülmények közötti permetezhető órák száma a növényvédelem szempontjából fontos III-VI. hónapok közötti időszakban, figyelembe véve a korábbiakban már bemutatott peremfeltételeket (*1. ábra*).

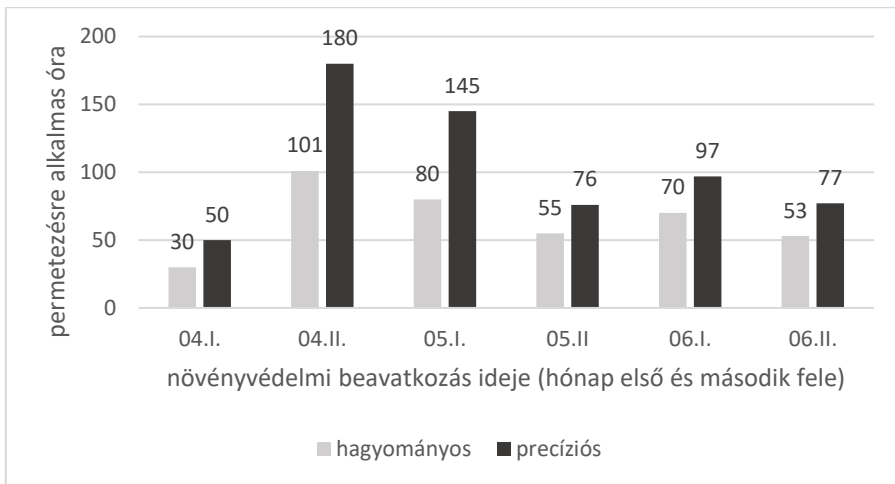


Forrás: Sulyok-Béres, 2014

*1. ábra:* Havi átlagos permetezhető órák száma hagyományos növényvédelmi tevékenység esetén

*Figure 1:* Average number of hours to spray during traditional plant protection activities

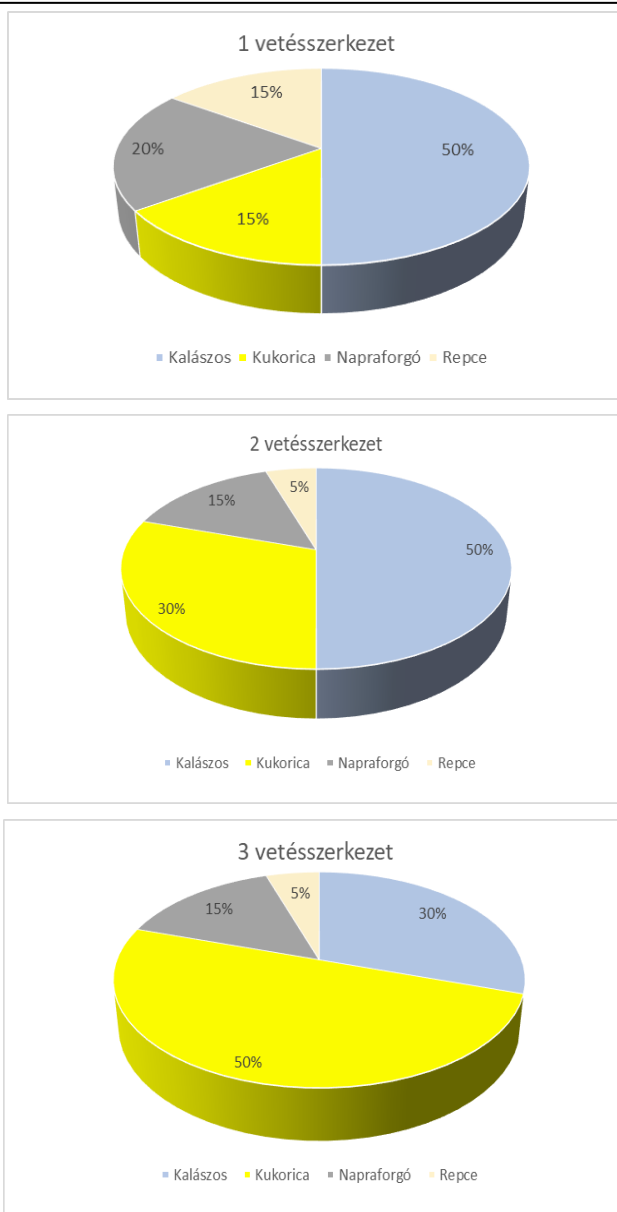
A precíziós technológia alkalmazásával oldható a tavaszi időszakban gyakran előforduló korai reggeli órákban megélénkülő, jellemzően a korai esti órákig tartó szeles periódus munkavégzésre jelentette korlátozó hatásának mértéke. Ugyanakkor a munkavégzésre alkalmas időt csökkentik az egyre gyakrabban előforduló 25 celsius fok feletti hőmérsékletű időszakok, akárcsak a május hónapban gyakori légköri aszály is, amelyet a permetezhető órák számának tervezésénél figyelembe szükséges venni. Mivel a növényvédelmi munkákat a precíziós megoldásokkal napkeltétől napnyugtáig tartó időszakon túl is végezhetjük, a hagyományoshoz képest mintegy 55-80 % többletjeljesítményt is jelenthetnek a munkavégzésben (*2. ábra*).



