ISSN 1392-3196
Žemdirbystė. Mokslo darbai, 2005, 4, 92, 93-105
UDK 633.63:632.51

PIKTŽOLIŲ NAIKINIMO SISTEMOS CUKRINIŲ RUNKELIŲ PASĖLIUOSE

Irena DEVEIKYTĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas
Akademija, Dotnuva, Kėdainių rajonas
El. p. irenad@lzi.lt

Santrauka

Tyrimai daryti Lietuvos žemdirbystės institute Dotnuvoje, 1998-2000 metais. Komerciniuose ir genetiškai modifikuotuose cukrinių runkelių pasėliuose tirtos piktžolių naikinimo sistemos – mechaninė (ravėjimas), tradicinė (herbicidai – betanalas progresas OF, fokus ultra) ir netradicinė – (glifosatas 360 g l^{-1}).

Nustatyta, kad tradiciniai herbicidai (betanalas progresas OF (fenmedifamas + desmedifamas + etofumezatas 91+71+112 g l^{-1}), fokus ultra (cikloksidimas 100 g l^{-1})) 22-94 % silpniau, bet ne iš esmės, naikino piktžoles, palyginus su netradiciniais herbicidais. Raundapas efektyviau naikino garstukus, baltąsias balandas, kibiuosius lipikus, bekvapius šunramunius, iš esmės mažino bendrą piktžolių orasausę masę.

Didžiausias ir geriausios kokybės cukrinių runkelių šakniavaisių derlius gautas taikant mechaninę piktžolių naikinimo sistemą. Ravėtų runkelių derlius buvo didesnis 13,4 %, o tirpių necukrinių medžiagų buvo nuo 1,6 iki 20,0 % mažiau, palyginus su runkeliais, purkštais tradiciniais herbicidais.

Genetiškai modifikuoti cukriniai runkeliai buvo vidutiniškai 5,9 % derlingesni, palyginus su komerciniais runkeliais, tačiau jų cheminė sudėtis buvo blogesnė, nes alfa amino-azoto susikaupė 1,0 %, natrio – 28,6 % ir kalio – 9,4 % daugiau.

Reikšminiai žodžiai: komerciniai ir genetiškai modifikuoti cukriniai runkeliai, piktžolės, derlius.

Įvadas

Cukriniai runkeliai silpnai konkuruoja su piktžolėmis, nes jie lėtai auga ankstyvais vystymosi tarpsniais. Tik išnaikinus piktžoles galima gauti gausų derlių, tačiau tai pasiekti nėra lengva. Tyrimais įrodyta, kad piktžoles būtina išnaikinti iki runkelių 6-8 lapelių tarpsnio /Dewar ir kt., 2003; May, 2003/. Anksti sudygusios vienametės piktžolės gali cukrinių runkelių derlių sumažinti 26-100 %. Be to, jos mažina derliaus nuėmimo efektyvumą ir didina derliaus nuostolius /May, 2003/.

Pati efektyviausia priemonė piktžolėms naikinti yra herbicidai. Cukriniuose runkeliuose naudojama per 120 herbicidų, į kurių sudėtį įeina 20 veikliųjų medžiagų – tai fenmedifamas, metamitronas, etofumezatas, desmedifamas, trisulfuron-metylas, lenacilas, klopiralidas ir chloridazonas /May, 2001; Dewar ir kt., 2003; Bennett ir kt., 2004/.

Sukurti naują veikliąją medžiagą, kuri būtų efektyvi nuo daugelio piktžolių, yra labai sudėtinga. Todėl ieškoma būdų, kaip išplėsti jau žinomų veikliųjų medžiagų pritaikymo galimybes. Vienas iš būdų yra genų inžinerija – tai vieno ar keleto genų perkėlimas iš vieno organizmą į kitą. Taip sukuriami transgeniniai organizmai su svetimais genais. Jie yra vadinami genetiškai modifikuotais (GM). Modifikavimo metu keičiami genai tarp organizmų, kurie natūraliai nesidaugintų, pavyzdžiui, bakterijos genas sukryžmintas su runkelio genu.

Tyrimams pasirinktas seniai ir plačiai žemės ir miškų ūkyje naudojamas herbicidas glifosatas (raundapas), kurio veiklioji medžiaga – N-fosfonometil-glicinas. Po 20 naudojimo metų nerasta jam atsparių piktžolių /Mannerlöf ir kt., 1997/. Tačiau 1996 m. Australijoje jau rasta glifosatui atsparių piktžolių /Cox, 2004/. Glifosatas greitai suyra dirvoje (tarp 7-20 d.) iki vandens, fosfatų ir anglies dioksido, neišsiplauna į gruntinius vandenis, labai mažai toksiškas žmonėms ir gyvūnams /Carlisle, Trevors, 1988; Mannerlöf ir kt., 1997; Wells, 1995; Baylis, 2000/. Genetiškai modifikuoti, t.y. atsparūs glifosatui, yra rapsai, kukurūzai, cukriniai runkeliai, medvilnė, turnepsai, sojos. Dabartiniu metu 90 % genetiškai modifikuotų augalų komerciniais tikslais auginama Amerikoje (68 %) ir Argentinoje (22 %). Daugiausiai auginama sojų, – net 63 % nuo bendro GM augalų ploto /Nap ir kt., 2003/. Tačiau ES genetiškai modifikuoti augalai auginami tik tyrimų tikslais. Apklausos duomenimis, manoma, kad herbicidams atsparūs augalai yra pavojingi, todėl šių augalų auginimas neremiamas. Tik 28 % danų teigiamai vertina genetiškai modifikuotą maistą, manydami, kad tokiu būdu sumažinamas naudojamų pesticidų kiekis /Mannerlöf ir kt., 1997/.

