

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár
Növényvédelmi Tanszék

Doktori Iskola vezető
Prof. Dr. Kuroli Géza
az MTA doktora

Alprogramvezető
Prof. Dr. Kuroli Géza
az MTA doktora

Témavezető
Prof. Dr. Reisinger Péter
a mezőgazdasági tudomány kandidátusa

**A gyomfelvételezési módszerek fejlesztése a
precíziós gyomszabályozás tervezéséhez**

Készítette:
Nagy Sándor

Mosonmagyaróvár
2004

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉS

A XX. század utolsó évtizedei óta a Föld népességének folyamatosan gyorsuló növekedésével szemben a mezőgazdaságilag művelt területek egyre nagyobb arányú csökkenése figyelhető meg. Ezzel párhuzamosan a fokozódó környezetvédelmi elvárások és a mezőgazdaság fenntartható fejlődésének új technológiák kifejlesztését követelték meg.

Az 1990-es években az USA-ból a térinformatika, a műholdas helymeghatározás, valamint a hardver- és szoftvertechnológia fejlődése által elinduló precíziós növénytermesztés és növényvédelem irányzata a fent említett problémákra egy megoldási lehetőséget kínál.

A precíziós növényvédelmi kezelések célja, hogy csak az indokolt helyen és lehetőleg az optimális peszticid kombinációval és dózissal védekezzünk. Ennek megfelelően a gyomszabályozás során a táblán csak ott védekezzünk, ahol a gyomfajok ténylegesen előfordulnak.

A nem valós idejű foltkezelések tervezéséhez és végrehajtásához ismerni kell a károsítók (gyomok) pontos elterjedését, amely táblaszintű térképezést igényel.

A növénytermesztési és növényvédelmi gyakorlatban régóta ismert tény, hogy a mezőgazdasági táblákon a károsítók elterjedése gyakran heterogén (nem megváltoztatható tényező), sokszor foltszerű, ezzel szemben az alkalmazott kezelések a táblán belül homogének (megváltoztatható tényező), tehát táblaszintű technológiák valósulnak meg.

A gyomnövények foltszerű elterjedése különös figyelmet érdemel, mivel helyhez kötött voltuk miatt észlelésük pontosabb. A foltszerű

terjedés az évelő fajok vegetatív úton szaporodó egyedeire különösen jellemző

A precíziós növénytermesztés és növényvédelem sikeres alkalmazása számos tudományterület (mezőgazdasági gépüzemeltetés, mikroelektronika, szoftvertechnológia, térinformatika, geodézia, távérzékelés, számítógépes képfeldolgozás, talajtan, agrokémia, növénytermesztés, növényvédelem, géntechnológia stb.) együttes alkalmazását feltételezi. Ma azt mondhatjuk, hogy a műszaki feltételek többé-kevésbé rendelkezésre állnak, „mindössze” az emberi tényező, a szaktudás hiányzik a technológia tömegessé válásához, amely a napi munkához szükséges eljárásokat kidolgozza, és rendszerbe foglalja.

A helyspecifikus gyomszabályozás gyakorlati megvalósításához tehát a műszaki feltételek alapvetően rendelkezésre állnak, a problémát ma a pontos és gazdaságos gyomdetektálás és gyomtérképezés jelenti.

A dolgozat célja a precíziós gyomszabályozás elveinek, feltételrendszerének bemutatásából kiindulva a helyspecifikus és precíziós technológiák alkalmazási lehetőségeinek elemzése. Ezen belül a precíziós technológiába illeszthető gyomfelvételezési módszerek vizsgálata, a mérésen alapuló gyomfelvételezés tanulmányozása, a fototechnikai és távérzékelési módszerek, valamint az ezekhez szorosan kapcsolódó két- és háromdimenziós gyomtérképezés lehetőségeinek kutatása, a gyom-talaj kölcsönhatások tanulmányozása, populációdinamikai folyamatok bemutatása, az egyszerűbb helyspecifikus és az automatizált kezelések tervezése, a gyakorlat számára is hasznosítható módszertan kidolgozása.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletek egy baracscai, egy siklósi és három egymás mellett található mosonmagyaróvári táblán történtek.