Forrás: Sulyok-Béres, 2014

2. ábra: Permetezésre alkalmas óraszám hagyományos és precíziós technológia esetén  
 Figure 2: Number of spraying hours for traditional and precision crop protection

Egy 2000 hektár területtel rendelkező mintagazdaság különböző elméleti vetésszerkezeteit vizsgáltuk meg a növényvédelmi munkák kivitelezhetősége szempontjából. Három vetésszerkezet került elemzésre (3. ábra).



**3. ábra: Vizsgált vetésszerkezetek**  
**Figure 3: Crop structure of farming**

Az első szerkezetben a kukorica aránya kicsi volt (15 %, 300 hektár), 50 %-on őszi búza (1000 hektár), 20 %-on napraforgó (400 hektár), 15 %-on (300 hektár) őszi káposztarepce került termesztésre. A második szerkezetben a kukorica területe 30 % (600 hektár), a kalászos gabonák továbbra is a terület 50 %-án (1000 hektár), a napraforgó 15 %-on (300



hektár), az őszi káposztarepce 5 %-on (100 hektár) került termesztésre. A harmadik szerkezetben a terület 50 %-án (1000 hektár) kukorica volt, a fennmaradó 1000 hektár terület 30 %-án őszi kalászos, 15 %-án napraforgó és 5 %-án őszi káposztarepce került termesztésre.

A szükséges növényvédelmi munkák végrehajtására kétféle technológiai változatot vizsgáltunk meg. Az első változat esetében 2 db vontatott permetezőgépre alapoztuk a megvalósítást. Ekkor szükségünk van a két vontatott permetezőgép mellé 2 db 100-200 lóerős kategóriájú traktorra és 2 db 12 köbméteres tartálykocsi és azokat vontató ugyancsak 100-200 lóerős traktor szerelvényekre. A másik változat esetében egy darab önjáró permetezőgépre alapoztuk a növényvédelmi tevékenységet. Az önjáró eszköz megfelelő működéséhez a területi kiterjedtségtől (milyen távolságból tudunk vizet biztosítani) egy-, vagy két kiszolgáló szerelvényre van szükség. Mindkét technológiai változat esetében a kiszolgáló traktorokra a törzsoldat keveréséhez tartályokat szerelnek fel a traktorok orrsúlya helyére, ezáltal a bekeverési idő csökkenthető, a permetezés hasznos időtartalma növelhető.

Korábbi mérések, illetve felhasznált telemetriai adatok alapján meghatároztuk az elméleti területteljesítményt mind a két bevont géprendszer esetében. Vontatott technológia alkalmazása mellett az elméleti területteljesítmény 28,8 ha/óra. A gépkapcsolatok a nappól az idő 63 %-át munkavégzésre, 11 %-ot közlekedésre 26 %-ot pedig újratöltésre fordítanak. Vontatott technológiával a tényleges teljesítmény 18 hektár óránként. Önjáró technológia alkalmazása mellett az elméleti területteljesítmény 40,5 hektár óránként. A telemetriai adatok felhasználása alapján a munkavégzés aránya 59 %, a vonulásé 6 %, a töltésidő 35 %. Az önjáró permetezőgép óránként 24 hektár növényvédelmi tevékenységet képes elvégezni. A 2000 hektáros mintagazdaság esetében meghatároztuk mind a három vetésszerkezeti változatnál (kevés-, átlagos és sok kukorica) szükséges kezelések számát a márciustól júliusig terjedő időszakban.

