

EFEKTY BRZEGOWE W DOŚWIADCZENIACH Z MIESZANKAMI OWSA I ŁUBINU ŻÓŁTEGO* CZ. III. WPLYW EFEKTU BRZEGOWEGO NA DOKŁADNOŚĆ OCENY PŁONU W DOŚWIADCZENIACH

Franciszek Rudnicki, Lech Gałęzewski

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Streszczenie. Na podstawie danych z 3-letniego doświadczenia polowego realizowanego na glebie kompleksu żytniego dobrego badano wpływ efektów oddziaływań brzegowych na dokładność oceny plonów owsa, łubinu żółtego i ich mieszanek. Wykazano, że plony tych roślin są zdecydowanie większe w bezpośrednim sąsiedztwie ścieżek rozdzielających poletka doświadczalne niż w częściach poletek nie przylegających do ścieżek. Efekt brzegowy plonów owsa był silniejszy niż plonów łubinu żółtego zarówno w siewach czystych, jak i w mieszankach. Wraz z zagęszczaniem siewu roślin owsa i jego mieszanek z łubinem nasilały się efekty brzegowe ich plonów. Ocena plonów roślin zbieranych z całych poletek otoczonych ścieżkami powoduje znaczne zawyżenie tej oceny, przekraczające niekiedy 25%. Błąd oceny wzrasta wraz ze zmniejszaniem powierzchni poletek i wydłużonym ich kształtem. W metodyce doświadczeń trzeba uwzględnić wpływ efektów brzegowych na oceny plonów roślin poprzez nierozdzielanie sąsiednich poletek ścieżkami, gdy jest to możliwe, albo dokonywanie zbioru plonów z pominięciem rzędów skrajnych przylegających do ścieżek.

Słowa kluczowe: doświadczenie, łubin, mieszanki, oddziaływania brzegowe, owies, plon

WSTĘP

Wynik uzyskany w doświadczeniu polowym jest rezultatem działania czynnika wprowadzonego celowo oraz czynników niekontrolowanych, wpływających na wielkość błędu doświadczalnego. Jednym ze źródeł tego błędu może być większa dorodność roślin sąsiadujących ze ścieżką rozdzielającą poletka doświadczalne niż we wnętrzu ładu, określana jako wpływ lub efekt brzegowy [Hulbert i Remsberg 1927, Braun 1978,

Adres do korespondencji – Corresponding author: prof. dr hab. Franciszek Rudnicki, Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, e-mail: rudnicki@utp.edu.pl

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 3 P06 R 03924 finansowanego przez MNiSzW

Niemczyk i Radecki 1993a, b, Paceswicz 2000, Stawiana-Kosiorek i in. 2003]. Efekt brzegowy może rzutować także na miarodajność oceny efektów obiektowych czynników doświadczalnych i znacząco zniekształcać ocenę rzeczywistego plonu roślin [Paceswicz 2000, Stawiana-Kosiorek i in. 2003]. Stosowanie ścieżek rozdzielających poletka i tendencja do zmniejszania wielkości poletek doświadczalnych skutkują wzrostem udziału rzędów brzegowych poletka w całej jego powierzchni, a przez to zawyżoną oceną plonu zbieranego z całych poletek [Filipiak i Krzymuski 1996].

Efekty oddziaływań brzegowych występują zarówno w zasiewach jednogatunkowych, jak i w różnogatunkowych mieszankach roślin. Na podstawie wcześniejszych badań [Gałęzewski 2006] oraz wyników zawartych w I i II części pracy [Rudnicki i Gałęzewski 2008a, b] można przyjąć, że w mieszankach owsa z łubinem nasilenie efektów brzegowych plonu nie musi być prostą wypadkową reakcji roślin tych gatunków na sąsiedztwo ścieżek.