Cukriniai runkeliai (*Beta vulgaris* L.) buvo transformuoti 5-enolpyruvylshikimate-3-fosfato sintezės genu (CP4 EPSPS), išskirtu iš *Agrobacterium* sp., kurį turi augalai, bakterijos, grybai, o žinduoliai – neturi. Transformuoti augalai tolerantiški glifosatui. EPSPS fermentai dalyvauja aromatinių aminorūgščių biosintezėje, o glifosatas veikia kaip šių rūgščių biosintezės inhibitorius, t.y. jis negrįžtamai suriša EPSPS. Glifosato oksido-reduktazės genas (GOX) suskaido glifosatą į netoksinius junginius – aminometil-fosfonines rūgštis /Wells, 1995; Mannerlöf ir kt., 1997; Gray, Raybould, 1998/. Cukrinių runkelių transgeninės linijos įvertintos šiltnamiuose ir lauko bandymuose. Iš tirtų 260 savarankiškų linijų tik dvi transformavosi į atsparias glifosatui /Mannerlöf ir kt., 1997/. Atsparių herbicidams cukrinių runkelių pirmieji lauko bandymai atlikti 1990 metais /Madsen, Sandøe, 2001/.

Norint palyginti genetiškai modifikuotus cukrinius runkelius su komerciniais reikia įvertinti herbicidų veikimą (trukmę, naikinamų piktžolių spektrą), jautrumą ligų sukėlėjams, išlaidas herbicidams ir sėklai /Märländer, 1996/. Daugelis autorių teigia, kad glifosato efektyvumas yra panašus ar didesnis, palyginus su tradicinių herbicidų efektyvumu /Madsen, Jensen, 1995; Bückmann ir kt., 2000; Heard ir kt., 2003; May, 2003/. Lauko tyrimų, kurie atlikti svarbiausiose Europos šalyse, auginančiose cukrinius runkelius, duomenimis, glifosatas labai efektyviai naikino svarbiausias cukrinių runkelių piktžoles, taip pat bulves, rapsus. GM runkelių šakniavaisių derlius gautas ekvivalentiškas ar didesnis, palyginus su komer-

ciniais runkeliais /Tenning, 1998; Bückmann ir kt., 2000; Dewar ir kt., 2000; Schäufele, Pfleiderer, 2000/.

Vienas iš herbicidams tolerantiškų cukrinių runkelių auginimo privalumų yra herbicidų kiekio ir purškimo skaičiaus sumažinimas /Coyete ir kt., 2002; Bennett ir kt., 2004/. Glifosatu purškiama 1-3 kartus, o selektyviais herbicidais dažniausiai tris, kartais keturis kartus /Wevers, 1998; May, 2003; Kniss ir kt., 2004/. Cukriniams runkeliams skirtų herbicidų išpurškiama 2,0-7,0 kg ha^{-1} veiklios medžiagos, o glifosato – 0,72-1,20 kg ha^{-1}, bet ne daugiau kaip 6 l ha^{-1} /Madsen, Jensen, 1995; May, 2003/. Nemažiau svarbu yra tai, kad galima suvėlinti pirmąjį purškimą, kas nerekomenduojama naudojant tradicinius herbicidus. Pirmą kartą glifosatais purškiama, kai runkeliai turi 6-8 lapus, o piktžolės yra 10 cm aukščio /Dewar ir kt., 2000/.

Tyrimų tikslas – nustatyti skirtingų piktžolių naikinimo sistemų įtaką piktžolėms bei cukrinių runkelių kokybei ir produktyvumui.

Tyrimų sąlygos ir metodai

Tyrimų schema. Lietuvos žemdirbystės institute Dotnuvoje 1998-2000 metais atlikti dvifaktoriniai lauko bandymai, kuriais siekta palyginti mechaninę ir cheminę, naudojamą komerciniuose ir genetiškai modifikuotuose cukriniuose runkeliuose, piktžolių naikinimo sistemas. Bandymai atlikti pagal tokią schemą:

A faktorius. Cukrinių runkelių veislė:

1. Genetiškai modifikuoti runkeliai (GMR).
2. Komerciniai runkeliai (KR).

B faktorius. Piktžolių naikinimo sistema:

1. Mechaninė (ravėta).
2. Tradicinė (naudojama ūkiuose) – betanalo progreso OF (fenmedifamas + desmedifamas + etofumezatas 91+71+112 g l^{-1}) 1 l ha^{-1} 3 kartus, fokus ultra (cikloksidimas 100 g l^{-1}) 4 l ha^{-1} 1 kartą.
3. Netradicinė – raundapo (glifosatas 360 g l^{-1}) 2 l ha^{-1} 2 kartus.

Tradiciniai herbicidai purkšti 3 kartus: pirmą – piktžolės skilčialapių tarpsnio (BBCH 09-10), antrą ir trečią – piktžolės skilčialapių – 2 tikrųjų lapelių tarpsnio (BBCH 10-12). Raundapas purkštas 2 kartus: pirmą ir antrą – piktžolės 2-4 tikrųjų lapelių tarpsnio (BBCH 12-14). 1998 m. ir 1999 m. purkšta nugariniu, o 2000 m. – dviratiniu purkštuvu, paruošiant tirpalą iš karto visiems varianto pakartojimams. Vandens tirpalui imta 200 l ha^{-1}. Herbicido normos nurodytos pagal preparatą.