## **EREDMÉNYEK**

A növénytermesztési technológia kidolgozása során kiemelt szerepet kap a növényvédelem, mint munkaművelet számának (1. táblázat) és kivitelezésének tervezése a vetésszerkezetbe került minden növény esetében. Ez szükséges ahhoz, hogy meghatározzuk, hogy telemetriai adatokra alapozott különböző technológiai változatok

(vontatott, önjáró) hány táblára (mekkora területre) képesek biztosítani a szükséges kapacitást optimális körülmények között. Ezáltal előre jelezhető a szükséges növényvédelmi kapacitás a tervezés szerinti időszakai bontásban a különböző vetésszerkezeti változatokban. Kukoricánál április első fele és július második fele között történnek a védekezéshez kapcsolt műveletek. Vannak olyan beavatkozások, melyeket nem szükséges a teljes területen végrehajtani, átlagosan 3,4 alkalommal kell a területet kezelni. Az őszi kalászosok növényvédelmét április második fele és június első fele közé időzítik és ebben az időszakban a termőterületre négy alkalommal szükséges permetezőgéppel visszatérni.

1. táblázat: Növényvédelmi beavatkozások (permetezés) száma

Table 1: Number of spraying predicted in the production structure

növények	3. hó		4. hó		5. hó		6. hó		7. hó		összes kezelés (alk)
	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
kukorica	0	0,3	0,3	1	0,4	0	1	0,2	0,2	3,4	
kalászos	0	0	1	1,5	1	0,5	0	0	0	4	
napraforgó	0	0	1	1	1	1	0,5	0	0	4,5	
repce	1	1,5	1	0	0	0	0	0,5	0	4	
<b>Összesen</b>	1	1,8	3,3	3,5	2,4	1,5	1,5	0,7	0,2	15,9	

Április közepétől június végéig a napraforgóval vetett területre mintegy 4,5 alkalommal kell ezt a műveletet végezni, míg az őszi káposztarepcével hasznosított területen átlagosan 4 permetezési műveletre kerül sor.

Növényvédelmi beavatkozások különböző vetésszerkezetekben

Amennyiben a kalkulált igények összevetésre kerülnek a permetezőgép kapacitásokkal látható, hogy a 4000 hektár őszi kalászos, 1020 hektár kukorica, 1800 hektár napraforgó és 1200 hektár őszi káposztarepce optimális időben történő növényvédelmét szükséges (2. táblázat) kivitelezni.

2. táblázat: Kezelendő terület nagysága kis arányú kukoricával a vetésszerkezetben (ha)

Table 2: Sprayed area in hectares in low-portioned maize production structure

növények	3. hó		4. hó		5. hó		6. hó		7. hó		vetésterület ha	kezelendő terület ha
	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
kukorica	0	90	90	300	120	0	300	60	60	300	1020	
kalászos	0	0	1000	1500	1000	500	0	0	0	1000	4000	
napraforgó	0	0	400	400	400	400	200	0	0	400	1800	
repce	300	450	300	0	0	0	0	150	0	300	1200	
<b>Összesen</b>	<b>300</b>	<b>540</b>	<b>1790</b>	<b>2200</b>	<b>1520</b>	<b>900</b>	<b>500</b>	<b>210</b>	<b>60</b>	<b>2000</b>	<b>8020</b>	

Tekintve, hogy a vizsgált időszakban a táblák többségét kezelni kell, így a kritikus időszak április közepe és május vége közötti időszakra esik (5510 hektár permetezés), ami az összes növényvédelmi munka 69 %-a.

Az átlagos vetésszerkezetnél az előzőekben meghatározottaknak megfelelően alakul a permetezés időzítése. Az összes növényvédelembe vont terület nagysága 230 hektárral csökken. Ennek oka, hogy a napraforgó és az őszi káposztarepce vetésszerkezeti aránya csökken (4,5-, illetve 4 permetezés a vizsgált időszakban). A kritikus időszakban (április közepe -május vége között) a permetezendő terület 5520 hektárra nőtt, az összes munkának a 71 %-a esik a kritikus időszakra (3. táblázat).