Przyjęto hipotezę, że w doświadczeniach z uprawą mieszanek owsa i łubinu żółtego zachodzi zawyżenie oceny rzeczywistego plonu, gdy jest on zbierany z całej powierzchni poletek, a stopień niedokładności oceny zależy od gęstości siewu owsa i łubinu w mieszankach, szerokości ścieżek rozdzielających poletka i udziału powierzchni rzędów skrajnych poletka w całej jego powierzchni. Przyjęto możliwość symulacji wpływu efektów brzegowych na wyniki doświadczeń wykonywanych na poletkach o różnej wielkości i różnym kształcie.

Celem badań było poznanie wpływu efektu brzegowego na dokładność oceny plonu zbieranego z całych powierzchni poletek, w zależności od partycypacji komponentów w mieszance, po to, aby móc uwzględnić to zjawisko w planowaniu i technice wykonania doświadczeń dotyczących mieszanek.

MATERIAŁ I METODY

Materiał danych źródłowych uzyskano z wielokrotnego doświadczenia polowego, którego metodykę zamieszczono w II części pracy [Rudnicki i Gałęzewski 2008b]. Pomiaru plonów ziarna owsa i nasion łubinu żółtego uprawianych w 4 gęstościach ich siewów czystych oraz w 16 mieszankach tych gatunków dokonywano każdorazowo na rzędach roślin bezpośrednio sąsiadujących ze ścieżkami rozdzielającymi poletka doświadczalne oraz osobno w pozostałych, wewnętrznych częściach poletek. Dane opracowano w celu wyznaczenia wskaźnika efektu brzegowego plonów oraz poznania wpływu efektu brzegowego na dokładność oceny rzeczywistego plonu owsa, łubinu i ich mieszanek przy różnych gęstościach ich wysiewu. Jako wskaźnik efektu brzegowego przyjęto iloraz plonu roślin rosnących w pierwszym rzędzie poletka, sąsiadującym ze ścieżką i plonu roślin z wnętrza poletka.

Dane dotyczące plonów owsa i łubinu w siewach czystych i w mieszankach oraz plonów mieszanek o różnym udziale owsa i łubinu poddano odpowiednio analizom wariancji doświadczenia wielokrotnego w modelu mieszanym (czynniki stałe, lata losowe) z zastosowaniem testu porównań wielokrotnych Tukeya do oceny różnic międzyobiektywnych.

Szacunku stopnia zawyżenia oceny plonu w doświadczeniu (Z), wynikającego z efektu brzegowego, gdy zbiór jest dokonywany z całych powierzchni poletek, wykonano na podstawie porównania plonu z całej powierzchni poletka i ze środkowej jego części, według formuły:

$$Z = 100 \cdot \frac{(P_s \cdot W_s) + (P_b \cdot W_b)}{P_s \cdot (W_s + W_b)} - 100 (\%)$$

gdzie:

P_s – plon w środkowej części poletka, g,

P_b – plon w rzędach przylegających do ścieżek, g,

W_b – powierzchnia poletka z efektem brzegowym ($W_b = 2 \cdot (D + S) \cdot S_m$), m^2 ,

W_s – powierzchnia środkowej części poletka, bez efektu brzegowego
($W_s = (D \cdot S) - W_b$), m^2 ,

D – długość poletka, m,

S – szerokość poletka, m,

S_m – rozstawa rzędów, m.

Szacunki te wykonano dla różnych powierzchni i kształtów poletek doświadczalnych najczęściej stosowanych w polowym doświadczalnictwie rolniczym.

WYNIKI I DISKUSJA

Owies w siewie czystym i w mieszankach z łubinem żółtym silnie reagował na sąsiedztwo ścieżek rozdzielających poletka doświadczalne. Jego plon ziarna w rzędach sąsiadujących ze ścieżkami okazał się zdecydowanie większy niż wewnątrz poletek. Te efekty brzegowe miały większe nasilenie, gdy owies uprawiano w mieszankach z łubinem żółtym niż w siewie czystym. Wskaźnik efektu brzegowego plonu owsa w mieszankach wyniósł 1,8-2,8 – zależnie od gęstości siewu owsa i łubinu w mieszankach oraz 1,6-2,0 w siewie czystym owsa (tab. 1).

