



CIRSIMUM ARVENSE ELLEN ALKALMAZOTT CÉLZOTT TARLÓKEZELÉS ÉRTÉKELÉSE

KUKORELLI G.^{1,2} – CZÍRIA K.³ – NAGY L.⁴ – CZEPŐ M.⁵

¹ Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvár Kar;

²HUN-REN-SZE Phato-Plant-Lab Kutatócsoport

³ Skymaps sro.

⁴ Bayer Hungária Kft.

⁵ Nyugalmazott fejlesztőmérnök, Bayer Hungária Kft.

ÖSSZEFOGLALÁS

A *Cirsium arvense* vegetatív szaporítóképleteivel szemben egy kimagaslóan hatékony eljárás, amikor a gyomnövényt gabonatarlón glifozát tartalmú herbiciddel kezeljük. A gyombiológiai tulajdonságai miatt a *C. arvense* ellen a célzott kezelés jól alkalmazható, mivel károsítása általában jól felismerhetően, foltszerűen mutatkozik táblán belül. Kísérletünket Mosonmagyaróváron, gabonatarlón a *C. arvense* foltszerű megjelenése mellett állítottuk be. A kísérletben alkalmazott kezelések a következők voltak: (1) Glifozát kezeletlen kontroll, de mechanikai talajművelésben részesített (2021. 09. 29.) (2.) Glifozát célzott kezelés a *C. arvense* ellen (2021. 08. 30), majd mechanikai talajművelésben részesített (2021. 09. 29.); (2.) Glifozát teljes felületkezelés (2021. 08. 30), majd mechanikai talajművelésben részesített (2021. 09. 29.). A *C. arvense* jelenlétét a permetezés végrehajtása előtt, multispektrális felvételt készítő drón, majd Cultiwise szoftver használatával határoztuk meg. A permetezést egy automatikus szakaszkezeléssel ellátott permetezővel (EGNOS korrekció) végeztük el úgy, hogy a *C. arvense* károsításának helyeit a kezelőfelület monitorba betöltöttük, és a permetező működtetését terv szerint, foltszerűen valósítottuk meg 2021. 08. 30-án.

Az értékelés során 7 db mintavételezési helyet jelöltünk meg kézi GPS eszköz használatával (1 db a glifozát kezeletlen kontroll, 3 db glifozát célzott kezelt, 3 db glifozát teljes felületkezelt területen), ahol a *C. arvense* ellen gyomirtó hatás értékelést végeztük el 2021. 09. 14-én a tarlón és 2022. 05. 13-án kukoricában.

A kísérleti eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a drónnal végzett gyomfelvételezés magas hatékonyságot produkált, a BBCH16-18 fejlettségű *C. arvense* az eszközzel és a Cultiwise szoftverrel, nagy pontossággal meghatározható tarlón. A kijuttatás EGNOS korrekció alkalmazásával megfelelő minőségben kivitelezhető volt, a kezelt területeken 2021. 09. 14-ei felvételezés idejére a gyomnövények teljes pusztulása bekövetkezett. A célzott kezelés alkalmazásával 69%-os megtakarítást értünk el. A 2022. 05.13-án végzett tavaszi értékelés alapján elmondható, hogy a glifozát herbicid a *C. arvense*

szaporítógyökerei ellen magas hatékonyságot (99% hatékonyság) produkált. Az évelő gyomnövényvel szemben a teljes és a célzott kezelés megegyező hatékonyságot nyújtott. Az eredmények alapján elmondható, hogy a célzott glifozát kezelés az évelők ellen, kombinálva a mechanikai gyomszabályozással a magról kelők ellen kiváló hatékonyságot képes biztosítani, jelentős növényvédőszer megtakarítás mellett, amivel a tarlókezelés költsége és a környezetterhelés jelentősen csökkenthető.

Kulcsszavak: precíziós gyomszabályozás, precíziós gyomfelvételezés, helyspecifikus permetezés, glifozát, *Cirsium arvense*

BEVEZETÉS, TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK

A Cirsium arvense elterjedése

A *Cirsium arvense* jelenleg egész Európában, Észak-Afrikában, Kis-Ázsiában, Közép-Ázsiában, és Japánban károsít, de megtelepedett Észak-Amerikában (beleértve Kanada), Dél-Afrikában, Új-Zélandon és Délkelet-Ausztráliában is (Skinner et al. 2000; Szabó 2011). Legnagyobb tömegben a nedves, erősen kötött ártéri- és réti agyagtalajokon van jelen. Valamennyi szántóföldi kultúránkban károsít. Ezen kívül legelőkön, ültetvényekben is gyomosít, sőt ruderális területeken is megtalálható (Solymosi-Madarász, 2005).

Magyarországon jelentős gyomnövénynek számít. Az Országos Gyomfelvételezések során mind az őszi búza mind a kukorica kultúrában folyamatosan az első 10 legjelentősebb gyomnövény (Novák et al., 2009) között szerepel. Pinke et al. 2021; Pinke et al. 2016 és Pinke – Karácsony 2010 által hazai regionális/országos viszonylatban végzett gyomfelvételezések eredményei szerint a napraforgó vetésekben (országos) az 5., a magtermő facélia (Kisalföld) 12., a szója vetések (országos) 7. legfontosabb gyomnövénye.

A Cirsium arvense vegetatív egyedfejlődése

A *C. arvense* G3 életformájú, szaporító gyökeres, évelő gyomnövény. Szántóföldi körülmények között a magról történő szaporodásának nincs jelentősége (Hunyadi-Kazinczi, 2000). A gyökérzet és a hajtás fejlődési ritmusa évszakos, a föld feletti részek az első talajmenti fagyok után elhalnak, ezzel szemben a talajban lévő részei viszont még kis mélységben is életben maradnak. A gyökérzet java része a talaj felső 20 cm-es részében található, de a talajban 6,75 m mélységbe is találtak már (Nadeau – Vanden Born, 1989; Rogers, 1928). A gyökérzet fejlődésében a fénynek nincs szerepe, tág hőmérsékleti határok között fejlődik. A gyökérzet fejlődésének hőmérsékleti optimuma 15-20 °C, de már 5 °C-on is mérhető gyökérművekedés (Solymosi-Madarász, 2005).

A Cirsium arvense elleni védekezés korlátai kultúrnövényvel fedett területen

A *C. arvense* egy erős kompetítor, nehezen irtható gyomnövény. Mivel a szántóterületeken az évelő formája található meg, így a preemergens talajherbicidek nem eredményeznek megfelelő hatást ellene, csak a levélherbicidek felhasználásától

várhatunk jó hatékonyságot. Alapvetően a gabonafélék és a kukorica kultúrnövény herbicides kezeléséhez megfelelő a szervélaszték, azonban több kultúrnövényben az ellene felhasználható hatékony levél herbicid hatóanyagok száma szűk (pl. pillangósok, szója, napraforgó) (URL1). Ennek eredményeképpen a *C. arvense* elleni kultúrnövény állományban történő védekezés mindig egy összetett feladat, ami úgy valósulhat meg, ha az integrált gyomszabályozás minden elemét felhasználjuk, mint a területválasztás, vetésváltás, talajelőkészítés, egyéb módszerek, amelyek mellett a kultúrnövény állományában végrehajtott vegyszeres védekezés tulajdonképpen egy kiegészítő technológiaként van jelen.