3. táblázat: Kezelendő terület nagysága átlagos vetésszerkezetben (ha)

Table 3: Sprayed area in hectares in average production structure

növények	3. hó		4. hó		5. hó		6. hó		7. hó		vetésterület ha	kezelendő terület ha
	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
kukorica	0	180	180	600	240	0	600	120	120	600	2040	
kalászos	0	0	1000	1500	1000	500	0	0	0	1000	4000	
napraforgó	0	0	300	300	300	300	150	0	0	300	1350	
repce	100	150	100	0	0	0	0	50	0	100	400	
<b>Összesen</b>	<b>100</b>	<b>330</b>	<b>1580</b>	<b>2400</b>	<b>1540</b>	<b>800</b>	<b>750</b>	<b>170</b>	<b>120</b>	<b>2000</b>	<b>7790</b>	

A permetezett terület nagy arányú kukoricával a vetésszerkezetben 7550 hektárra csökkent. A kalászosok termesztése során a beavatkozások felülete 4000 hektárról 2400 hektárra csökkent. Kukorica esetében a vizsgált tavaszi-nyári időszakban növényvédelmi

kezeléseket 3400 hektáron szükséges végezni. A napraforgó és az őszi káposztarepce permetezési felülete az előző scenárióhoz hasonlóan alakult. Április második fele és május második fele között kerül kivitelezésre az összes növényvédelmi munka 64 %-a (4. táblázat)

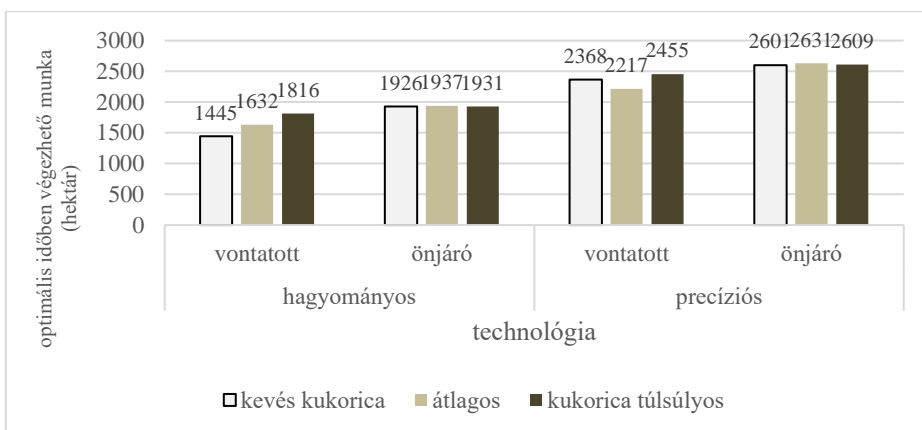
4. táblázat: Kezelendő terület nagysága nagyarányú kukoricával a vetésszerkezetben (ha)

Table 4: Sprayed area in hectares in high-portioned maize production structure

növények	3. hó		4. hó		5. hó		6. hó		7. hó		vetésterület ha	kezelendő terület ha
	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
kukorica	0	300	300	1000	400	0	1000	200	200	1000	3400	
kalászos	0	0	600	900	600	300	0	0	0	600	2400	
napraforgó	0	0	300	300	300	300	150	0	0	300	1350	
repce	100	150	100	0	0	0	0	50	0	100	400	
<b>Összesen</b>	100	450	1300	2200	1300	600	1150	250	200	2000	<b>7550</b>	

### Növényvédelmi technológia és géprendszer

Az optimálisan lepermetezhető felület nagyságának vizsgálata során összevetésre kerülnek a gépek tényleges területteljesítményei és a permetezésre tényleges alkalmas idő mind hagyományos, mind precíziós technológia alkalmazása esetében. A hagyományos technológia és vontatott géprendszer alkalmazása esetében nem minden esetben érünk oda a kritikus időszakban. Hagományos technológia és önjáró géprendszer scenárió esetében sem tudjuk optimális időben az összes növényvédelmi munkát elvégezni. Precíziós technológia és vontatott géprendszer scenáriója esetében odaérünk optimális időben a teljes felületre, hasonlóan a precíziós önjáró scenárióhoz (4. ábra).