Runkeliai ravėti 3-4 kartus, piktžolėms esant 2-4 lapelių tarpsnio (BBCH 12-14).

Laukelio plotas – 21,6 m^2. Pakartojimai – 6. Laukeliai bandymuose išdėstyti 2 juostose, variantai pakartojimuose – atsitiktinai.

Tyrimų vieta ir dirvožemis. Bandymo dirvožemis pagal LTDK-99 giliau karbonatingas, giliau glėjiškas rudžemis RDg 4-k2, dirvos armens humusingumas – 1,82-2,03 % (pagal Tiuriną), pH_{KCl} – 7,1-7,5 (potenciometriniu metodu), fosforin-

gumas ir kalingumas – atitinkamai 150-240 ir 150-171 mg kg^{-1} dirvožemio (A-L metodu).

Agrotechnika. Prieš gilųjį arimą tręšta $P_{80-100}K_{140-150}$. Pavasarį akėta, tręšta amonio salietra ($N_{120-140}$), kultivuota ir sėta. Bandyme auginti komerciniai cukriniai runkeliai 'Helmi' ir genetiškai modifikuoti HM 1971 (130 tūkst. sėklų ha^{-1}). Tarpueiliai nepurenti.

Dirvožemio analizės. Dirvožemio cheminėms savybėms nustatyti ėminiai imti prieš įrengiant bandymą iš 0-20 cm gylio. Sudaryti jungtiniai mėginiai.

Pasėlio piktžolėtumo analizės. Piktžolių kiekis nustatytas du kartus: prieš purškimą ir praėjus mėnesiui po paskutinio purškimo. Piktžolės, nustatant jų skaičių ir rūšinę sudėtį, skaičiuotos kiekvieno laukelio 4 pastoviose vietose po 0,25 m^2 (125 x 20 cm) aikštelėse. Atliekant antrąją apskaitą, piktžolės ne tik suskaičiuotos, bet ir surautos orasausei masei nustatyti.

Augalų analizės. Pasėlio tankumas nustatytas derliaus nuėmimo metu, suskaičiuojant visus runkelius, esančius apskaitiniame laukelyje. Cukrinių runkelių šakniavaisių ėminiai imti derliaus nuėmimo metu. Juose kalis nustatytas liepsnos fotometriniu metodu, natris – liepsnos fotometriniu metodu, alfa-aminoazotas – kolorimetriniu Staniko ir Pavlo metodu, kuris buvo patobulintas Viniugerio ir Kūbadinovo, šakniavaisių cukringumas – šaltosios digestijos P.N. Silino metodu, sacharimetru SU-4. Balto cukraus procentas apskaičiuotas pagal E. Reinefeld, A. Emmerich, G. Baumgarten, C. Winner ir U. Beiss formulę /Reinefeld ir kt., 1974/:

$$C_i = C - [0{,}343\ (K + Na) + 0{,}094\ \alpha\text{-amino N} + 0{,}29],$$

kai C - cukringumas %;
K, Na, α-amino N kiekiai mmol 100 g^{-1} runkelio masės;
0,343; 0,094 ir 0,29 – empiriniai koeficientai.

Meteorologinės sąlygos. Tyrimų metais per cukrinių runkelių vegetaciją, kuri tęsėsi 162-169 dienas, šilumos pakako, nes vidutinė jų vegetacijos aktyvių temperatūrų suma (≥ 10°C) buvo 2 125,4-2 426,1 °C. Kai Seleninovo koeficientas (HTK) būna nuo 2,0 iki 1,6, yra drėgnos augimo sąlygos, o nuo 0,8 iki 0,4 – sausos /Bukantis, Rimkus, 1997/. Palankiausios sąlygos buvo 2000 m., kai jis prilygo 1,6, kai per sausa buvo balandžio ir spalio, o per šlapia – liepos mėnesiais. Sausos cukriniams runkeliams augti sąlygos buvo 1999 m. (HTK – 1,2), o drėgnos – 1998 metais, kai per cukrinių runkelių vegetaciją hidroterminis koeficientas buvo vidutiniškai 1,9. Ypač drėgna buvo balandžio (HTK – 4,6), liepos (HTK – 4,0) ir spalio (HTK – 8,8) mėnesiais.