A kultúrnövény állományban alkalmazott mechanikai művelési eljárások hatékonysága, az erős gyökérrendszerrel rendelkező *C. arvense* ellen korlátozott. A sűrű vetésű gabonafélék termesztésekor az állományban végzett mechanikai védekezési lehetőség a gyomfésű alkalmazásával van. Jellemzően a gyomfésű a fiatal magról kelő kétszikű gyomnövényekkel szemben ad jó hatást, (Rasmussen et al., 2009; Machleb et al., 2018) az élő mezei acat elleni hatékonysága nem megfelelő (Melander et al., 2003). A mechanikai állomány művelési eljárások minden bizonnyal a kapás kultúrák körében nagyobb hatékonysággal alkalmazható a mezei acattal szemben. A műholdas helymeghatározás technológiák, és szenzorvezérelt sorközművelők fejlődésével a sorközművelés hatékonysága jelentősen megnőtt, alkalmazási területe kiszélesedett. (Kunz et al., 2015; Wilthshire et al., 2003)

A Cirsium arvense elleni védekezés kultúrnövénnyel nem fedett területen

A fent is említett okok miatt, elsősorban pl. napraforgó, szója, egyéb pillangósok kultúrnövények esetében a *C. arvense* elleni védekezésben jelentős szerepe van a tarlók – tehát kultúrnövény nélküli – területek hatékony kezelésének. Ez megvalósulhat mind csak mechanikai, mind mechanikai és vegyszeres módszerek kombinálásával.

A mechanikai védekezési módszerek közül az ismételt tarló művelés egy jól ismert módszer. A kalászosok betakarítását követően a gyökérrendszer feldarabolása és a gyomnövény hajtásra készítése az egyik fő módszer a *C. arvense* elleni védekezésnek, annak ellenére, hogy ennek a legoptimálisabb ideje a késő tavaszi időszak, mivel a szaporítógyökerek tartalék tápanyag szintje akkor a legalacsonyabb (Derscheid et al., 1961). Tanulmányok szerint minimum három tarlólöntés, művelés szükséges ahhoz, hogy értékelhető hatékonyság legyen kimutatható (Lukashyk, 2007). Melander et al (2012) a *C. arvense* 2-5 levélfejllettségénél 2 éven keresztül az első évben 4 a második évben 3 augusztus - október között végzett talajműveléssel 92%-al csökkentette a *C. arvense* biomasszáját a kísérlet végére. Hodgson (1968) 2 éves tanulmánya szerint nyári tarlóművelés esetén, 2-3 hetes időközönként (1. évben 7 alkalom, 2. évben 3 alkalom) a *C. arvense* ellen 100% hatékonyságot értek el a kísérlet végére.

A szántás és a *C. arvense* elleni védekezés között többen is kimutattak már összefüggést (Pekrun – Claupein, 2004). Melander et al. (2012) kísérletei alapján a márciusban végzett tavaszi szántás jobb eredményességet biztosított, mint a novemberi szántás. Brandsæter et al (2017) eredményei hasonlóak voltak, hogy a késő tavaszi (április vége) mélyszántás jobban csökkentette a *C. arvense* biomasszáját mint az októberi

őszi mélyszántás, azonban a késő tavaszi szántás egyéb agrotechnológiai vonatkozások miatt ritkán alkalmazandó. Ez valószínűleg a szaporító gyökerek tápelem tartalmával és éves változásával függ össze. Gruber - Claupein (2009) eredményei szerint a mély, 25 cm-es szántás jobb eredményt adott, mint a 15 cm-es szántás.

Az évelő gyomnövények, többek között a *C. arvense* ellen alkalmazott hatékony módszer, a tarlókezelés formájában végre hajtott vegyszeres védekezés, mely alkalmazásával tulajdonképpen a gyomnövény föld alatt lévő szaporító rügyeit/gyökereit pusztítjuk el.

A tarlókezelés során tulajdonképpen a mechanikai és vegyszeres védekezés kombinált alkalmazása történik meg. A technológia elsősorban gabona tarlón végezhető el, miszerint a betakarítás után a területeken tarlólántást szükséges elvégezni, ezzel a vegetatív szaporító képleteket feldaraboljuk, és az apikális dominancia megszűnésével a gyomnövényt hajtásra készítjük.

Az évelő gyomnövények, mint a *C. arvense* ellen a vegyszeres tarlókezelés alatt a tarlón végzett mechanikai és vegyszeres védekezés kombinált alkalmazását. A technológia elsősorban gabona tarlón végezhető el, miszerint a betakarítás után a területen tarlólántást szükséges elvégezni, ezzel a vegetatív szaporítóképleteket feldaraboljuk, és az apikális dominancia megszűnésével hajtásra készítjük. A *C. arvense* a fotoasszimiláták gyökérbe történő transzlokációját a rövidülő nappalok és a csökkenő hőmérséklet indukálja (Otzen – Koridon, 1970).. Mivel a glifozát (EPSP-enzim gátló; HRAC: G) a fotoasszimiláták mozgását követi (MacAllister R.S. – Harderlie L. C., 1985) az ekkor kijutatott glifozát tartalmú készítmények, a gyökérrendszerbe szállítódva annak jelentős károsodását okozzák, tudja okozni, ezáltal a következő évi hajtásszámát képes redukálni.

Saját vizsgálataink alapján az optimális glifozát vegyszeres védekezés időpontja augusztus 20-a után következik be. Kísérleteink során azonos területen tárgyév július 30., augusztus 21. és augusztus 28.-án végeztünk glifozát hatóanyagú herbiciddel permetezéseket. A három időzítés során a következő év májusi felvételezés megfigyelései alapján a gyökérrendszer károsodását a 07. 30-ai permetezés nem idézte elő, viszont a 08.21-én és 08.28-án végzett kezelés 99-100%-al csökkentette a *C. arvense* következő évi hajtását.

Több évben végzett glifozát permetezéseink tapasztalatai szerint a *C. arvense* következő évi hajtásképzését 95-100%-al csökkentette a következő időpontokban végzett permetezés: 2014. 08. 29; 2017. 08. 28, 2018. 08. 21, 2018. 08. 28, valamint hasonló eredményt kaptunk a 2017. 10. 16.-ai, tehát őszi glifozát kijuttatás eredményeképpen.

Kísérletünk során glifozát felszívódását a permetezés után 1; 4 és 7 nappal elvégzett talajművelés nem befolyásolta, ami annyit jelent, hogy gyakorlatilag a permetezés után, a zöld növényi részek rövid időn belül mechanikailag elpusztíthatóak, a herbicid gyökérrendszerbe történő transzlokálódása gyors és nincs összefüggésbe a zöld növényi részek pusztulásával (ami 2-3 hét). (Kukorelli G. - Czepó M., 2016; Kukorelli et al., 2019) Saját felvételezések során, hasonló, a *C. arvense* gyökérrendszerére gyakorolt tartós károsító hatást figyeltünk meg a repce posztemergens gyomirtásakor. A repce vetésben a *C. arvense* őszi károsítása volt megfigyelhető, majd az október 18-án aminopirialid + pikloram + klopivalid hatóanyaggal végzett gyomirtás során, a következő évben a *C. arvense* kelése a kezelt területeken nem volt megfigyelhető, tehát az aminopirialid +

pikloram + klopíralid kombináció a szaporító gyökérrendszerre is jelentős károsító hatást biztosított. Több forrás esetében is olvasható, hogy a *C. arvense* gyökérrendszerre pusztító hatással bírnak a szintetiukus auxin típusú klopíralid, aminopíralid, pikloram, dikamba herbicidek egyaránt. (Donald, 1993; Wilson et al., 2006; Kukorelli et al., 2019)

Gyomfelvételezésre alapozott herbicid kijuttatás

A GPS alapon történő gyommeghatározás már a '90-es évek elején elkezdődött (Nordmeyer- Niemann, 1992; Johnson et al., 1995), ennek jelentősége elsősorban azután nőtt meg, hogy a technológiai fejlesztések eredményeképpen lehetőség nyílt a permetezőgépek GPS alapon működő automatikus kezelésére (Ehsani et al., 2004).