A mintaterék kijelölési módját és sűrűségét a baracscai, siklósi és a mosonmagyaróvári kísérleti területeken tanulmányoztuk.

Baracskán az 53 ha területű táblán 18 m széles sávokon 122 mintateret jelöltünk ki, átlagosan 0,5 ha sűrűséggel. A siklósi 30 ha-os táblarészen 63 mintateret jelöltünk ki.

Mosonmagyaróváron a kísérleti tábla egy részén 0,2 ha sűrűséggel 85 gyomfelvételezést végeztünk, ahol összehasonlítottuk a mintasűrűség csökkentésének (0,4 ha, 0,6 ha) lehetőségeit és az egyes (rácsháló, csak a táblaszélek, átlós) mintatér-kijelölési módokat.

A vizsgált táblákról háromdimenziós gyomtérképek készültek. Először a mintaterék adatait (EOV koordináták és gyomborítottsági adatok) Microsoft Excel táblázatba vittük be. Az Excelben végeztük el az adatok feldolgozását. Megállapítottuk a dominancia sorrendet, az egyéves és évelő fajok arányát, az egyes életformák megoszlását, az ún. bio-ökológiai spektrumok (egyéves egyszikű, egyéves kétszikű, évelő egyszikű, évelő kétszikű) szerinti eloszlást, az egy- és kétszikűek arányát. Kimutattuk a mintateréken az egyes gyomfajok előfordulási gyakoriságát (K-érték).

A pozíció és gyomborítási adatokat az ERDAS Imagine 8.5 Professional programba vittem be és az egyes gyomfajok, valamint az összes

gyomborítás táblákon belüli elterjedését háromdimenziós digitális domborzatmodellek segítségével ábrázoltam.

Az évelő gyomok foltjai két táblán kerültek felmérésre és térképeken lettek ábrázolva. A mosonmagyaróvári és baracskai táblarészek bejárása 20-30 m széles sávok mentén, az útba eső foltok körüljárásával történt. A gyomfoltok területszerű objektumként (poligonként) kerültek rögzítésre, 10 másodpercenkénti pozíció rögzítéssel. A felvételezés során az 1 m²-nél kisebb foltokat nem vettem figyelembe. A terepi munka során kapott „nyers” adatfájlt ESRI shapefile-ba konvertáltuk, majd a feldolgozást és a térképek elkészítését az ArcView GIS 3.2 programmal végeztük el.

A baracskai táblán az egyes talajtulajdonságok (K_A és humusztartalom) és a gyomfajok elterjedése közötti kapcsolatot vizsgáltam. A fent említett eljárással készített talajtérképeket vizuálisan hasonlítottam össze egyes gyomfajok elterjedési térképeivel.

Négy időpontban (2001. szeptember, 2002. április és 2002. május, 2 alkalom) végzett gyomfelvételezések adatainak feldolgozásával az egyes táblarészek populációdinamikai változások nyomon követésére is lehetőség nyílt.

A mosonmagyaróvári táblán tankolásonként változtatható gyomirtási technológia került kidolgozásra. A mintegy 20 ha területet 3 részre osztottuk. Az egyes táblarészek a 18 m munkaszélességű permetezőgéppel, 2000 l folyadékmennyiséggel (240 l/ha) 7-7 illetve 3 oda-vissza fordulót jelentenek a táblarész specifikus kijuttatás során.

Tenyészedényes és kisparcellás kísérletekben, valamint tábla szinten is vizsgáltam a távérzékelés felhasználási lehetőségeit a gyomfelvételezésben és gyomtérképezésben.

Gyomfelvételezési mintaterекről készült multispektrális felvételek készítésével hasonlítottuk össze a becsléses (Balázs-Ujvárosi módszer) és a méréses eljárásokat az összes gyomborítottság megállapításához.