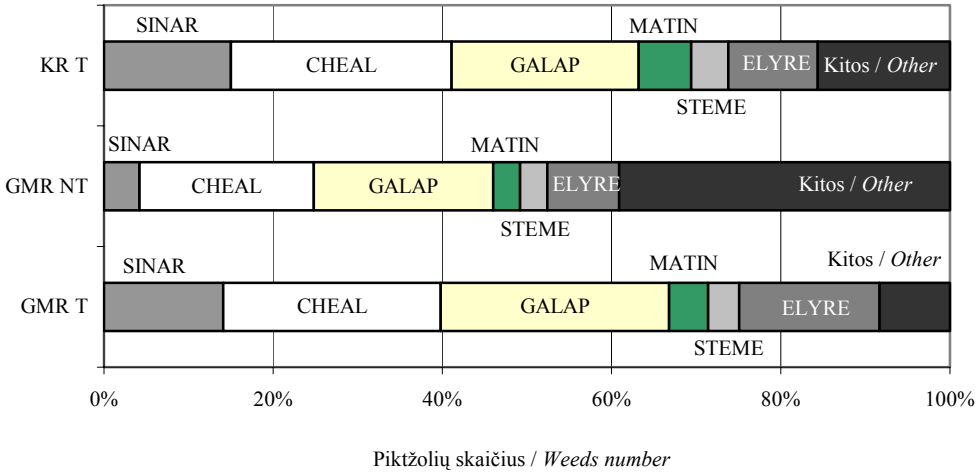
Tyrimų duomenų apdorojimas. Tyrimų duomenys įvertinti dispersinės analizės ir koreliacinės ir regresinės analizės metodais pagal kompiuterines programas ANOVA ir STAT ENG. Piktžolių skaičiaus ir masės duomenys, prieš atliekant analizę, buvo transformuoti pagal formulę $\sqrt{x}$ /Tarakanovas, Raudonius, 2003/.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Cukrinių runkelių pasėlio piktžolėtumas. Vegetacijos pradžioje cukriniai runkeliai piktžolėčiausi buvo 1998 m., kai 1 m^2 rasta 291,5 piktžolės, nes piktžolėms dygti pakako drėgmės. Antrais ir trečiais tyrimų metais piktžolių sudygo nedaug (43,2 ir 32,8 vnt. m^{-2}), nes minėtu laikotarpiu kritulių ir temperatūros santykis (HTK – 0,0) buvo labai nepalankus. Pavasarį cukrinių runkelių pasėlyje vyravo vienametės dviskiltės (95,7 %), labai mažai rasta daugiamečių dviskilčių (0,6 %) ir vienamečių vienaskilčių (0,2 %) piktžolių.

Vidutiniais trejų metų duomenimis, prieš herbicidų purškimą piktžolių rasta 122,5 vnt. m^{-2}, iš jų daugiausia garstukų – 48,6 (39,7 %), baltųjų balandų – 37,9 (30,9 %), kibiųjų lipikų – 16,7 (13,6 %), raudonžiedžių notrelių – 5,0 (4,1 %), daržinių žliūgių – 1,1 (0,9 %). Iš daugiamečių piktžolių vyravo paprastieji varpučiai (4,3 vnt. m^{-2}). Negausiai sudygo dirvinės usnys (0,4 vnt. m^{-2}), dirvinės pienės (0,1 vnt. m^{-2}).

Vidutiniais antros apskaitos duomenimis, genetiškai modifikuotus cukrinius runkelius du kartus nupurškus raundapu, vienamečių dviskilčių piktžolių sumažėjo 11,7 %, o paprastųjų varpučių – 60,0 % daugiau, palyginus su tradicinių herbicidų naudojimu (1 pav.). Nuo raundapo daugiau išnaikinta vyraujančių piktžolių: garstukų – 76,5 %, baltųjų balandų – 37,1 %, kibiųjų lipikų – 38,5 %, bekvapių šunramunių – 45,5 % negu nuo betanalo progreso OF.



SINAR – dirviniai garstukai / *Sinapis arvensis* L.
CHEAL – baltosios balandos / *Chenopodium album* L.
GALAP – kibieji lipikai / *Galium aparine* L.
MATIN – bekvapiai šunramuniai / *Tripleurospermum perforatum* (Merat.) M. Lainz.
STEME – daržinės žliūgės / *Stellaria media* (L.) Vill.
ELYRE – paprastieji varpučiai / *Elytrigia repens* (L.) Nevski.

Piktžolių naikinimo sistemų įtaka vyraujančioms piktžolėms, 1998-2000 m.
The effect of weeds control systems on prevailing weeds, 1998-2000

Genetiškai nemodifikuoti cukriniai runkeliai, t.y. komerciniai, nėra toleantiški raundapui. Juos nupurškus minėtu herbicidu, sunyko ne tik piktžolės, bet ir runkeliai. Todėl netradicinės piktžolių naikinimo sistemos, naudotos tradiciniuose runkeliuose, efektyvumo duomenys nepateikti. Tradicinių herbicidų efektyvumas buvo panašus abiejų veislių pasėliuose. Tai, kad raundapas efektyviau naikino bekvapius šunramunius, raudonžiedes notreles, baltąsias balandas ir kt. piktžoles, skelbta literatūroje /Bückmann ir kt., 2000; Dewar ir kt., 2003/.

Cukriniuose runkeliuose piktžolių rasta nuo 15,0 iki 27,7 vnt. m^{-2} (1 lentelė). Visuose variantuose rastas panašus piktžolių skaičius. Mažiausiai (17,2 ir 20,4 vnt. m^{-2}) rasta GM runkeliuose, purkštuose raundapu. Statistiškai reikšmingos piktžolių naikinimo sistemos ir veislės įtakos cukrinių runkelių piktžolėtumui nenustatyta.

Didžiausia piktžolių orasausė masė buvo pirmais tyrimų metais, nes labai drėgnas liepos mėnesio oras sudarė palankias sąlygas piktžolėms augti. Piktžolių orasausė masė buvo panaši dviem paskutiniais tyrimų metais, nors meteorologinės sąlygos ir skyrėsi. 1999 m., dygstant piktžolėms pavasarį, labai trūko drėgmės, todėl jos dygo labai netolygiai, kai kurios peraugo. 2000 metais drėgna buvo vegetacijos viduryje.