Wraz z zagęszczaniem siewu owsa zwiększał się jego plon zarówno w mieszankach, jak i w siewie czystym. Istotna interakcja miejsca roślin na poletkach z gęstością siewu owsa dowodzi silniejszej reakcji plonu owsa na gęstość siewu w części brzegowej niż środkowej poletek. W siewie czystym różnica plonu między skrajnymi gęstościami siewu owsa (560 i 140 ziaren- m^{-2}) wyniosła 77% na skraju poletek i 49% w ich części wewnętrznej, a w mieszankach odpowiednio: 88% i 61%. To sprawiło, że efekty brzegowe nasilały się wraz z gęstością siewu owsa, choć w przypadku mieszanek w sposób nieregularny (tab. 1). Podobny wpływ gęstości siewu owsa w zasiewie jednogatunkowym na efekty brzegowe stwierdzono już wcześniej [Rudnicki i Gałęzewski 2006]. Pacewicz [2000] wykazał natomiast analogiczne prawidłowości w doświadczeniach z jęczmieniem jarym i pszenicą jarą.

Obecność łubinu w mieszankach ograniczała plonowanie owsa tym silniej, im udział łubinu w materiale siewnym był większy (tab. 1). Jednakże udział łubinu nie wpływał znacząco na efekty brzegowe plonu owsa w tych mieszankach.

Łubin żółty źle znosi obecność roślin zbożowych w mieszankach, zwłaszcza owsa. Znajduje to wyraz w silnej redukcji jego plonu w porównaniu z uprawą w siewie czystym, pomimo jednakowej gęstości siewu w obu przypadkach [Rudnicki i Kotwica 2002, Kotwica i Rudnicki 2003 i 2004]. W niniejszych badaniach, przy porównywalnych gęstościach siewu łubinu, plony jego nasion w siewach czystych były 2,2-9,3-krotnie większe niż w mieszankach. Różnice te wzrastały wraz ze zmniejszaniem gęstości siewu łubinu i zwiększaniem gęstości siewu owsa w mieszankach (tab. 2). Pomimo tej silnej ujemnej reakcji łubinu na uprawę w mieszankach z owsem jego reakcja na sąsiedztwo ścieżek okazała się słabsza niż owsa i tylko nieznacznie silniejsza w mie-

szankach niż w siewach czystych. Świadczą o tym wskaźniki efektu brzegowego, które wyniosły średnio 1,5 w mieszankach i 1,4 w siewach czystych. Wartości wskaźnika wykazały tendencję zwiększania się wraz z zagęszczaniem siewu łubinu i gęstością siewu owsa w mieszankach (tab. 2).

Tabela 1. Plony ziarna owsa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) w mieszankach o różnej gęstości siewu obu komponentów oraz wskaźniki efektu brzegowego (średnie z lat 2002, 2004, 2005)
Table 1. Grain yields of oat ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) in mixtures with various participations of both components and indexes of border effects (averages from 2002, 2004, 2005)