3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A szisztematikusan kijelölt, rácsháló metszéspontokon végzett gyomfelvételezések a vizsgált táblák gyomnövényzetét jól reprezentálják. Megfelelően nagy sűrűségű mintatér kijelölés pontjai gyakorlatilag minden más mintavételi eljárás pontjait tartalmazzák.
2. A gyomfelvételezési mintaterék kijelölési sűrűségét vizsgálva megállapítható, hogy több táblán a 0,5 ha-os mintasűrűség általában a területek gyomflóráját jól reprezentálta. A vizsgált területeken a mintaterék sűrítése a felvételezések dominancia viszonyait lényegesen nem befolyásolta.
3. A foltokban előforduló élő gyomfajok a gyomfoltok GPS vevővel történő körüljárásával a szisztematikusan mintavételnél pontosabban térképezhetők.
4. Az elkészített háromdimenziós gyomtérképek a mezőgazdasági táblák gyomnövényzetének térbeli eloszlását igen jól szemléltetik.
5. A gyomnövények elterjedési térképeit a hasonló módon elkészített talajtérképekkel összehasonlítva a gyom-talaj kölcsönhatások vizuálisan jól ábrázolhatók.

6. A fontosabb talajtulajdonságok (kötöttség, humusztartalom) térképezésével helyspecifikus és precíziós alapkezelések tervezésére van lehetőség.
7. A készített térképeken a gyomnövényzet változása nemcsak térben, hanem időben is ábrázolható, ezáltal a vizsgált táblákon a populációdinamikai folyamatok szemléletesen mutathatók be.
8. A permetezőgép keretszélességének megfelelő szisztematikus mintatér kijelölés adatainak feldolgozásával automatizálást nem igénylő tankolásonként változtatható (résztábla specifikus) gyomszabályozás tervezhető.
9. Nagy pontosságú gyomfelvételezéshez és precíziós gyomszabályozás tervezéséhez a távérzékeléssel nyert felvételek készítése során a mérőkamerás, ortokorrigált felvételek használhatók fel.
10. A távérzékelés során a gyomnövényzet megfelelő pontosságú azonosításához legalább multispektrális, még inkább hiperspektrális felvételek készítése szükséges.
11. Multispektrális felvételek készítésével az összes növényborítottság méréses megállapítása nagyobb pontossággal, állandó hiba mellett és megbízhatóbban végezhető el, mint a hagyományos becsléses eljárásokkal.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A legutóbbi években bekövetkezett robbanásszerű fejlődés a szoftver- és hardvertechnológia, a térinformatika, a műholdas helymeghatározás, a távérzékelés és a mezőgazdasági gépek automatizálása terén megteremtették a lehetőséget a helyspecifikus, precíziós gyomszabályozás megvalósításához.

A jelenleg már kereskedelmi forgalomban is beszerezhető precíziós mezőgazdaságot támogató rendszerek nem kifejezetten a gyomszabályozás céljaira lettek fejlesztve. Ezért a technológia mai szintjén a precíziós gyomszabályozás megvalósítására tökéletes megoldás nem létezik.

A precíziós gyomszabályozás gyakorlati végrehajtása a gyomfelvételezések, a gyom detektálás lehetőségek szerinti automatizálását, egzakttá és mérhetővé fejlesztését igényli. A nagy sűrűséggel, elsősorban méréses módszerekkel megállapított gyomborítás a precíziós gyomszabályozás tervezésének és végrehajtásának alapvető feltétele.

A gyomfelvételezési mintateretek kijelölésére ajánlhatók a szisztematikus, rácsháló alapú módszerek. Az ilyen kijelölések objektívek és a vizsgált területet egyenletesen reprezentálják. Azonban a homogén táblarészeket gyakran feleslegesen nagy sűrűséggel mintázzák.

Ezért a mintavétel tervezése egy térinformatikai rendszer (GIS) létrehozása alapján hatékonyabb lehet, például topográfiai térkép, digitális domborzatmodell, talajtérképek esetleg légifelvételek rendszerbe foglalásával.

A távérzékelés felhasználásával mintateretek kijelölésére nincsen szükség, ugyanis a teljes terület elemzése történik meg. A légifelvételek alapján történő gyomtérképezéshez az egyes fajokat mutató, megjelölt mintateretekre, tanulóterületekre van szükség. A pontos térképezéshez ortokorrigált felvételek szükségesek, amelyek a leképezés hibáit és a domborzatból adódó torzulásokat minimalizálják.