1 lentelė. Piktžolių naikinimo sistemų įtaka piktžolių orasausei masei g m^{-2}
Table 1. *The effect of weed control systems on weed air-dry weight g m^{-2}*
Dotnuva, 1998-2000 m.

Variantas / *Treatment*	Metai / *Year*			Vidurkis *Average*
	1998 m.	1999 m.	2000 m.	
GM runkeliai / *GM beet*				
Tradicinė / *Conventional* (kontrolinis / *control)*	27,6 / 168,8	17,6 / 33,8	27,1 / 47,5	24,1 / 83,4
Netradicinė / *Unconventional*	19,2 / 41,5*	17,2 / 16,6	20,4 / 12,7	18,9 / 23,6*
Komerciniai runkeliai / *Commercial beet*				
Tradicinė / C*onventional*	27,7 / 135,5	15,0 / 45,8	25,2 / 13,0	22,6 / 64,8
Netradicinė / *Unconventional*	-	-	-	-

* Patikimas esant 95 % tikimybės lygiui / *Significant at 95 % probability level*
Skaitiklyje – piktžolių skaičius (vnt. m^{-2}), vardiklyje – jų orasausė masė (g m^{-2}).
In the numerator – number of weeds m^{-2}, in the denominator – air-dry weight of weeds (g m^{-2}).

Raundapo biologinis efektyvumas atskirais tyrimų metais svyravo tarp 50,9-75,4 %. Vidutiniais duomenimis, nuo raundapo piktžolių orasausė masė sumažėjo iš esmės (71,7 %), palyginus su betanalo progreso OF ir fokus ultra naudojimu.

Cukrinių runkelių pasėlio tankumas. Mažiausias cukrinių runkelių pasėlio tankumas buvo 1999 metais (2 lentelė). Tam įtakos turėjo tai, kad sausas periodas,

prasidėjęs gegužės antroje pusėje, tęsėsi iki birželio antros pusės. Antroje vegetacijos pusėje taip pat dažnai trūkdavo drėgmės.

2 lentelė. Cukrinių runkelių pasėlio tankumas vnt. ha^{-1}
Table 2. *Sugar beet plant population, thousand plants ha^{-1}*
Dotnuva, 1998-2000 m.

Variantas / *Treatment*	Metai / *Year*			Vidurkis / *Average*	
	1998 m.	1999 m.	2000 m.	augalų ha^{-1} *plants ha^{-1}*	%
GM runkeliai / *GM beet*					
Mechaninė / *Mechanical* (kontrolinis / *control*)	87 037	60 648	75 782	74 489	100,0
Tradicinė / *Conventional*	82 407	59 185	79 835	73 809	99,1
Netradicinė / *Unconventional*	91 667	55 208	78 189	75 021	100,7
R_{05} / LSD_{05}	5 680,5	9 496,1	10 527,4	3 938,7	5,27
Komerciniai runkeliai / *Commercial beet*					
Mechaninė / *Mechanical* (kontrolinis / *control*)	90 123	56 481	72 839	73 148	100,0
Tradicinė / *Conventional*	96 296	53 164	77 984	75 815	103,6
Netradicinė / *Unconventional*	-	-	-	-	-
R_{05} / LSD_{05}	3 550,0	3 699,1	10 345,6	4 263,2	5,83

Tyrimų duomenimis, tirtos piktžolių naikinimo sistemos ir cukrinių runkelių veislės neturėjo esminės įtakos augalų skaičiui ploto vienete.

Cukrinių runkelių derlius ir kokybė. Mažiausias cukrinių runkelių šakniavaisių derlius išaugo pirmais tyrimų metais, kurie buvo vėsesni ir drėgnesni, palyginus su kitais dviem tyrimų metais (3 lentelė). Pasėlio tankumas tam įtakos neturėjo, nes jis buvo didžiausias. 1998 metais, išpurškus herbicidus, statistiškai patikimo derliaus priedo negauta, palyginus su ravėtu pasėliu. Kitais tyrimų metais šis skirtumas buvo esminis.

Vidutiniais trejų metų duomenimis, ravėti cukriniai runkeliai išaugino iš esmės didesnį runkelių šakniavaisių derlių (7,2-9,7 t ha^{-1}) negu runkeliai, kurie buvo purkšti herbicidais. Palyginus tradicinę ir netradicinę purškimo sistemas, genetiškai modifikuotų cukrinių runkelių šakniavaisių derlius turėjo tendenciją mažėti (4,2 %), nupurškus juos tradiciniais herbicidais.

GM cukrinių runkelių derlius buvo didesnis visuose variantuose, palyginus su komerciniais runkeliais. Vidutiniai duomenys rodo, kad komerciniai cukriniai runkeliai buvo 4,8 % mažiau derlingi negu runkeliai, atsparūs raundapui. Tai, kad genetiškai modifikuoti runkeliai yra derlingesni, pastebėta ir kitose šalyse atlikus tyrimus. Derliaus priedas – nuo 3 iki 15 % /Bückmann ir kt., 2000; Dewar ir kt., 2003; May, 2003/.

3 lentelė. Herbicidų įtaka cukrinių runkelių šakniavaisių derliui t ha^{-1}
Table 3. *The impact of herbicides on sugar beet yield t ha^{-1}*
Dotnuva, 1998-2000 m.