A 2000-es évek elejétől mind a nemzetközi mind hazai viszonyok között elindultak a gyomfelvételezés alapján végzett gyomirtások módszereinek fejlesztése (Gerhards-Chroóistensen; 2003), hazai viszonyok között Reisinger et al. ért el jelentős eredményeket és növényvédőszer megtakarítást kézi gyomfelvételezés alkalmazásával (Reisinger-Nagy, 2002; Reisinger et al., 2001; Reisinger et al., 2012).

Nyugat-Európában a permetező eszközre szerelhető gyomfelismerő szenzorok fejlesztése 2000-es évek közepétől folyamatos piacon (Gerhards-Christensen, 2003; Peteinatos et al., 2014), mára már több termék is elérhető.

A permetezőre szerelhető szenzorok szűk keresztmetszete, azok jelentős beruházási költségei, ugyanis a permetezési magasságból kis területet képesek megfigyelni, így a nagy kerettségű permetezőkre jelentős beruházás 20-50 db szenzor felszerelése.

A drónok mezőgazdaságban történő megjelenése és alkalmazása új lehetőségeket nyitnak a mezőgazdasági monitoring, akár a gyomfelvételezés területén (Smuk, 2007). Egyes drónok már többcsatornás felvételező eszközökkel ellátottak, így az általuk készített képekből többféle vegetációs index is készíthető. A drónok előnye, hogy a kisebb üzemméret mellett is megtérülően beszerezhetők, megfelelő terület teljesítmény érhető el, egyes jellegzetes gyomnövények elterjedése a felvételek alapján jól meghatározható. Hátrányuk, hogy tapasztalataink szerint a fiatal gyomnövény példányok felvételeikből nem azonosíthatóak be.

Kísérletünkben célunk volt, hogy a nehezen irtható, évelő, foltszerűen károsító *C. arvense* ellen, drón felvételre alapozott célzott gyomirtási technológiát tudjunk megvalósítani. Az EU-ban a glifozát tartalmú herbicideknek 2023 decemberéig van engedélyük, az engedély meghosszabbításának tárgyalása folyamatos. A glifozát felhasználásának legnagyobb jelentősége kétségkívül az évelő gyomnövények vegetatív szaporítószerveivel szemben van. Kísérletünkkel célunk volt, hogy a glifozát felhasználását kizárólag az évelő gyomnövények jelenlétére redukáljuk, ezáltal demonstráljunk egy, az évelő gyomnövények ellen ténylegesen megvalósítható környezettudatos módszert.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A Kísérleti terület adatai

A kísérletet nagyüzemi körülmények között, Mosonmagyaróvár területén állítottuk be a *C. arvense* foltyszerű károsítása mellett. A kísérleti terület WGS koordinátái az alábbiak voltak: 47,896777; 17,253573. A kísérleti terület adatai: KA: 48; Humusz: 2,2%; pH: 7,2. A terület előveteménye 2020-ban facélia, 2021-ben őszi búza volt. A tarlókezelés (2021) évét követően pedig kukorica termesztése folyt. Az őszi búza betakarítása 2021.07.22.-én következett be, ezt követően a tarlón talajbolygatás nem történt.

Kísérleti kezelések

A kísérletben alkalmazott kezeléseket az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések (forrás: saját)

Table 1. Trial treatments

Kezelés sorsz.(1)	Kezelés elnevezés (2)	Dózis (3)	Mért. egys. (4)	Hatóanyag Dózis (5)	Hatóanyag mért. egys. (6)	Kezelés Kód (7)	Kezelés típus (8)	Kezelés terület nagyság (9)
1	Kezeletlen kontroll							225 m ²
1	Mechanikai talajművelés					C	teljes felület	
2	ROUNDUP MEGA	4	l/ha	1800	g/ha	A	célzott	5,98 ha
2	Mechanikai talajművelés					C	teljes felület	
3	ROUNDUP MEGA	4	l/ha	1800	g/ha	B	teljes felület	2,31 ha
3	Mechanikai talajművelés					C	teljes felület	

(1) Treatment number; (2) Treatment name; (3) Dose; (4) Volume; (5) Active ingredient dose; (6) volume; (7) Application code; (8) Application type; (9) Size of treatment

Az 1. táblázat szerint a területen alkalmazásra került egy 50 m hosszú, 4,5 m széles kezeletlen kontroll terület, ott, ahol a *C. arvense* fertőzése megfigyelhető volt. A 2. kezelés a Roundup Mega glifozát tartalmú herbicid, 1800 g ai/ha, tehát az élő gyomnövényekkel szemben alkalmazandó dózisának kijuttatása volt foltszerűen, kizárólag ott, ahol a *C. arvense* jelenléte a drón felvételezés szerint meghatározásra került (2. táblázat). A célzott kezelés végrehajtása a terület DK-i részén, 5,98 ha-on történt. A 3. kezelés a Roundup Mega szintén 1800 g ai/ha dózisban történő kijuttatása volt, ami abban tért el a 2. kezeléstől, hogy ebben az esetben teljes felületkezeléssel valósult meg a permetezés. A teljes felületkezelés megvalósítása a terület ÉNy-i részén történt, mérete 2,31 ha volt. A Roundup Mega kijuttatása ebben az esetben szintén 2021. 08. 30.-án. A

mechanikai védekezés a teljes területen (tehát célzott és teljes felületkezelt parcellákon) 2021.09.29-én valósult meg, hagyományos X típusú tárcsa alkalmazásával. A mechanikai védekezés az egész területen alkalmazásra került, idejére a vegyszeres védekezés hatása kifejeződött. A kijuttatások adatait a 2. táblázat mutatja, a kísérlet elrendezését az 1. ábra mutatja.

2. táblázat: A kijuttatás adatai (forrás: saját)

Table 2. Application data

	A	B	C
Kezelés dátuma	2021.08.30	2021.08.30	2021.09.29.
Kezelés ideje	8:00 de.	8:00	13:00
Felhő borítottság	5%	5%	0%
Levegő hőmérséklet (C):	21,5	21,5	17,2
Talaj hőmérséklet (C):	24	24	26
Relatív páratartalom (%):	44,3	44,3	49,3
Szélirány:	ÉNy	N W	Ny
Szélesség (km/h):	8	8	8
Levél felületi nedvesség:	Nem	Nem	Nem
Fúvóka típus:	Teejet AIXR	Teejet AIXR	
Fúvóka méret:	4	4	
Lémennyiség:	200 L/HA	200 L/HA	
Permetezési nyomás:	3 BAR	3 BAR	
Permetező sebesség (km/h):	8	8	
Permetezés típusa	célzott	Teljes felület	

Permetezés technikája

Az A kezelés kód volt a célzott kezelés, a B kezelés kód volt a teljes felületkezelés volt (1. és 2. táblázat). A permetező egy 18 m keretszélességű Hardi permetező volt, mely 4 szakaszra volt osztva, tehát 1 szakasz szélessége 4,5 m volt. A permetezőt vezérlő GPS rendszer AgLeader vezérlés alatt állt, a kezelő terminál egy Agleader Insight típusú eszköz volt.

A *C. arvense* jelenlétének felmérését drónnal a Skymaps sro. cég végezte. A DJI M600 PRO drónt Micasense Altum multispektrális kamerával látták el, hogy autonóm módon, előzetesen meghatározott útvonalon végezze el a légi felmérést. Az Altum kamera hat különböző frekvenciasávban képes 3.2 megapixel felbontású képeket rögzíteni, beleértve a kék (475 nm), zöld (560 nm), vörös (668 nm), vörös él (717 nm), közeli infravörös (840 nm), LWIR (11 µm) sávokat.