A gyomfelvételezések időpontja biológiai törvényszerűségek figyelembe vételén alapul, ezért az a precíziós gyomszabályozásban teljesen meggyezik a hagyományos módszerekével.

A nagyobb mintavételi sűrűség általában nagyobb pontosságot biztosít, de nagy munkaigényű és költséges. Minden esetben meg kell állapítani azt a mintavételi sűrűséget, amely a kitűzött cél eléréséhez szükséges, megfelelően gazdaságos és felesleges ráfordításokat nem igényel. Természetesen - a precíziós technológiák egy jellegzetes sajátosságaként - általános megoldások nehezen adhatók, azok a legtöbb esetben termőhely specifikusak, így a szükséges kijelölési mód és mintavételi sűrűség megválasztása is a helyi tényezők mérlegelésén alapul az elérni kívánt célok figyelembe vételével.

A gyomtérképek készítésével a gyomnövényzet térbeni és időbeni változása jól szemléltethető. A precíziós kezelésekhöz nagy pontosságú, általában a kijuttatási térképekét meghaladó pontosságú gyomtérképekre van szükség.

A gyomtérképek készítése során célszerű a tábla sarokpontjait is mintázni, esetleg azokat a térképen 0 gyomborítással felvenni. Háromdimenziós térképek készítéséhez az ERDAS Imagine programon

kívül más szoftverek felhasználása is célszerű (pl. Surfer). Kétdimenziós térképek előállításához kiválóan alkalmasak a vektoros programok.

A mintavételen alapuló gyomtérképezés pontosságának kulcstényezője a megfelelő interpolációs eljárás. Ezért az egyes esetekben legjobb közelítést adó interpolációs algoritmusok alkalmazhatóságát a továbbiakban is tanulmányozni kell.

Az évelő gyomfajok folt körüljárással történő térképezésénél elsőként el kell dönteni, hogy mekkora az a legkisebb gyomfolt, amit még felvételezni akarunk. Kisebb foltméretnél gyakoribb pozíció rögzítést kell a GPS-t kezelő szoftveren beállítani.

Mivel a gyomfoltok határvonalainak megállapítása meglehetősen szubjektív, ugyanúgy, mint a kijuttatási térképeknél, a foltok körül ez esetben is puffer területeket kell hagyni.

A talajtulajdonságok és a gyomnövények előfordulása közötti összefüggések tisztázására célszerű a továbbiakban matematikai statisztikai és geostatistikai módszerek felhasználása is.

A populációdinamikai változások pontos kimutatásához legalább 2-3 éves felvételezési adatok elemzése szükséges.

A tankolásonként változtatható gyomszabályozás fejlesztéséhez célszerű eltérő gyomviszonyok között, több táblán is kísérletek beállítása.

A távérzékelés gyomszabályozási célú alkalmazása nagy lehetőségeket nyújt. Azonban a legjelentősebb korlátozó tényező az erős időjárás függőség és a nagy költségek (amelyek viszont fajlagosan, területegységre vetítve gyakran igen kedvező árat mutatnak).

Kulcskérdés a megfelelő spektrális és geometriai felbontás alkalmazása. A precíziós gyomszabályozási kutatások és gyakorlat során

színes légi fotó is segítséget nyújthat, de a pontosabb vizsgálatokhoz a ma már egyre inkább gyakorlat közelbe jutó multispektrális technológia alkalmazása ajánlható.

A multispektrális felvételeken az összes növényborítás és egyes gyomcsoportok elkülönítésére már lehetőség adódhat. Sikeres alapkezelések után, tarlókon, széles hatásspektrumú herbicides kezelésekhez, totális hatóanyagok (glifozát toleráns kultúrnövényben) alkalmazásához a multispektrális felvételek jó lehetőségeket mutatnak.

A hiperspektrális technológia további elterjedése és elérhetővé válása a távérzékeléses gyomfelvételezésben áttörést hozhat. A megfelelően nagy csatornaszámú hiperspektrális felvételek egyes sávjainak értékelésével akár fajszintű elkülönítésre is lehetőség nyílik.