Variantas / *Treatment*	Metai / *Year*			Vidurkis / *Average*	
	1998 m.	1999 m.	2000 m.	t ha^{-1}	%
GM runkeliai / *GM beet*					
Mechaninė / *Mechanical* (kontrolinis / *control*)	54,7	74,6	71,2	66,8	100,0
Tradicinė / *Conventional*	54,5	64,3	52,4	57,1	85,6
Netradicinė / *Unconventional*	55,0	64,8	58,9	59,6	89,2
R_{05} / LSD_{05}	4,67	5,52	5,23	2,64	3,96
Komerciniai runkeliai / *Commercial beet*					
Mechaninė / *Mechanical* (kontrolinis / *control*)	53,9	67,5	64,7	62,0	100,0
Tradicinė / *Conventional*	52,2	58,4	53,0	54,5	87,9
Netradicinė / *Unconventional*	-	-	-	-	-
R_{05} / LSD_{05}	1,40	4,74	10,90	3,14	5,06

Skaičiuojant tyrimų duomenis kaip dvifaktorinio bandymo, netradicinė piktžolių naikinimo sistema į skaičiavimus neįtraukta (4 lentelė).

Tyrimų duomenis įvertinus dispersinės analizės metodu nustatyta, kad 1998 m. tiek cukrinių runkelių veislės, tiek piktžolių naikinimo sistemos neturėjo esminės įtakos šakniavaisių derliui. 1999 m. cukrinių runkelių šakniavaisių derliui esminės įtakos turėjo ir veislė ($F_{fakt.} = 21,05 > F_{teor.} = 4,54$), ir piktžolių naikinimo sistemos ($F_{fakt.} = 46,84 > F_{teor.} = 4,54$), o 2000 m. – tik piktžolių naikinimo sistema ($F_{fakt.} = 39,20 > F_{teor.}=4,54$). Trejų metų vidutiniai bandymų duomenys rodo, kad piktžolių naikinimo sistemos teigiamas poveikis cukrinių runkelių šakniavaisių derliui buvo didesnis negu veislės. Tiriamų veiksnių sąveika įtakos neturėjo.

Koreliacinės analizės rezultatai rodo, kad cukrinių runkelių šakniavaisių derlius labai priklausė nuo piktžolių orasausės masės (r = -0,868). Šie ryšiai stiprūs, aprašomi tiesine – atvirkštine priklausomybe (y = 63,596-0,105x). Tai rodo, kad tinkamai parinkus piktžolių naikinimo sistemas, galima išvengti neigiamo jų poveikio cukrinių runkelių produktyvumui.

Šakniavaisių cukringumas mažiausias buvo antrais tyrimų metais. Tą lėmė, kad rugsėjo mėnesį vyravo šilti, saulėti ir sausi orai, o mėnesio antroje pusėje – gausiai palijo. Dėl lietaus cukriniai runkeliai pradėjo sparčiai auginti naujus lapus, o tai neigiamai atsiliepė cukraus kaupimuisi. Paskutiniais tyrimų metais sacharozės šakniavaisiuose susikaupė daugiausiai, nes sąlygos buvo palankiausios (rugsėjis ir spalis – sausi, šilti ir saulėti) cukrui kauptis.

4 lentelė. Veislės (veiksnys A) ir piktžolių naikinimo sistemos (veiksnys B) įtaka cukrinių runkelių šakniavaisių derliui t ha^{-1}

Table 4. *The impact of variety (factor A) and weed control system (factor B) on sugar beet root yield*

Dotnuva, 1998-2000 m.

Veislė / Variety (veiksnys A / *factor A*)	Piktžolių naikinimo sistema *Weed control system* (veiksnys B / *factor B)*		Vidurkiai veiksniui A *Means for factor A*
	Mechaninė *Mechanical*	Tradicinė *Conventional*	
1998 m.			
GM runkeliai *GM beet*	54,7	54,5	54,6
Komerciniai runkeliai *Commercial beet*	53,9	52,2	53,1
Vidurkiai veiksniui B *Means for factor B*	54,3	53,4	-
R_{05} / LSD_{05} A = 0,84	R_{05} / LSD_{05} B = 0,84	R_{05} / LSD_{05} AxB = 2,37	$S_{x\%}$ = 1,46
1999 m.			
GM runkeliai *GM beet*	74,6	64,3	69,5
Komerciniai runkeliai *Commercial beet*	67,5	58,4	63,0
Vidurkiai veiksniui B *Means for factor B*	71,1	61,4	-
R_{05} / LSD_{05} A = 1,51	R_{05} / LSD_{05} B = 1,51	R_{05} / LSD_{05} AxB = 4,27	$S_{x\%}$ = 2,14
2000 m.			
GM runkeliai *GM beet*	71,2	52,4	61,8
Komerciniai runkeliai *Commercial beet*	64,7	53,0	58,8
Vidurkiai veiksniui B *Means for factor B*	67,9	52,7	-
R_{05} / LSD_{05} A = 2,59	R_{05} / LSD_{05} B = 2,59	R_{05} / LSD_{05} AxB = 7,33	$S_{x\%}$ = 4,03
Vidutiniai 1998-2000 m. duomenys / *Mean data for 1998-2000*			
GM runkeliai *GM beet*	66,8	57,1	62,0
Komerciniai runkeliai *Commercial beet*	62,0	54,6	58,3
Vidurkiai veiksniui B *Means for factor B*	64,4	55,8	-
R_{05} / LSD_{05} A = 2,59	R_{05} / LSD_{05} B = 2,59	R_{05} / LSD_{05} AxB = 7,33	$S_{x\%}$ = 4,03

Vidutiniais trejų metų duomenimis, sacharozės kiekis tarp atskirų variantų skyrėsi 0,1-0,9 proc. vnt. (5 lentelė). Cukringiausi buvo ravėti šakniavaisiai, tačiau teigti, kad herbicidai turėjo neigiamą įtaką cukraus kaupimuisi, negalima, nes kai kuriais metais ravėtuose runkeliuose jo rasta mažiau negu purkštuose.