4. ábra: Az egyes géprendszerekkel optimális időben elvégezhető növényvédelmi munkák (ha)

Figure 4: Plant protection works that can be carried out at the optimal time with each machine system (ha)

Az 5. táblázat adatainak elemzése során megállapítottuk, hogy a legkevesebb területet a hagyományos vontatott technológia mellett tudtuk kezelni (április első felében 600, második felében 2600 hektár). Amennyiben precíziós technológiával szereltük fel a vontatott permetezőgépek kapcsolatokat a területteljesítmény mintegy duplájára emelkedett (1000-, illetve 4600 hektárra). Hagyományos technológia önjáró géprendszer alkalmazása mellett április első felében 800 hektár, második felében 3500 hektár területteljesítményt tudunk elérni. Precíziós technológia alkalmazásával az önjáró permetezőgép (is) mintegy kétszeresére képes növelni a területteljesítményét (1440-, illetve 6168 hektár). Amennyiben a hagyományos technológiában az önjáró permetezőgépet kiegészítjük egy vontatott gépkapcsolattal, akkor április első felében ebben az esetben is nő (1000 hektár fölé), míg a második felében pedig közel 5000 hektárra emelkedik permetezhető terület nagysága.

5. táblázat: Permetezhető terület (ha)

Table 5: Area to spray (ha)

technológia	gépkapcsolat	4. hó		5. hó		6. hó	
		I	II	I	II	I	II
precíziós	vontatott	1080	4626	3726	1800	2430	1854
	önjáró	1440	6168	4968	2400	3240	2472
hagyományos	vontatott	594	2592	1980	1098	1602	1188
	önjáró	792	3456	2640	1464	2136	1584

Amennyiben az optimális körülmények között permetezhető területek nagyságát és az egyes vetésszerkezeti változatokban szükséges növényvédelmi munkák nagyságát összevetjük, akkor megállapítható a többlet kapacitás vagy a kapacitáshiány ténye. Kevés kukorica vetésszerkezeti változat és hagyományos technológia mellett alakulnak ki olyan időszakok, ahol nem érünk oda időben az optimálisnak tartott munkához. Két vontatott permetezőgép esetében május első felében 220 hektár területet nem tudunk optimumban kezelni (a terület 11 %-a). Május második felében 21 % (422 hektár) a kapacitáshiány. Önjáró szcenárió esetében május második felében alakul ki 4 %-os (56 hektár) kapacitáshiány (6. táblázat).

6. táblázat: Permetezési többletkapacitás kevés kukorica esetén (ha)

Table 6: Excess capacity available to spray for low-portioned maize production structure

technológia	gépkapcsolat	4. hó		5. hó		6. hó	
		I	II	I	II	I	II
precíziós	vontatott	791	3454	2639	1462	2135	1582
	önjáró	1079	4624	3725	1798	2429	1852
hagyományos	vontatott	54	802	-220	-422	702	688
	önjáró	252	1666	440	-56	1236	1084

Átlagos vetésszerkezet és hagyományos technológia alkalmazása mellett a vontatott permetezőgépek szcenáriója esetében május első felében 420 hektár felülethez (az összterület 21 %-a) szükséges kapacitás hiányzik. Május második felében 442 hektárt (összterület 22 %-a) nem tudunk optimális időben leállni a vontatott eszközrendszerrel,

míg önjáró szcenárió alkalmazása mellett 76 ha-t nem tudunk lepermetezni optimális időben (7. táblázat)

7. táblázat: Permetezési többletkapacitás átlagos vetésszerkezet esetén (ha)

Table 7: Excess capacity available to spray for average production structure

technológia	gépkapcsolat	4. hó		5.hó		6.hó	
		I	II	I	II	I	II
precíziós	vontatott	252	1666	440	-56	1236	1084
	önjáró	750	3046	1326	260	1630	1104
hagyományos	vontatott	264	1012	-420	-442	802	438
	önjáró	462	1876	240	-76	1336	834

A sok kukorica vetésszerkezet szcenáriójában alakulnak ki a legnagyobb többlet kapacitások. A hagyományos vontatott permetezőgépek szcenáriójában sem tudunk optimális időben permetezni május első felében, ami a terület 11 %-át (220 hektár) jelenti. Május második felében pedig a terület 10%-át (202 hektár) érinti ugyanez a helyzet. Önjáró szcenárióban 76 hektár felületre nem érünk oda optimális időben (8. táblázat).