A multi- és hiperspektrális felvételek elemzéséhez mindig tanulóterületekre és terepi referenciamérésekre is szükség van. A műholdak egyre növekvő spektrális és terepi felbontása, a felvételek folyamatosan növekvő és szélesedő kereskedelme a jövőben az űrfelvételek felhasználhatóságát jelentősen elősegítheti.

A precíziós gyomszabályozási technológiának, mint a fenntartható mezőgazdasági fejlődés egyik eszközének elterjedését különösen két tényező segítheti elő:

Az egyik a különböző tudományterületeken dolgozó szakemberek (herbológia, gépüzemeltetés, geodézia, térinformatika stb.) sikeres és hatékony együttműködése. Ugyanis a technológiához a műszaki feltételek ma már nagyrészt adottak, azok egységes, a gyakorlatban működő rendszerré kidolgozása és fejlesztése szükséges, a megfelelő inputokkal és döntési lehetőségekkel. A másik tényező az integráció, a

szaktanácsadás és a szolgáltatás, amelyek a technológiát a kisebb üzemek számára is elérhetővé teszik. Ehhez hozzájárulhat az állam által szabályozott ösztönző pénzügyi és jogi feltételrendszer is.

A fenti tényezők sikeres együttműködése és megvalósulása esetén a gyomszabályozásban is egyre inkább érvényesülő, fokozódó környezetvédelmi és gazdaságossági igények megvalósításához a precíziós technológia hatékony eszköz lehet.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az értekezés céljával a gyomfelvételezési módszerek precíziós gyomszabályozás tervezéséhez szükséges fejlesztését tűzte ki.

A dolgozat az irodalmi áttekintésben megkísérelte összefüggéseiben ábrázolni a fenntartható mezőgazdaság növényvédelmével kapcsolatos követelményeket, kihívásokat, amelyekre a precíziós technológia egy válasz lehet. A szűkös terjedelmi keretek között ismertette a precíziós gyomszabályozás feltételrendszerét jelentő műholdas helymeghatározást (GPS), az adatgyűjtés és feldolgozás rendszerét (GIS) és az automatizált kijuttatástechnikát.

A szerző kutatásai során vizsgálta a gyomfelvételezési mintaterék lehetséges kijelölési módjait. A szisztematikus módszerek a vizsgált táblákon megbízhatóan jellemezték a táblák gyomviszonyait, azonban a nagyobb homogén táblarészeket gyakran feleslegesen mintázzák, ugyanakkor a heterogén területeken az adott kijelölési sűrűség kevés lehet. Ezért a mintavételi pontok helyeinek meghatározása ajánlható a térinformatikai rendszerek input adatainak elemzésével.

A kísérleti területeken a 0,5 ha kijelölési sűrűség a táblák gyomflóráját megfelelően jellemezte, azonban a precíziós kezelések vezérléséhez ennél nagyobb sűrűsre is szükség lehet. A vizsgált táblán a 0,6 ha mintavételi sűrűség a tábla gyomviszonyait a 0,2 ha-os sűrűséghez hasonlóan reprezentálta. A kívánt pontosságot adó, de még gazdaságos mintavételi gyakoriság megállapítása mindig kompromisszumot igényel.

A szerző által az ERDAS Imagine programmal készített háromdimenziós gyomtérképek a vizsgált táblákon a gyomnövények térbeli eloszlását jól mutatják.

Azonos területen több időpontban elvégzett térképezés a populációdinamikai változások vizuális szemléltetésére alkalmas, ezzel a gyomok előrejelzésére is felhasználható. A pontosabb elemzésekhez a vizsgálnál hosszabb megfigyelési időtartamra van szükség.

A fontosabb talajtulajdonságok (kötöttség, humusztartalom) térképezése és a gyomtérképekkel történő összehasonlítása szemléletesen ábrázolja a gyom-talaj kölcsönhatásokat.

Az évelő gyomfajok GPS vevővel történt körüljárásával készült térképek alacsony munkaráfordítással a precíziós kezelések vezérléséhez inputként felhasználhatók.

A gyomfelvételezési mintatereknek az alkalmazott permetezőgép munkaszélességének megfelelő szélességű sávokban történő kijelölése lehetőséget nyújt tankolásonként változtatható kezelések tervezéséhez és végrehajtásához, ezáltal táblarész specifikus technológiák megvalósításához.