5 lentelė. Cukrinių runkelių šakniavaisių kokybė ir balto cukraus derlius
Table 5. *Sugar beet root quality and white sugar yield*
Dotnuva, 1998-2000 m.

Variantas *Treatment*	Cukringumas % *Sugar content %*	α-amino N mg 100 g^{-1}	Na mg 100 g^{-1}	K mg 100 g^{-1}	Baltas cukrus *White sugar*	
					%	t ha^{-1}
GM runkeliai / *GM beet*						
Mechaninė / *Mechanical* Kontrolinis / *Control*	18,3	18,9	6,0	158,4	15,2	10,10
Tradicinė / *Conventional*	18,3	19,2	7,2	166,2	15,1	8,51
Netradicinė *Unconventional*	17,9	19,7	7,7	166,0	14,6	8,63
Komerciniai runkeliai / *Commercial beet*						
Mechaninė / *Mechanical* Kontrolinis / *Control*	18,8	18,2	5,1	147,0	15,3	9,47
Tradicinė / *Conventional*	18,5	20,0	4,8	149,5	14,9	8,08
Netradicinė *Unconventional*	-	-	-	-	-	-

Analizuojant GM runkelių šakniavaisių kokybės duomenis matyti, kad raundapu purkštų cukrinių runkelių šakniavaisiai sukaupė daugiau alfa-amino azoto (2,6 %) ir natrio (6,5 %), o kalio – tiek pat kaip purkšti betanalu progresu OF ir fokus ultra. Tiek genetiškai modifikuotų, tiek komercinių cukrinių runkelių šakniavaisiai savo sudėtyje aminoazoto, natrio ir kalio mažiausiai turėjo tada, kai jie buvo ravėti.

Didžiausias balto cukraus kiekis, kaip rodo duomenys, buvo ravėtuose cukriniuose runkeliuose. Tą lėmė didelis šakniavaisių derlius ir cukringumas. Naudojant netradicinę piktžolių naikinimo sistemą, gautas 1,4 % didesnis balto cukraus kiekis, palyginus su tradicine sistema. Genetiškai modifikuotų cukrinių runkelių balto cukraus derlius buvo 5,1-6,2 % didesnis negu komercinių runkelių.

Išvados

1. Tradiciniai herbicidai (betanalas progres OF, fokus ultra) 22-94 % silpniau, bet ne iš esmės, naikino piktžoles. Raundapas efektyviau naikino dirvinius garstukus, baltąsias balandas, kibiuosius lipikus, bekvapius šunramunius, iš esmės mažino piktžolių orasausę masę.

2. Piktžolių naikinimo sistemos ir cukrinių runkelių veislės neturėjo esminės įtakos augalų skaičiui ploto vienete.

3. Cukrinių runkelių didžiausias ir geriausios kokybės šakniavaisių derlius gautas taikant mechaninę piktžolių naikinimo sistemą. Ravėtų runkelių derlius buvo didesnis 13,4 %, o tirpių necukrinių medžiagų kiekis buvo nuo 1,6 iki 20,0 % mažesnis, palyginus su tradicine sistema.

4. Genetiškai modifikuoti cukriniai runkeliai buvo vidutiniškai 5,9 % derlingesni, palyginus su komerciniais runkeliais, tačiau jų cheminė sudėtis blogesnė, nes alfa aminoazoto susikaupė 1,0 %, natrio – 28,6 % ir kalio – 9,4 % daugiau.

Gauta 2005 09 06
Pasirašyta spaudai 2005 11 22

LITERATŪRA

1. Baylis A.D. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects // Pest Management Science. - 2000, vol.56, iss.4, p.299-308

2. Bennett R., Phipps R., Strange A., Grey P. Environmental and human health impacts of growing genetically modified herbicide-tolerant sugar beet: a life-cycle assessment // Plant Biotechnology Journal. - 2004, vol.2, p.273-278

3. Bückmann H., Petersen J., Schlinker G., Märländer B. Weed control in genetically modified sugar beet – two year experiences of a field trial series in Germany //Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. - 2000, No.XVII, S.353-362

4. Bukantis A., Rimkus E. Lietuvos agroklimatinių išteklių kaita ir prognozės // Lietuvos klimato ir dirvožemio potencialo racionalaus naudojimo perspektyvos: mokslinės konferencijos pranešimai. - Dotnuva-Akademija, 1997, p.6-7

5. Carlisle S.M., Trevors J.T. Glyfosate in the Environment // Water, Soil and Air Pollution. - 1988, vol.39, p.409-420

6. Cox C. Glyhposate // Journal of Pesticide Reform. - 2004, vol.24, No.4, p.10-15

7. Coyette B., Tencalla F., Brants I., Fichet Y. Effect of introducing glyphosate – tolerant sugar beet on pesticide usage in Europe // Pesticide Outlook. - 2002, vol.13, iss.5, p.219-223