8. táblázat: Permetezési többletkapacitás kukorica túlsúlyos vetésszerkezet esetén (ha)

Table 8: Excess capacity available to spray for high-portioned maize production structure

technológia	gépkapcsolat	4. hó		5.hó		6.hó	
		I	II	I	II	I	II
precíziós	vontatott	630	3326	1526	500	1830	704
	önjáró	990	4868	2768	1100	2640	1322
hagyományos	vontatott	144	1292	-220	-202	1002	38
	önjáró	462	1876	240	-76	1336	834

### **Kapacitáshiány és veszteség**

Permetezési kapacitás hiányában kialakuló veszteségek miatt szakmai döntést kell hozni arról, hogy melyik táblát, illetve növényt soroljuk hátrébb a növényvédelmi munkák során. Egyik lehetőség, hogy először a kukorica gyomirtását adjuk fel, hiszen a

több évtizedes kutatási eredmények figyelembe vétele alapján valószínűleg ez jelenti a kisebbik rosszat, a kevesebb veszteséget. Ha a kapacitáshiányra adott válaszként nem lenne elegendő a kukorica gyomirtás későbbi időpontra halasztása, akkor a kalászosok következnek, hiszen a napraforgó és az őszi káposztarepce nagyon szenzitíven reagálnak a növényvédelmi beavatkozások elmaradására. A hagyományos technológia alkalmazása során permetezési kapacitás hiányában felmerülő veszteséget mutatja a 9. táblázat. Hagományos technológiával és kis arányú kukoricával a vetésszerkezetben május második felében 300 hektár kukorica, valamint 122 hektár őszi búza növényvédelmi beavatkozása is veszélybe kerülhet. Önjáró eszköz esetében mindössze 56 hektár kukorica szenvedheti a beavatkozás hiányát. Átlagos vetésszerkezet mellett vontatott permetezőgépek használatával május első felében 300 hektár kukoricával és 120 hektár őszi búzával hasznosított területre nem érünk oda. Május második felében 283 hektár kukoricát nem tudunk időben megvédeni. Sok kukorica szcenáriónál hagyományos technológia vontatott géprendszer esetében május első felében 130 hektár területet, május második felében 119 hektárt nem tudunk megvédeni. Önjáró géprendszer alkalmazása mellett 45 hektár területre nem érünk oda hagyományos technológiában.

9. táblázat: Permetezési kapacitás hiányában fellépő veszteség (ha)

Table 9: Potential losses by lack of crop protection capacity (ha)

vetésszerkezet	gépkapcsolat	veszteség (ha)			
		5. hó I		5. hó II	
		kukorica	kalászos	kukorica	kalászos
kis arányú kukorica	vontatott	0	0	300	122
	önjáró	0	0	56	0
átlagos	vontatott	300	120	283	0
	önjáró	0	0	0	0
nagy arányú kukorica	vontatott	130	0	119	0
	önjáró	0	0	45	0

Valamennyi vizsgált szcenárió esetében a hagyományos technológia alkalmazása mellett mennyiségi és minőségi veszteségeket tapasztaltunk. Vontatott technológia esetében a termés kiesés kukoricánál 300 tonnát, őszi búza esetében pedig 47 tonnát jelent. Őszi búza esetében a minőségi romlás 122 hektáron, mintegy 610 tonnát fog



érinteni. Hagyományos technológia önjáró scenáriójában 56 tonna kukorica kieséssel kell számolnunk. Átlagos vetésszerkezeti scenárió esetében kukorica esetében szükséges 283 tonna terméskieséssel számolnunk, míg önjáró géprendszer alkalmazása mellett terméskieséssel nem kellett számolni. Kukorica túlsúlyos scenárió esetében vontatott permetezőgépekre alapozottan 119 tonna kukorica veszteség képződik, míg önjáró géprendszer esetében 45 tonna hozamkiesésre számíthatunk.