A dolgozatban ismertetett kis magasságból készített multispektrális felvételekkel az összes növényborítás (canopy) mérésében a becsléses módszereknél nagyobb pontosság érhető el.

A gyakorlatban alkalmazható precíziós gyomszabályozási módszerek részletes kidolgozásához további vizsgálatokra van szükség.

A szerző kutatásai a precíziós gyomszabályozás feltételrendszerének javítását segítik, amelynek gyakorlati alkalmazásával jelentős herbicid megtakarítás érhető el.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK

6.1. Lektorált folyóiratban megjelent cikkek:

1. Kalmár, S., Salamon, L., Reisinger, P., Nagy, S. (2004): Possibilities of applying precision weed control in Hungary. *Gazdálkodás, English Special Edition*. 48. (8) 88-94.
2. Lehoczky, É., Reisinger, P., Nagy, S., Kőmíves, T. (2004): Early competition between maize and weeds. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. (Journal of Plant diseases and Protection)*. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. Sonderheft XIX. 319-324.
3. Nagy, S., Kalmár, S. (2001): A távérzékelés lehetőségei a gyomtérképeken alapuló precíziós gyomszabályozásban. *Magyar Gyomkutatás és Technológia*. 2. (1) 15-27.
4. Nagy, S., Reisinger, P., Antal, K. (2004): Mapping of perennial weed species distribution in maize. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. (Journal of Plant diseases and Protection)*. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. Sonderheft XIX. 383-389.
5. Nagy, S., Reisinger, P., Tamás, J. (2004): Möglichkeiten der Anwendung von Multispektralen Aufnahmen zur Planung teilflächenspezifischer Unkrautregulierung. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. (Journal of Plant diseases and Protection)*. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. Sonderheft XIX. 453-458.
6. P. Reisinger, M. Lajos, K. Lajos, S. Nagy (2002): Die Erweiterung unkrautzönologischer Aufnahmen durch GPS-Koordinaten. *(Journal of Plant diseases and Protection)*. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. Sonderheft XVIII. 451-457.

7. 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. 2. (2) 25-33.
8. Reisinger, P., Nagy, S. (2002): Helyspecifikus gyomirtási technológia tervezése kukoricában GPS-el megjelölt gyomfelvételezési mintateretek alapján. Magyar Gyomkutatás és Technológia. 3. (1) 45-54.
9. Reisinger, P., Kőmíves, T., Nagy, S. (2003): Vizsgálatok a gyomfelvételezési mintasűrűsége vonatkozóan precíziós gyomszabályozás tervezéséhez. Növényvédelem. 39. (9) 413-419.
10. Reisinger, P., Nagy, S., Páli, O., Szabó, B., Zemán, Z. (2003): Gyomnövényzet vizsgálatok hántott és hántatlan tarlón. Magyar Gyomkutatás és Technológia. 4. (1) 31-44.
11. Reisinger, P., Nagy, S., Sárkány, V. (2003): Gyomflóra vizsgálatok őszi búzában 10 éves monokultúrás kukoricatermesztést követően. Magyar Gyomkutatás és Technológia. 4. (2) 57-63.
12. Reisinger, P., Lehoczky, É., Nagy, S., Kőmíves, T. (2004): Database-based precision weed management. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. (Journal of Plant diseases and Protection). Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. Sonderheft XIX. 467-472.
13. Reisinger, P., Lehoczky, É., Nagy, S., Kőmíves, T. (2004): Using GPS in weed prediction. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. (Journal of Plant diseases and Protection). Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. Sonderheft XIX. 399-403.

6.2. Tudományos konferencia előadások:

1. Kőmíves, T., Lehoczky, É., **Nagy, S.**, Reisinger, P., Pálmai, O. (2003): A kukorica preemergens gyomirtásának térinformatikával támogatott módszere. III. Növénytermesztési Tudományos Nap. Gödöllő, 2003. május 15.