Ha a napfény intenzitása változik a felvételezés alatt, a növényekről visszavert fény is módosulhat, ami torzíthatja az adatokat. Emiatt az Altum kamera egy "napfény szenzort" is tartalmaz, amely a drón tetején található, és folyamatosan méri a fényviszonyokat. Ennek köszönhetően az Altum kamera különböző fénykörülmények között is alkalmazható, növelve a mérési eredmények pontosságát. A drón 60 méter magasságban repült, így 2.6 cm/pixel térbeli felbontású képeket készített.

A drón adatok értékelése a Cultiwise nevű szoftverrel kerültek kiértékelésre, miszerint a program automatikusan meghatározta és térinformatikai határvonallal rögzítette a *C. arvense* fertőzésének helyeit. A permetező rendszer EGNOS korrekció mellett volt működtetve, ezért, a *C. arvense* jelenlét észlelésekor 50 cm puffer zóna lett beállítva a határvonal leképzéséhez. A Cultiwise szoftverből a határvonalak shape kiterjesztésben kerültek letöltésre, majd SMS Basic szoftver használatával az Agleader Insight terminál számára olvasható formátumban (*.iby), mint a terület határvonala kiírásra, majd a terminálba beolvasásra került. A kezelőfelületen az automatikus szakaszkezelés beállításait a “határvonalon kívül nem permetez” funkcióra kerültek beállítva, mely alapján a határvonalon – tehát *C. arvense*-vel fertőzött területrészt - kívül eső szakaszokat a permetező automatikusan kikapcsolta.

Időjárási viszonyok

3. táblázat: Időjárás adatok 2021. augusztus és szeptemberben hónapban

Table 3. Weather data in August and September 2021

Év	2021.				Csapadék (mm)	Év	2021.			
	Hőmérséklet °C			Csapadék (mm)			Szeptember	Hőmérséklet °C		
Augusztus	közép	max	min			Nap		közép	max	min
1.	19,4	25,2	16,9	12,0	1.	17,0	22,1	14,4	0,0	
2.	20,1	25,8	15,5	0,0	2.	16,3	22,8	11,8	0,0	
3.	19,9	26,6	13,8	0,0	3.	15,9	24,5	8,2	0,0	
4.	19,2	24,1	14,6	6,0	4.	16,6	25,7	7,9	0,0	
5.	17,2	20,2	16,3	9,8	5.	17,1	25,5	9,4	0,0	
6.	19,2	24,3	14,1	0,0	6.	16,3	24,5	9,5	0,0	
7.	22,7	29,9	13,3	0,0	7.	15,3	23,9	7,6	0,0	
8.	21,3	25,9	18,0	0,0	8.	17,9	27,0	8,9	0,0	
9.	20,6	27,2	14,5	0,0	9.	19,4	27,3	9,0	0,0	
10.	23,3	29,9	16,5	0,0	10.	17,7	28,0	8,4	0,0	
11.	22,9	28,7	18,0	0,0	11.	16,8	27,5	8,0	0,0	
12.	22,4	29,4	14,4	0,0	12.	19,2	28,2	10,5	0,0	
13.	23,6	30,8	16,8	0,0	13.	19,7	28,2	12,9	0,0	
14.	25,0	33,3	17,2	0,0	14.	17,5	28,0	11,5	0,0	
15.	25,3	33,4	18,2	0,0	15.	21,4	29,9	14,0	0,0	
16.	23,8	32,4	17,1	5,5	16.	22,1	28,8	16,3	0,6	
17.	16,8	22,8	15,1	3,9	17.	17,5	22,1	15,5	50,2	
18.	17,0	22,3	12,7	0,0	18.	15,2	20,5	12,3	0,0	
19.	19,3	25,9	14,0	0,0	19.	14,0	19,3	10,9	0,0	
20.	20,7	27,8	13,9	0,0	20.	12,2	17,2	7,7	0,0	
21.	20,7	27,8	13,4	0,0	21.	13,2	18,1	9,5	0,0	
22.	21,6	29,8	14,6	0,5	22.	11,9	15,7	10,1	4,1	
23.	18,7	24,0	16,3	21,7	23.	14,8	20,9	8,1	0,0	
24.	17,4	23,0	15,3	0,0	24.	17,4	20,9	11,7	0,0	
25.	15,0	20,4	10,5	0,0	25.	17,9	25,6	10,7	0,0	
26.	14,4	21,0	9,1	2,2	26.	17,0	25,6	10,4	0,0	
27.	14,1	18,7	11,7	4,7	27.	15,2	24,3	9,8	29,3	
28.	14,3	19,8	8,5	3,0	28.	17,5	23,2	15,4	3,1	
29.	15,3	19,3	11,9	0,0	29.	13,6	17,3	9,1	2,9	
30.	16,1	22,6	10,0	0,0	30.	13,0	18,5	10,6	1,7	
31.	16,4	20,3	11,5	0,1						

Forrás: Varga Z.

A 2021, tehát a kezelés idején végzett időjárási adatokról elmondható, hogy a permetezés végzésekor, az azt negatívan befolyásoló időjárási körülmények nem alakultak ki. A mechanikai gyomszabályozás elvégzése előtt szeptemberben több

alkalommal volt mérhető jelentős mennyiségű csapadék, aminek eredményeképpen a talajmunka jó minőségben elvégezhető volt.

4. táblázat: Időjárás adatok 2022. április és május hónapban

Table 4. Weather data in April and May 2022

Év	2022.				Év	2022.			
Április	Hőmérséklet °C			Csapadék (mm)	Május	Hőmérséklet °C			Csapadék (mm)
Nap	közép	max	min		Nap	közép	max	min	
1.	4,2	9,6	3,0	1,4	1.	14,0	20,6	8,6	0,2
2.	2,1	4,5	0,7	1,8	2.	15,1	22,9	6,7	0,0
3.	2,7	6,1	0,1	0,4	3.	15,8	24,3	5,5	0,1
4.	4,0	9,0	-2,5	0,0	4.	15,5	24,7	8,2	16,8
5.	7,9	11,1	2,7	0,9	5.	17,5	24,1	10,6	0,0
6.	14,1	20,2	7,8	0,0	6.	16,4	20,7	12,0	0,0
7.	14,3	20,8	7,8	0,0	7.	15,7	21,2	13,2	16,0
8.	13,5	17,5	9,7	1,9	8.	16,7	22,5	12,8	0,1
9.	8,7	17,1	6,8	0,2	9.	16,8	23,7	12,1	0,1
10.	5,7	11,0	1,5	0,1	10.	17,0	24,4	9,2	0,0
11.	6,2	12,7	-1,8	0,0	11.	19,7	27,7	9,2	0,0
12.	9,7	17,6	0,4	0,0	12.	22,4	30,3	14,1	0,2
13.	13,0	20,2	3,2	0,0	13.	19,4	25,8	16,3	1,8
14.	14,6	22,5	4,8	0,0	14.	17,9	23,6	12,4	0,0
15.	12,8	20,0	6,3	2,2	15.	18,5	26,4	9,2	0,0
16.	8,9	14,6	7,9	0,0	16.	20,5	27,5	13,3	0,0
17.	7,8	13,6	1,6	0,0	17.	18,0	22,5	16,7	0,6
18.	7,6	13,6	-0,4	0,0	18.	15,7	21,4	9,6	0,0
19.	6,7	10,2	4,6	1,4	19.	17,4	25,9	5,7	0,0
20.	7,6	14,4	1,4	0,0	20.	21,3	29,8	10,7	0,0
21.	10,1	17,9	1,1	0,0	21.	21,3	26,6	17,6	8,6
22.	9,4	13,7	6,1	0,3	22.	17,8	23,0	13,4	0,0
23.	11,7	15,8	7,9	1,3	23.	17,8	23,8	10,8	0,0
24.	15,2	21,4	10,4	0,0	24.	18,5	23,5	15,4	5,4
25.	12,6	19,0	6,9	0,0	25.	16,9	22,9	15,3	1,3
26.	11,7	17,0	3,8	3,5	26.	18,7	25,1	10,2	0,0
27.	10,1	14,4	8,5	3,5	27.	20,9	28,4	14,2	0,0
28.	12,8	19,5	6,7	0,0	28.	16,3	24,1	13,7	0,0
29.	12,3	20,1	3,8	0,0	29.	13,2	19,0	7,0	0,0
30.	13,5	22,1	3,4	0,0	30.	15,1	20,2	9,4	0,0
					31.	17,8	25,0	8,8	0,0

Forrás: Varga Z.