8. Dewar A.M., Haylock L.A., May M.J. et al. Glyphosate applied to genetically modified herbicide – tolerant sugar beet and 'volunteer' potatoes reduces populations of potato cyst nematodes and the number and size of daughter tubers // Annals of Applied Biology. - 2000, vol.136, p.179-187

9. Dewar A.M., May M.J., Pidgeon J. GM sugar beet – the present situation // British Sugar Beet Review. - 2000, vol.68, iss.2, p.22-27

10. Dewar A.M., May M.J., Waiwod I.P. et al. A novel approach to the use of genetically modified herbicide tolerant crops for environmental benefit // Proceeding of the Royal Society: Biological Sciences. - 2003, vol.270, p.335-340

11. Gray A.J., Raybould A.F. Reducing transgene escape routes // Nature. - 1998, vol.392, p.653-654

12. Heard M.S., Hawes C., Champion G.T. et al. Weeds in field with contrasting conventional and genetically modified herbicide – tolerant crops. II. Effects on individual species // Philosophical Transactions of the Royal Society B. - 2003, vol.358, p.1833-1846

13. Kniss A.R., Wilson R.G., Martin A.R. et al. Economic evaluation of glyphosate – resistant and conventional sugar beet // Weed technology. - 2004, vol.18, No.2, p.388-396

14. Madsen K.H., Jensen J.E. Weed control in glyphosate – tolerant sugar beet (*Beta vulgaris* L.) // Weed Research. - 1 995, vol.35, No.2, p.105-111

15. Madsen K.H., Sandøe P. Herbicide resistant sugar beet – what is the problem // Journal of Agricultural and Environmental Ethics. - 2001, vol.14, p.161-168

16. Mannerlöf M., Tuvesson S., Steen P., Tenning P. Transgenic sugar beet tolerant to glyphosate // Euphytica. - 1997, vol.94, p.83-91

17. Märländer A. Ökonomische Bewertung eines möglichen Atbaus Glufosinat – resistenter Zuckerrüben // Deutsche Pflanzenschutztagung Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land-und Forstwirtschaft. - Berlin, 1996, No.321, 132 S.

18. May M.J. Economic consequences for UK farmers of growing GM herbicide tolerant sugar beet // Annals of Applied Biology. - 2003, vol.142, p.41-48

19. May M. Crop protection in sugar beet // Pesticide Outlook. - 2001, vol.12, iss.5, p.188-191

20. Nap J.P., Metz P.L., Escaler M., Conner A.J. The release of genetically modified crops into the environment // The Plant Journal. - 2003, vol.33, p.1-18

21. Reinefeld E., Emmerich A., Baumgarten G. et al. Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen // Zucker. - 1974, No.27, S.2-15

22. Schäufele W.R., Pfleiderer U.E. Ansätze zur Bekämpfung von Ausfallraps, Kartoffeldurchwuchs und Unkrautrüben in herbizidresistenten Zuckerrüben – erste Ergebnisse // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. - 2000, No.XVII, S.403-409

23. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, STAT-PILOT iš paketo SELEKCIJA IRRISTAT. - Akademija, 2003. - 60 p.

24. Tenning A. Transgenic herbicide tolerant sugar beet – present status and future developments // Aspects of Applied Biology. - 1998, vol.52, p.273-278

25. Wells B.H. Development of glyphosate tolerant crops into the market // Weeds: Brighton crop protection conference. - 1995, vol.3, p.787-790

26. Wevers J.D.A. Agronomic and environmental aspects of herbicide – resistant sugar beet in the Netherlands //Aspects of Applied Biology. - 1998, vol.52, p.393-399

ISSN 1392-2196
Agriculture. Scientific Articles, 2005, 4, 92, 93-105
UDK 633.63:632.51

COMPARISON OF WEED CONTROL SYSTEMS IN SUGAR BEET

I. Deveikytė

Summary

Field trials were carried out at the Lithuanian Institute of Agriculture during the period 1998-2000. Mechanical (hand weeding) and chemical (traditional herbicides: Betanal Progress OF, Fokus ultra and not-traditional – 360 g l^{-1}glyphosate) were investigated for weed control in the stands of commercial and genetically modified sugar beet.

It was revealed that traditional herbicides Betanal Progress OF (91 g l^{-1} phenmedipham – 71 g l^{-1} desmedipham + 112 g l^{-1} ethofumesate), Fokus ultra (100 g l^{-1} cycloxydim) gave an insignificantly weaker control of weeds (22-94 %), compared with the not-traditional herbicides. Glyphosate gave a good control of *Sinapis arvensis* L., *Chenopodium album* L., *Galium aparine* L., *Tripleurospermum perforatum* (Merat.) M. Lainz. and significantly reduced the total stand weediness.

The highest and best quality root yield of sugar beet was recorded after mechanical weed control application. Sugar beet weeded by hand produced higher yield by 13.4 %, while the amount of non-sugars was from 1.6 to 20.0 % lower as compared to sugar beet sprayed with traditional herbicides.

Genetically modified sugar beet produced higher root yield by 5.9 % as compared to commercial ones. It should be mentioned that their chemical composition was poorer because the contents of α-amino-N was by 1.0 %, sodium by 28.6 % and potassium by 9.4 % higher.

Key words: commercial and genetically modified sugar beet, weeds, yield.