2. Kőmíves, T., Lehoczky, É., Reisinger, P., **Nagy, S.** (2003): Precíziós módszerek alkalmazása a talaj-gyomnövény kapcsolat vizuális ábrázolására. XIII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, Keszthely, 2003. január 29-31.
3. **Nagy, S.**, Reisinger, P. (2002): Egyes gyomfajok elterjedésének térbeni és időbeni változása egy tábla DGPS segítségével megjelölt pontjain. Budapest, EWRS Magyarországi Tagozata és a Magyar Gyomkutató Társaság éves konferenciája, 2002. november 14.
4. **Nagy, S.**, Reisinger, P. (2002): Gyomnövények elkülönítésének lehetőségei légifotók alapján precíziós gyomtérképek készítéséhez. XXIX. Óvári Tudományos Napok – Agrártermelés, Életminőség. Mosonmagyaróvár, 2002. október 3-4.
5. **Nagy, S.**, Reisinger, P., Antal, K. (2004): Kartierung der Verbreitung von mehrjährigen Unkrautarten in Mais. 22. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der unkrautbiologie und -bekämpfung. Stuttgart-Hohenheim, 2004. március 2-4.
6. Reisinger, P., Kőmíves, T., **Nagy, S.** (2003): Vizsgálatok a gyomfelvételezési mintasűrűsége vonatkozóan precíziós gyomszabályozás tervezéséhez. Növényvédelmi tudományos Napok 2003. Budapest, 2003. február 25-26.
7. Reisinger, P., Lehoczky, É., Kőmíves, T., **Nagy, S.** (2002): Az őszi búza gyomirtásának tervezése térinformatikai módszerekkel. XXIX. Óvári Tudományos Napok – Agrártermelés, Életminőség. Mosonmagyaróvár, 2002. október 3-4.
8. Reisinger, P., Lehoczky, É., **Nagy, S.**, Kőmíves, T. (2004): Nutzung von GPS bei der Unkrautvorhersage. 22. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der unkrautbiologie und -bekämpfung. Stuttgart-Hohenheim, 2004. március 2-4.
9. Reisinger, P., **Nagy, S.**, Kalmár, S. (2004): Vizsgálatok az on-line precíziós gyomszabályozás alkalmazhatóságára. XIV. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2004. január 28-30. Proceedings. p. 54.

10. Reisinger, P., **Nagy, S.**, Lajos, M., Lajos, K. (2001): Gyomfelvételezési adatok felhasználása a precíziós gyomszabályozásban. Új eredmények a gyomszabályozásban – Tanácskozás az EWRS Magyarországi Tagozata és a Magyar Gyomkutató Társaság szervezésében. Martonvásár, 2001. november 21.
11. Reisinger, P., Pálmai, O., Kőmíves, T., Lehoczky, É., Nagy, S. (2002): A gabonatarló gyomflórájának gyomprognózis értéke. Agrárinformatika 2002. Informatikai kutatások, fejlesztések és alkalmazások az agrárgazdaságban és a vidékfejlesztésben. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, 2002. augusztus 27-28.

6.3. Egyéb előadások:

1. Nagy, S. (2001): A távérzékelés alkalmazási lehetőségei a mezőgazdaságban. Precíziós gyomszabályozás. Tata, Jávorka Sándor Mezőgazdasági Szakközépiskola, fajtabemutató. 2001. június 11.
2. Nagy, S. (2002): A táblaszintű gyomtérképezés lehetőségei és módszertani értékelése. VIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, 2002. március 28.
3. Nagy, S. (2003): Precíziós mezőgazdaság. Jávorka Napok, Jávorka Sándor Mezőgazdasági Szakközépiskola, Tata 2003. március 13.
4. Reisinger, P., Nagy, S. (2003): Precíziós növényvédelem. MAE Növényvédelmi Klub, Budapest, 2003. november 3.

6. 4. Poszter:

1. Nagy, S., Antal, K. (2003): Mapping of distribution of perennial weed species to elaborate precision weed control. 3rd International Plant Protection Symposium at Debrecen University (3rd IPPS). From ideas till implementation. Challenge and Practice of Plant Protection in the beginning of the 21st century. Debrecen, 2003. október 15-16.