A 2022 tavaszi időjárásról elmondható, hogy áprilisban száraz körülmények domináltak alacsony hőmérséklet mellett. Ennek eredményeképpen a *C. arvense* hajtása a kukorica vetése előtt nem volt megfigyelhető, ezért a szaporítógyökérre kifejett herbicid hatás értékelése a kukorica állományban, májusban történt meg.

Értékelés módszere

A kísérletben gyomirtó hatás értékelést alkalmaztunk, melyhez az alábbi EPPO útmutatókat használtuk fel:

PP 1/50(4)	Weeds in maize
PP 1/152(3)	Design and analysis of efficacy evaluation trials
PP 1/181(3)	Conduct and reporting of efficacy evaluation trials including GEP
PP 1/135(3)	Phytotoxicity assessment
PP 1/239(2)	Dose expression for plant protection products

(URL2)

Az évelő *C. arvense* gyomnövény elleni gyomirtó hatás értékelése céljából 1 db gyomirtatlan kontroll területet hagytunk a kísérletben, melyhez az adott évi kijuttatás levélhatását, illetve a következő évben (2022) a vegetatív szaporítórendszerre gyakorolt hatást hasonlítani tudtuk.

A kísérleti terület értékeléséhez 7 mintavételezési pontot jelöltük ki az alábbiak szerint:

- 1 db a herbicid kezeletlen kontroll
- 3 db a célzott kezelésben részesített területeken
- 3 db a teljes felületkezelési területen

A mintavételezési pontokat kézi GPS használatával jelöltük meg és kerestük fel (2. ábra).

Értékelés ideje

2021. 08. 30. (permetezés napja): gyom borítottság %; gyom db/m²; megtakarítás értékelés

2021. 09. 14. (14 nappal a permetezés után) – gyom db/m²; gyom borítottság %; gyomirtó hatás % (0%=hatástalan; 100%=teljes gyompusztulás)

2022. 05. 13. (tavaszi értékelés): gyom db/m²; gyom borítottság %; gyomirtó hatás % (0%=hatástalan; 100%=teljes gyompusztulás)

Ezen kívül szemrevételezéssel megbecsültük a drón alapú felvételezés pontosságát.



2. és 3. kezelés elhelyezkedése. Piros: a célzott kijuttatás kezelési térképe. Az értékelési helyek elhelyezkedése (1=kezeletlen kontroll; 2, 3 és 4=célzott kezelt terület; 5, 6 és 7= teljes felületkezelt terület) (forrás: saját)
 Location of the 2nd and 3rd treatments. Red: Target sprayed area. Locations of assessment places (1=UTC; 2, 3 and 4: target sprayed area; 5, 6 and 7=broadcast sprayed area)
 Forrás: saját eredmények

*1. ábra: A kísérleti terület kialakítása:
 Figure 1. Arrangement of the trial area*

EREDMÉNYEK

Cirsium arvense elleni gyomirtó hatás értékelése 2021 őszén

Az 5. táblázat adatai szerint a felvételezési pontokon a *C. arvense* magas 30-45 db/m² értékben volt jelen a területe. A kezelés kivitelezésekor a *C. arvense* BBCH 18-19 fejlettséget ért el.

5. táblázat: Gyomfelvételezés eredményei a kezelés napján 2021. 08. 30.

Table 5. Weed survey at time of application on 30th of August 2021

Mintavételi hely azon. (1)	WGS koordináta (2)		Mintavételi hely típusa (3)	<i>Cirsium arvense</i>	
	Longitude	Latitude		BBCH 18-19	
				Db/m2 (4)	Bor. % (5)
1	17,254784	47,897285	kezeletlen (UTC)	31	35
2	17,254104	47,898915	CK*	35	42
3	17,254314	47,897633	CK *	23	35
4	17,252857	47,899199	CK *	17	20
5	17,253062	47,900794	TF**	29	32
6	17,251681	47,900942	TF **	12	15
7	17,252602	47,901017	TF **	10	10

* CK=Célzott kijuttatás (target spraying); **TF=Teljes felületkezelés (broadcast spraying)

(1) ID number of assessment place; (2) WGS coordinate; (3) type of assessment place; (4) plant/m2; (5) Cover %

Forrás: saját eredmények

6. táblázat: Gyomfelvételezés és gyomirtó hatás eredményei 14 nappal a kezelés után, 2021. 09. 14

Table 6. Weed survey and weed control assessment 14 days after the application on 14th of September 2021

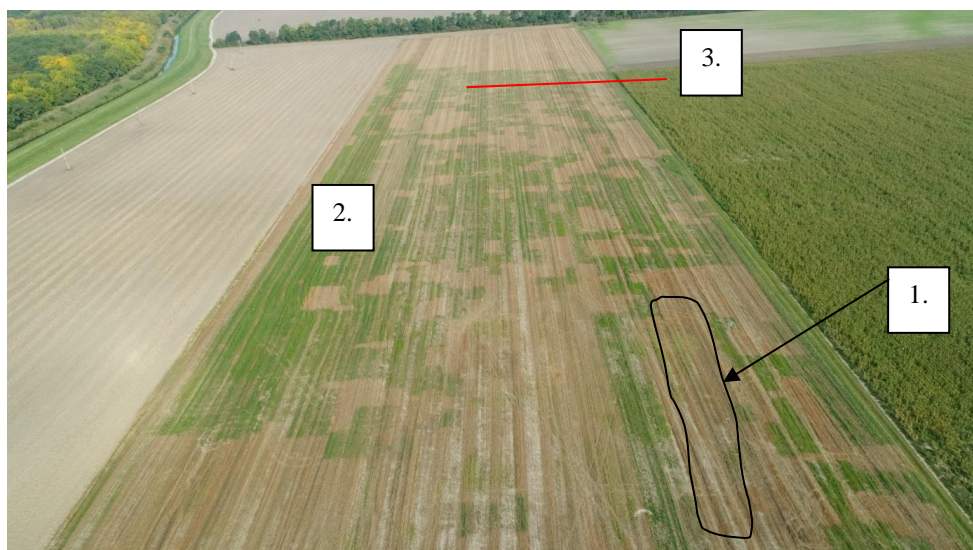
Mintavételi hely azon. (1)	WGS koordináta (2)		Mintavételi hely típusa (3)	<i>Cirsium arvense</i>		
	Longitude	Latitude		BBCH 19		
				Db/m2 (4)	Bor. % (5)	Hat. % (6)
1	17,254784	47,897285	kezeletlen (UTC)	33	41	0
2	17,254104	47,898915	CK*	0	0	100
3	17,254314	47,897633	CK *	1	1	99
4	17,252857	47,899199	CK *	0	0	100
5	17,253062	47,900794	TF**	1	1	99
6	17,251681	47,900942	TF **	0	0	100
7	17,252602	47,901017	TF **	0	0	100