## **KÖVETKEZTETÉSEK**

A növényvédelem, mint munkaművelet beavatkozásainak a számát, illetve a kezelendő területek nagyságát felhasználva tudjuk a kapacitásigényét és mértékét megállapítani, permetezési arányok segítségével tudjuk szemléltetni. A vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy minél több a kukorica, és minél kevesebb az olajos növények (napraforgó, őszi káposztarepce) aránya a vetésszerkezetben, annál kevesebb növényvédelmi munkára (lepermetezett hektárra) van szükség.

A munka elvégzése szempontjából kritikus időszakot vizsgálva megmutatta, hogy a növényvédelmi tevékenység jelentős része mind a három vizsgált vetésszerkezeti változatban ide esik.

A hazánkban hagyományosnak tekinthető technológia mellett a kritikusnak tekinthető április közepétől május végéig terjedő időszakban nem érünk oda minden területre optimális időben. Először a kukorica, majd az őszi búza növényvédelmi tevékenységében kényszerülünk csúszásokra. Ezek a csúszások a terület egy részén valamennyi vizsgált változat esetében terméskiesést, illetve az őszi búza esetében minőségromlást eredményeznek. Az egyes változatokban eltérő azon területek nagysága, amelyeken nem tudjuk a szükséges növényvédelmi műveletet végrehajtani. A legnagyobb ilyen területet az átlagos vetésszerkezetben, majd az átlagosnál kevesebb kukoricát magában foglaló vetésszerkezetben kaptunk. A legkisebb ilyen területtel az átlagoshoz képest több kukoricát magában foglaló vetésszerkezetben találkoztunk. Erre a kihívásra egyértelműen választ adhat a precíziós növényvédelem műszaki eszköztárának alkalmazása. Többlet permetezőgép és kiszolgáló gépek bevonásával a kapacitáshiányokat ki tudjuk küszöbölni, azonban ennek hatékonysága üzemszervezési, bekerülési érték és fenntartási költség oldalról egyaránt elmarad a precíziós növényvédelem alkalmazásából eredő előnyöktől.

**IMPROVING THE MECHANIZATION AND EFFICIENCY OF PLANT  
PROTECTION OPERATIONS**

DÉNES SULYOK<sup>1</sup> – JÁNOS FELFÖLDI<sup>1</sup> – SZILVIA KOVÁCS<sup>1</sup> – IVÁN CZAKÓ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Debrecen

<sup>2</sup>Discovery Center Nonprofit Ltd., Hungary

**ABSTRACT**

In addition to adapting to the changing EU and domestic regulatory systems, today's big challenge is how we can maintain chemical plant protection in the cultivation technology of field plants. It is a fundamental issue to protect the yields and quality of cultivated plants. The application of precision plant protection provides clear help for this challenge. During its application, the production and environmental protection aspects are synthesized, which can be the conditions for observing the technological optimums of the cultivation. The aim was to significantly increase the efficiency of the activity by replacing the currently used traditional spraying technology with precision plant protection technology. In order to complete all tasks in an optimal time, it is necessary to assess the available power and working machine capacity, as well as to plan the additional machine capacities essential for the implementation of the technology (own or rented form). The goal is to perform all work in optimal time and with minimal machine contact. With the application of precision technology in plant protection, we have the opportunity to work 24 hours a day instead of the traditional period from sunrise to sunset. In our present work, we examined the various theoretical sowing structures of a model farm with an area of 2000 hectares from the point of view of the feasibility of plant protection works. The three scenarios: low corn, average and high corn sowing structure, as well as the technological versions of two trailed sprayers and a self-propelled plant protection machine were examined in addition to traditional and precision technology. During the planning of crop production technology, the planning of the number and implementation of plant protection interventions is given special emphasis in the case of all crops included in the seeding structure.

In the case of the 2,000-hectare sample farm, we determined the number of treatments in the period from March to July for each of the three cropping structure versions (low,

medium and high corn). This is necessary in order to determine how many boards (how much area) the various technological versions based on the previously presented telemetry data (towed, self-propelled) can reach under optimal conditions. In this way, it is possible to predict the required capacity in terms of crop protection interventions in the individual cropping structure variants, broken down by decade. The amount of areas that we do not reach during the critical period is different in each version of the sowing structure. The lowest is in the corn-overweight scenario, followed by the low-corn scenario and the most (more than 10% of all sprays) in the average cropping pattern. The solution to this problem is clearly solved by the application of precision plant protection. Our tests also covered the case where we include the capacity of additional sprayers and service machines. With this solution, we can also eliminate capacity shortages, but its effectiveness in terms of plant organization, cost of ownership and maintenance costs is inferior to the benefits of using precision plant protection.