2. Nagy, S., Reisinger, P. (2004): Möglichkeiten der Anwendung von Multispektralen Aufnahmen zur Planung teilflächenspezifischer Unkrautregulierung. 22. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der unkrautbiologie und -bekämpfung. Stuttgart-Hohenheim, 2004. március 2-4.
3. P. Reisinger, M. Lajos, K. Lajos, S. Nagy (2001): Die Anwendung von GPS in der kartographischen Aufnahme von Unkrautarten. Leben und Überleben – Konzepte für die Zukunft (Nachhaltige Entwicklung im ländlichen Raum) Nemzetközi konferencia. Bécs, 2001. november 18-21.
4. P. Reisinger, M. Lajos, K. Lajos, S. Nagy (2002): Die Erweiterung unkrautzöнологischer Aufnahmen durch GPS-Koordinaten. 21. Deutschen Arbeitsbesprechung über Fragen der unkrautbiologie und -bekämpfung. Stuttgart-Hohenheim, 2002. március 5-7.
5. P. Reisinger, S. Nagy, É. Lehoczky, T. Kőmíves (2003): Possibilities of using GPS in weed research. 55th International Symposium on Crop Protection. Gent, 2003. május 6.
6. Reisinger, P., Lehoczky, É., Nagy, S., Kőmíves, T. (2004): Database-based precision weed management. 22. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der unkrautbiologie und -bekämpfung. Stuttgart-Hohenheim, 2004. március 2-4.

6.5. Egyéb publikációk:

1. Éva Lehoczky, Péter Reisinger, Sándor Nagy, Tamás Kőmíves (2003): Crop-weed competition: *Cannabis sativa* L. in winter wheat. 3rd International Plant Protection Symposium at Debrecen University (3rd IPPS). From ideas till implementation. Challenge and Practice of Plant Protection in the beginning of the 21st century. Debrecen, 15-16. 10. 2003. Proceedings. 307-312.
2. Kőmíves, T., Lehoczky, É., Nagy, S., Reisinger, P., Pálmai, O. (2003): A kukorica preemergens gyomirtásának térinformatikával

- támogatott módszere. III. Növénytermesztési Tudományos Nap. Gödöllő, 2003. május 15. Proceedings. 107-112.
3. Nagy, S. (2002): Táblaszintű gyomtérképek készítésének lehetőségei a precíziós gyomirtási technológiák tervezéséhez. Diplomamunka, növényvédelmi szakmérnöki posztgraduális szak. 49 pp. Mosonmagyaróvár, 2002.
 4. Nagy, S. (2003): A precíziós gyomszabályozás alapelvei, céljai, gyakorlati alkalmazásának lehetőségei. Agro Napló. 7. (1-2) 26-28.
 5. Nagy, S. (2003): A búza precíziós gyomszabályozása. Agro Napló. 7. (3) 18-21.
 6. Nagy, S. (2003): A kukorica precíziós gyomszabályozása. Agro Napló. 7. (4) 36-39.
 7. Nagy, S. (2003): Tankolásonként változtatható gyomirtási technológia lehetőségei. Agro Napló. 7. (5) 22-25.
 8. Nagy, S. (2003): A gabonatarló gyomfelvételezése GPS segítségével. Agro Napló. 7. (6) 24-26.
 9. Nagy, S. (2003): Gyomfelvételezési mintaterék kijelölése és gyomtérképek készítése precíziós gyomszabályozáshoz. Agro Napló. 7. (9) 16-20.
 10. Nagy, S., Reisinger, P., Antal, K. (2003): Mapping of distribution of perennial weed species to elaborate precision weed control. 3rd International Plant Protection Symposium at Debrecen University (3rd IPPS). From ideas till implementation. Challenge and Practice of Plant Protection in the beginning of the 21st century. Debrecen, 15-16. 10. 2003. Proceedings. 300-306.
 11. Reisinger, P., Pálmai, O., Kőmíves, T., Lehoczky, É., Nagy, S. (2002): A gabonatarló gyomflórájának gyomprognózis értéke. Agrárinformatika 2002 Informatikai kutatások, fejlesztések és alkalmazások az agrárgazdaságban és a vidékfejlesztésben. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, 2002. Konferencia CD Kiadvány