* CK=Célzott kijuttatás (target spraying); **TF=Teljes felületkezelés (broadcast spraying)

(1) ID number of assessment place; (2) WGS coordinate; (3) type of assessment place; (4) plant/m2; (5) Cover %; (6) Weed control %

Forrás: saját eredmények

Az eredmények alapján elmondható, hogy a Roundup Mega 1800 g ai/ha dózisban 2 héttel a kijuttatás után a kezelt területeken teljes gyompusztító hatást váltott ki (6. táblázat). Tehát a gyomirtó szer levélen keresztüli hatása magas 99-100% volt. Néhány esetben volt tapasztalható, hogy a mintavételezési területen 1-1 *C. arvense* példány új hajtása következett be. A képek jól szemléltetik a teljes felületkezelés és a célzott kezelés közötti különbséget. A célzott kezelés megvalósulása során a nem kezelt területeken a gyomnövények károsodása nem következett be, így ezen területek és a kezelt területek a felvételek szerint is jól elkülönültek egymástól (2. ábra). A 2. ábrán a piros vonal alatti rész a célzott kijuttatás eredménye, a piros vonal feletti rész a teljes felületkezelés eredménye.



2. ábra. A kísérleti terület 2021. 09. 14.- én. 1: kezeltlen kontroll; 2: 2. kezelés (célzott permetezés); 3: 3. kezelés (teljes felületpermetezés)

Figure 2. Trial area on 14th September 2021. 1: UTC; 2: 2nd treatment (target spraying); 3: 3rd treatment (broadcast spraying)

Forrás: saját eredmények

Cirsium arvense elleni gyomirtó hatás értékelése 2022 tavaszán

A glifozát tartalmú készítmények tarlón keresztül történő felhasználásának legnagyobb jelentősége, hogy az élők gyomnövények föld alatt lévő rügyeit is képes elpusztítani. Ennek értékelése céljából, a 2021 augusztusában megjelölt mintavételezési pontok ismét felkeresésre kerültek a kultúrnövény/kukorica vetését követően.

A 2021 és 2022-ben alkalmazott agrotechnikai műveletek a következők voltak: 2021. 09. 29-én területen tárcsa alkalmazásával a célzott kezelés során nem kezelt területeken a zöld növényi részek mechanikai úton elpusztításra kerültek, 2021. 11. 25-én a területen

szántás került alkalmazásra, ami 2022. 03. 19-én simító + henger gépkapcsolattal elmunkálásra került. A kukorica magágyelőkészítésére 2022. 04. 11-én, vetésére 2022. 04. 16-án került sor.

A kezeletlen területen a *C. arvense* magas fertőzése volt tapasztalható. A tavasszal végzett gyomfelvételezés értékelés során, a kezelések *C. arvense* elleni nagyfokú hatékonyságáról tudunk beszámolni. Mind a célzott kezelt területeken, mind a teljes felületkezelés során a *C. arvense* hajtása a teljes terület vonatkozásában nem volt megfigyelhető. A kezelt és kezeletlen (1. mintavételi pont) területen a különbség egyértelműen látható volt (6. táblázat).

6. táblázat. Gyomfelvételezés és gyomirtó hatás értékelés 2022. 05. 13.-án

Table 6. Weed survey and weed control assessment on 13rd of May 2022.

Mintavételi hely azon. (1)	WGS koordináta (2)		Mintavételi hely típusa (3)	<i>Cirsium arvense</i>		
	Longitude	Latitude		BBCH 16-19		
				Db/m2 (4)	Bor. % (5)	Hat. % (6)
1	17,254784	47,897285	kezeletlen (UTC)	33	41	0
2	17,254104	47,898915	CK*	0	0	100
3	17,254314	47,897633	CK *	1	1	99
4	17,252857	47,899199	CK *	0	0	100
5	17,253062	47,900794	TF**	1	1	99
6	17,251681	47,900942	TF **	0	0	100
7	17,252602	47,901017	TF **	0	0	100

* CK=Célzott kijuttatás (target spraying); **TF=Teljes felületkezelés (broadcast spraying)

(1) ID number of assessment place; (2) WGS coordinate; (3) type of assessment place; (4) plant/m2; (5) Cover %; (6) Weed control %

Forrás: saját eredmények

Megtakarítás értékelés

7. táblázat. Kezelt terület nagysága, és a megtakarítás meghatározása a 2. kezelés (célzott kijuttatás) esetében

Table 7. Size of treated area, and determination of saving in terms of the 2nd treatment (target spraying)

	Terület (ha) (1)	Dózis (2)	Felhasznált Roundup Mega (l) (3)
2. kezelés kísérleti terület (4)	5,98		
Évelők ellen kezelt terület (5)	1,85	4	7,4
Egyévesek ellen kezelt terület (6)	0	0	0

% Roundup Mega-val kezelt terület (7) 30,94

% Megtakarítás (8) 69,06

(1): Area size (ha); (2) Dose; (3) Used Roundup Mega in litre; (4) Trial are of 2nd treatment; (5) Treated area against perennials; (6) Treated area against annuals; (7) Roundup Mega treated area in %; (8) Saving in %
 Forrás: saját eredmények

A célzott kezelésben részesített terület teljes nagysága 5,98 ha volt. Erre 23,921 liter Roundup Mega gyomirtó szert kellett volna felhasználni teljes felületkezelés alkalmazása során. A 7. táblázat adatai szerint a célzott kezelésben részesített terület nagysága 1,85 hektár volt, így 4,13 hektár permetezése nem történt meg. Összesen 7,41 liter Roundup Mega került felhasználásra. Ez alapján 30,94% részesült herbicid kezelésben, ami alapján a megtakarítás 69,06%-os volt.

Drón felvételezés pontossága

A drónra alapozott *C. arvense* jelenlét meghatározás nagyfokú pontosságát tudtuk megfigyelni. A célzott kezelésben részesített területen kezeletlen *C. arvense* foltokat nem tudunk feljegyezni a 2021 őszen és 2022 tavaszán végzett gyomfelvételezés során. A területen kis számban a *Sonchus asper* jelenléte is megfigyelhető volt. A *Sonchus asper* tölevélrózsás állapotban a *C. arvense*-hez hasonló alaktani tulajdonságokkal rendelkezik, így a drón felvételezés ezen gyomnövény jelenlétét is *C. arvense* jelenlétének azonosította. A *S. asper* kis példányszáma miatt ez nem befolyásolta a kísérlet eredményeit.

KÖVETKEZTETÉSEK

Gyombiológiai tulajdonságai alapján a *C. arvense* kifejezetten alkalmas célzott kezelés végre hajtására, mivel károsítása általában foltszerűen mutatkozik táblán belül. A tarlókezelés során a tarlón a magról kelő gyomnövények/árvakelés és az évelő *C. arvense* együttes károsítása figyelhető meg, így a tarlókon szelektív gyomfelvételezést szükséges végezni, tehát a *C. arvense* levélmorfológia/egyéb tulajdonságai alapján a drón képekről

meghatározni szükséges. A kísérleti eredmények alapján elmondható, hogy a drón felvételezés alapján a BBCH 16-18 fejlettségű *C. arvense* már nagy pontossággal meghatározható.