**Keywords:** plant protection, operation, mechanisation, efficiency, precision agriculture

## **KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS**

A kutatás VP3-16.1.1-4.1.5-4.2.1-4.2.2-8.1.1-8.2.1-8.3.1-8.5.1-8.5.2-8.6.1-17 kódszámú felhívásra, a „Precíziós növényvédelmi rendszerfejlesztés és hatékonyság vizsgálat” című pályázat keretében valósult meg.

## **IRODALOM**

*Dimitrievits Gy.*, (2016) A biztonságos védekezések előfeltétele: a permetezőgépek gondos felkészítése, Gödöllő

*Felföldi, J.* (2013): Növénytermesztési ágazatok vállalkozásszintű versenyképessége. In: Szűcs, I (eds.) Mezőgazdasági ágazatok gazdaságtana : Elméleti jegyzet. Debrecen, Hungary : Debreceni Egyetem. Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma pp. 114-124. , 11 p.

*Gerber G.*, (2011) Növényvédelemben használatos gépek megismerése, működésük, NSZFI

*Husti I.*, (2007) Műszaki- beruházási ismeretek Debreceni Egyetem

- Huzsvai L. et al* (2012): Optimális erőgép és munkagép-szükséglet meghatározása a növénytermesztésben (Visual Basic és R alkalmazások). Agrárinformatika 2012 Konferencia. CD kiadvány. Debrecen
- Kalmár, S -Salamon, L. - Reisinger, P.-Nagy, S* (2004): Possibilities to apply precision weed control in Hungary: (A precíziós gyomszabályozás üzemi alkalmazhatóságának vizsgálata) *Gazdálkodás* 48 : Suppl 8 pp. 88-94. , 7 p. (2004)
- Kalmár, S.* (2009): A precíziós gazdálkodás terjedésének vizsgálata. *Gazdálkodás* 53 : 6 pp. 611-613 , 3 p.
- Kalmár, S.* (2010): Farm business relations of precision plant production. *Acta Agronomica Óváriensis* 52 : 2 p. 67
- Popp J.-Szenderák J.- Fróna D.-Felföldi J.-Oláh J. és Harangi-Rákos M.* (2019): A Magyar mezőgazdaság teljesítménye 2004-2017 között. Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok 13 (3-4):9-20.
- Sulyok D.* (2015): A növényvédelem gépesítésének optimalizálása, KITE Zrt, Nádudvar
- Sulyok D. –Béres A.* (2014): A növényvédelem gépüzemeltetés technológiai kérdései, KITE Zrt, Nádudvar
- Szűcs, I-Farkasné Fekete, M.* (2008): Hatékonyság a mezőgazdaságban. Elmélet és gyakorlat. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Takács-György, K* (2008): Economic aspects of chemical reduction on farming: role of precision farming – will the production structure change. *Cereal Research Communications* 36 pp. 19-22. , 4 p. (2008)
- Teschner, G.-Kalmár, S.-Troján, Sz.* (2017): Munkaidő-felvételezés új utakon – Androidos környezetben és mobiltelefon applikációval. Magyar Regionális Tudományos társaság XV. Vándorgyűlés - Dualítások a regionális tudományban, Mosonmagyaróvár 2017.10.19-20., Country: Hungary,

*A szerzők levélcíme – Address of the corresponding authors:*

Dr. Sulyok Dénes

Debreceni Egyetem

4032 Debrecen Egyetem tér 1.

sulyok,denes@debrecenistudium.hu

Dr. Felföldi János

Debreceni Egyetem

4032 Debrecen Böszörményi út 138.

felfoldi.janos@econ.unideb.hu

Dr. Kovács Szilvia

Debreceni Egyetem

4032 Debrecen Böszörményi út 138.

szkovacs@agr.unideb.hu

Czakó Iván

Discovery Center Nonprofit KFT

2100 Gödöllő, Hársfa utca 1.

ivan,czako@agridron.hu