A jelenleg, már gyakorlatban széles körben alkalmazott permetezők, melyek egy egyszerű szakaszkezelési műveletet kezelni képesek, alkalmasak a célzott kezelések elvégzésére. Gyártónként nem tanulmányoztuk, de valószínűsíthető, hogy a legtöbb gyártó kezelőfelülete a határvonal kezelésére, és a határvonalon kívüli permetezés automatikus kiiktatására alkalmas. A technológia így egyszerűsített formában jól alkalmazható, a kezelőfelületeknek tulajdonképpen a gyomnövényvel határolt, tehát permetezni kívánt terület részei, mint a terület határvonala kerülnek a beolvasásra. Az automatikus szakaszkezelési funkcióban pedig a határvonalon kívül nem permetez parancs beállítását követően a permetező a szakaszokat működtetve fogja a meghatározott területet kezelni.

A kísérleti eredményekből megállapítható, hogy, egy EGNOS korrekcióval ellátott kézi vezetésű permetező gép is alkalmas jelentő megtakarítás, és minőségi célzott kijuttatás elvégzésére, tehát ahhoz, hogy célzott permetezést hajtsunk végre nem szükséges a költséges robotpilóta rendszer és az RTK korrekció beszerzése. Ugyanis, a kijuttatási tervet készítő szoftverben (jelen esetben: Cultiwise), a kezelni kívánt célfelület meghatározásakor be lehet állítani egy puffert zónát, amihez az EGNOS általános visszatérési hibáját, az 50 cm-t alkalmaztuk, így gyakorlatilag kezelés nélküli *C. arvense* példányokat nem tudunk azonosítani a kísérleti területen. A kísérleti eredmények alapján így a kijuttatás nagy pontosságú, amellel jelentős megtakarítást értünk el.

A glifozát herbicid évelők/*C. arvense* vegetatív szervei elleni nagyfokú hatékonysága jól ismert, ami a jelen dolgozatban is megerősítésre került. A glifozát évelők elleni felhasználásának jelentősége kiemelkedő, mivel ilyen hatást csak több éves, többszöri talajműveléssel/vagy takarónövény + talajművelés kombinálásával, vagy egyéb több éven keresztül alkalmazott, költséges agrotechnikával lehet elérni. (Mealnder et al., 2012; Hodgson, 1968, Thomsen et al., 2015).

Jelen tanulmányban alkalmazott technológia az évelő és egyéves gyomnövényekkel szemben kifejezetten hatékony megoldásnak mutatkozott, mellyel egy, szemrevételezéssel *C. arvense*-vel erősen fertőzött területen is közel 70%-os megtakarítást eredményezett úgy, hogy a hatékonyság a teljes felületkezeléses technológiához képest semmilyen módon nem tért el. Korábbi tapasztalataink alapján (Kukorelli-Czepó, 2018) a glifozát kijuttatást követő 1 nap múlva végzett mechanikai művelés már nem befolyásolja a glifozát szaporító gyökérre gyakorolt hatását, ezáltal a permetezés és mechanikai művelés egymáshoz közelebb eső időpontokban is elvégezhető, a permetezett gyomnövények föld feletti részeinek pusztulását sem szükséges megvárni. A kísérletben a permetezés és mechanikai művelés között 30 nap különbség, a kijuttatás értékelése miatt volt fenntartva.

A tanulmányban bemutatott technológia jól tükrözi, hogy a *C. arvense* foltszerű jelenléte jól detektálható tarlón. Így, amennyiben a glifozát az évelő gyomnövényekkel szembeni felhasználását megőrzi, tulajdonképpen annak megvalósítására már képes lesz a gyakorlat, jelentős beruházás megvalósítása nélkül.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

This project has received funding from the HUN-REN Hungarian Research Network.

EVALUATION OF TARGETED STUBBLE APPLICATION AGAINST *CIRSIUM ARVENSE*

KUKORELLI G.^{1,2} – CZÍRIA K.³ – NAGY L.⁴ – CZEPÓ M.⁵

¹ Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvár Kar

² HUN-REN-SZE PhatoPlant-Lab Research Group

³ Skymaps sro.

⁴ Bayer Hungária Kft.

⁵ Retired development agronomist, Bayer Hungária Kft.

ABSTRACT

The stubble application of glyphosate is a very effective weed control method against the root system of the difficult to control weed, *Cirsium arvense*. Based on the biological properties, infestation of *C. arvense* happens in well detectable spots, which gives good opportunity for targeted precision spray based on weed mapping.

The trial was conducted in Mosonmagyaróvár, in a winter wheat stubble with spot-infestation of *C. arvense*. There were three treatments in the trial: (1) Untreated with mechanical cultivation (29-09-2021); (2) Targeted application of glyphosate against *C. arvense* (30-08-2021) and mechanical soil cultivation (29-09-2021). (3) Broadcast treatment against *C. arvense* (30-08-2021) and subsequent mechanical soil cultivation (29-09-2021).

Shortly before the application the *C. arvense* distribution map was prepared based on drone mounted multispectral camera photos and Cultiwise software data processing. The targeted spraying was carried out by an automated boom section controlled field sprayer (with EGNOS correction) only in the spots infested by *C. arvense* on 30 August 2021.

The assessment was carried out as follows: 7 sample points - 1 in the untreated area; 3 in the glyphosate target sprayed plot and 3 in glyphosate broadcast treated plot - were recorded with manual GPS; where the efficacy against *C. arvense* was evaluated on 14-09-2021 (in stubble) and on 13-05-2022 (in the subsequent crop, corn).

Based on the results of the trial it can be concluded that weed mapping by drone mounted cameras and the Cultiwise software was of high accuracy at BBCH 16-18 growth stage of *C. arvense* on stubble. The targeted spraying could be done in high quality with EGNOS correction, the full control of the treated weeds registered on 14-09-2021. The targeted application resulted in high, 69% herbicide saving. Based on the assessment on 13-05-2022, glyphosate provided high efficacy against the root system of *C. arvense* (99% control) compared to untreated. The targeted spraying (trt. 2.) gave the same efficacy against *C. arvense* as the broadcast application (trt. 3.). The targeted

spraying against perennials combined with mechanical control of annuals could give high efficacy against perennials and annuals, resulted in saving significant volume of herbicide and reduction of cost as well as ecological impact.

Kulcsszavak: precision weed management, precision weed mapping; targeted spraying, *Cirsium arvense*, glyphosate

IRODALOMJEGYZÉK

Brandsæter, L.O. – Mangerud, K. – Helgheim, M. – Berge, T. W. (2017): Control of perennial weeds in spring cereals through stubble cultivation and mouldboard ploughing during autumn or spring. *Crop Protection*, 2017, 98:16–23 pp.

Derscheid, L. A. - Nash, R. L. - Wicks, G. A. (1961): Thistle control with cultivation, cropping and chemicals. *Weeds*, 1961, 9: 90–102. pp.

Donald, W. W. (1993): Retreatment with Fall-Applied Herbicides for Canada Thistle (*Cirsium arvense*) Control. *Weed Science*, 1993, 4 (3): 434-440 pp.

Ehsani, M.R. - Sullivan, M. D. – Zimmerman, T. (2004): Field Evaluation of the Percentage of Overlap for Crop Protection Inputs with a Foam Marker System Using Real-Time Kinematic (RTK) GPS. Institute of Navigation (ION) 60th Annual Meeting, Dayton, Ohio.

Gerhards, R. - Christensen, S. (2003): Real-time weed detection, decision making and patch spraying in maize, sugarbeet, winter wheat and winter barley. *Weed research*; 2003, 43 (6): 385-392 pp.

Gruber, S. – Claupein, W. (2009): Effect of tillage intensity on weed infestation in organic farming. *Soil Tillage Research*, 2009, 105:104–111 pp.

Hodgson, J. M. (1968): The nature, ecology and control of Canada thistle. *Technical Bulletin. United States Department of Agriculture*, 1968, 1382: 32 pp.

Hunyadi K. – Kazinczi G. (2000): A gyomnövények szaporodásbiológiája. In: Hunyadi K. – Béres I. – Kazinczi G. (szerk.): *Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia*, 2000: 251-279 pp.

Johnson, G. A. - Mortensen, D. A. – Martin, A. R. (1995): A simulation of herbicide use based on weed spatial distribution. *Weed Research*; 1995, 35 (3) 197-205 pp.

Kukorelli G. - Czepó M. (2018): A glifozát kezelés után közvetlenül alkalmazott talajművelés hatása évelő és magról kelő gyomnövények ellen. 62. Növényvédelmi Tudományos Napok Budapest, Magyarország : Magyar Növényvédelmi Társaság, (2016): 69 pp.

Kukorelli G. – Gracza L. – Lang B. – Czepó M. (2019): Esetleges allelopatikus hatás vizsgálata kelés előtti glifozát alkalmazást követően napraforgóban és repcében. 65. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2018

Kunz, C. – Weber, J. F. – Gerhards, R. (2015): Benefits of precision farming technologies for mechanical weed control in soybean and sugarbeet—comparison of precision hoeing with conventional mechanical weed control. *Agronomy*, 2015, 5: 130–142 pp.

Lukashyk, P. – Berg, M. – Köpke, U. (2007): Strategies to control Canada thistle

- (*Cirsium arvense*) under organic farming conditions. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2007, 23(1):13–18 pp.
- MacAllister, R.S. – Harderlie, L. C. (1985): Translocation of ¹⁴C-glyphosate and ¹⁴CO₂-labeled photoassimilates in Canada thistle (*Cirsium arvense*). *Weed Science*, 1985, 33: 153-159 pp.
- Machleb, J. - Kollenda, B. - Peteinatos, G.G. - Gerhards, R. (2018): Adjustment of Weed Hoeing to Narrowly Spaced Cereals. *Agriculture*, 2018, 8: 54 pp.
- Melander, B. – Cirujeda, A. – Jørgensen, M. H. (2003): Effects of inter-row hoeing and fertilizer placement on weed growth and yield of winter wheat. *Weed Research*, 2003, 43:428–438 pp.
- Melander, B. – Holst, N. – Rasmussen, I. A. – Hansen, P. K. (2012): Direct control of perennial weeds between crops—implications for organic farming. *Crop Protection*, 2012, 40: 36–42 pp.
- Nadeau, L. B. - Vanden Born, W. H. (1989): The root system of Canada thistle. *Canadian Journal of Plant Science*, 1989, 69: 1199–1206 pp.
- Nordmeyer, H. - Niemann, P. (1992); Herbicide application based on weed patches and soil variability. *Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 1992, 3: 539-547 pp.
- Novák R. - Dancza I. - Szentey L. - Karamán J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. Ötödik országos szántóföldi gyomfelvételezés (2007-2008). FVM, Budapest.
- Otzen, D. – Koridon, A. H. (1970): Seasonal fluctuations of organic food reserves in underground parts of *Cirsium arvense* (L) Scop and *Tussilago farfara* L. *Acta Botanica Neerlandica*, 1970, 19 (4): 502 pp.
- Pekrun, C. – Claupein, W. (2004): The effect of stubble tillage and primary tillage for weed population dynamics of Canada thistle (*Cirsium arvense*) in organic farming. *Journal of Plant Diseases and Protection Special Issue*, 2004, 19:483–490 pp.
- Peteinatos, G. G. - Weis, M. - Andújar, D. - Ayala, V. R. - Gerhards, R. (2014): Potential use of ground-based sensor technologies for weed detection. *Pest Management Science*, 2014, 70 (2): 190-199 pp.
- Pinke Gy. – Blazsek K. – Nagy K. – Karácsony P. – Magyar L. (2016): Magyarországi szójavetések gyomviszonyai. *Növényvédelem*, 2016, 77 (52): 75-82.
- Pinke Gy. – Karácsony P. (2010): Napraforgóvetéseink gyomnövényzetének vizsgálata. *Növényvédelem* 46 (9): 425-429.
- Pinke Gy. – Papp V. – Majdán T. – Dunai É. – Kukorelli G. (2021): Vetőmag-előállító facéliavetések gyomviszonyai a Kisalföldön. *Növényvédelem* 2021: 82. 11: 475-482.
- Rasmussen, J. - Nielsen, H.H. - Gundersen, H (2009): Tolerance and Selectivity of Cereal Species and Cultivars to Postemergence Weed Harrowing. *Weed Science*, 2009, 57: 338–345 pp.
- Reisinger, P. – Farkas, B. – Kukorelli G. (2012): Precision weed control with Axial One herbicide in winter wheat. *Magyar Gyomkutató és Technológia*, 2012m 13 (2): 63-74 pp.

- Reisinger, P. - Kőmíves, T. - Lajos, M. - Lajos, K. – Nagy, S. (2001): Veszélyes gyomfajok táblán belüli elterjedésének térképi ábrázolása a GPS segítségével. Magyar gyomkutatás és technológia, 2001, 2 (2): 25-33 pp.
- Reisinger, P. – Nagy S. (2002): Helyspecifikus gyomirtási technológia tervezése kukoricában GPS-el megjelölt gyomfelvételezési mintaterek alapján. Magyar Gyomkutatás és Technológia, 2002, 3 (1): 45-54 pp.
- Rogers, C. F. (1928): Canada thistle and Russian knapweed and their control. Colorado Agricultural Experiment Station. Bulletin 348.
- Skinner, K. – Smith, L. – Rice, P. (2000): Using noxious weed lists to prioritize targets for developing weed management strategies. Weed Science 48: 640-644 pp.
- Smuk N. (2017): Precíziós növénytermesztési módszerek elemzése. PhD értekezés
- Solymosi – Madarász (2005): Mezei acat (*Cirsium arvense*). In: Benécsné B. G. (szerk.): Veszélyes 48; Agrofórum Kiadó, 2005: 181- 188 pp.
- Szabó K. (2011): A *Cirsium arvense* (L.) Scop. biológiája és ökológiája I. Magyar Gyomkutatás és Technológia, 2011, 12. (2): 24-39 pp.
- Thomsen, M.G. – Mangerud, K. – Riley, H. – Brandsæter, L. O. (2015): Method, timing and duration of bare fallow for the control of *Cirsium arvense* and other creeping perennials. Crop Protection, 2015, 77: 31–37 pp.
- Wilson, R. G. – Martin, A. R. - Kachman, S. D. (2006): Seasonal Changes in Carbohydrates in the Root of Canada thistle (*Cirsium arvense*) and the Disruption of these Changes by Herbicides. Weed Technology, 2006, 20 (1): 242-248 pp.
- Wiltshire, J. J. – Tillett, N. D. – Hague, T. (2003): Agronomic evaluation of precise mechanical hoeing and chemical weed control in sugar beet. Weed Research, 2003, 43 (4): 236–244 pp.
- URL1: <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>
 URL2: www.epo.int

A szerzők címe – Adress of the authors:

Kukorelli G.
 Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvár Kar
 9200 Mosonmagyaróvár Vár Tér2.
 HUN-REN-SZE PhatoPlant-Lab Kutatócsoport
 1052 Budapest, Piarista utca 4.
 kukorelli.gabor@sze.hu

Czíria K.
 Skymaps sro.
 Czech Republic
 602 00 Brno, Botanická 834/56
 cziria@skymaps.cz

Nagy L.

Bayer Hungária Kft.

1117 Budapest, Dombóvári út 26.

lajos.nagy@bayer.com

Czepó M.

nyugalmazott fejlesztőmérnök

Bayer Hungária Kft.

1117 Budapest, Dombóvári út 26.

mczepo@gmail.com