Lokalizacja Plant location (C)	Gęstość siewu łubinu, szt. $\cdot\text{m}^{-2}$ – Sowing rate of lupine, seed $\cdot\text{m}^{-2}$ (B)	Gęstość siewu owsa, szt. $\cdot\text{m}^{-2}$ Sowing rate of oat, seed $\cdot\text{m}^{-2}$ (A)				Średnia Mean			
		140	280	420	560				
Owies w mieszankach z łubinem – Oat in mixtures with lupine									
	25	766	1013	1073	1129	995			
Brzeg poletka Plot border	50	736	862	1024	1402	1006			
	75	599	848	1046	1385	970			
	100	585	800	985	1134	876			
Średnia – Mean		671	881	1032	1262	962			
	25	359	421	475	545	450			
Środek poletka Plot centre	50	339	388	534	545	451			
	75	300	414	454	489	414			
	100	271	444	481	466	415			
Średnia – Mean		317	417	486	511	433			
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for: A	121	B 72	C 40	A x B	ni – ns	C/A 81	A/C 137	B x C	ni – ns
Wskaźnik efektu brzegowego	25		2,1		2,4	2,3		2,1	2,2
Index of border effects*	50		2,2		2,2	1,9		2,6	2,2
	75		2,0		2,0	2,3		2,8	2,3
	100		2,2		1,8	2,0		2,4	2,1
Średnia – Mean			2,1		2,1	2,1		2,5	2,2
Owies w siewie czystym – Pure sowing of oat									
Brzeg poletka – Plot border			647		820	1171		1148	946
Środek poletka – Plot centre			414		468	572		617	518
Średnia – Mean			530		644	872		883	732
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for: A	185		C 86		C/A 155		A/C 234		
Wskaźnik efektu brzegowego Index of border effects*			1,6		1,8		2,0	1,9	1,8

* iloraz plonu na rzędzie brzeżnym i w środkowej części poletek doświadczalnych – quotient of yield from border row and from experimental plot center

Przeważającą część plonu mieszanek stanowiło ziarno owsa, a tylko niewielką lub niekiedy znikomą – nasiona łubinu (tab. 3). Dlatego o plonach mieszanek decydowało plonowanie w nich owsa, a w małym (nieistotnym) stopniu – łubinu (tab. 4). Efekty brzegowe ujawniające się w plonach mieszanek były również niemal takie same jak efekty brzegowe owsa w mieszankach (tab. 1 i 4). Należy zauważyć, że pomimo lepszego plonowania łubinu na skraju poletek niż w ich środkowej części udział nasion łubinu w plonie mieszanek był większy w części środkowej niż brzeżnej poletek (tab. 3). Można to przypisać lepszemu wykorzystywaniu zasobu czynników życiowych z powierzchni ścieżek przez owies niż łubin, na co wskazują wartości wskaźnika efektu brzegowego tych gatunków (tab. 1 i 2). W rzędach przylegających do ścieżek owies jest silniejszym konkurentem dla łubinu niż wewnątrz poletek.

Tabela 2. Plony nasion łubinu ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) w siewie czystym oraz w mieszankach z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów i wskaźniki efektu brzegowego (średnie z lat 2002, 2004, 2005)Table 2. Seed yields of yellow lupine ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) in pure sowing and in mixtures with oat at various sowing rate of both components and indexes of border effects (means from 2002, 2004, 2005)

Lokalizacja Plant location (C)	Gęstość siewu łubinu, $\text{szt}\cdot\text{m}^{-2}$ Sowing rate of lupine, $\text{seed}\cdot\text{m}^{-2}$ (B)	Gęstość siewu owsa w mieszance, $\text{szt}\cdot\text{m}^{-2}$ Sowing rate of oat, $\text{seed}\cdot\text{m}^{-2}$ (A)				Średnia Mean	Siew czysty Pure sowing
		140	280	420	560		
Brzeg poletka Plot border	25	57,0	34,4	21,5	19,3	33,0	157
	50	86,4	52,2	51,0	32,9	55,6	199
	75	99,2	86,3	67,5	56,6	77,4	267
	100	114,5	64,5	57,9	46,1	70,7	306
Średnia – Mean		89,3	59,3	49,5	38,7	59,2	232
Środek poletka Plot centre	25	40,9	24,7	18,0	14,7	24,6	137
	50	49,7	39,3	38,0	25,7	38,2	165
	75	59,3	41,7	36,3	33,3	42,6	177
	100	84,1	43,1	31,8	36,1	48,8	182
Średnia – Mean		58,5	37,2	31,0	27,4	38,5	165
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		A 10,4 C/A 6,6	B 9,0 A/C 11,6	C 4,4 C/B 6,9	B/A 13,5 B/C 10,9	A/B 15,3 C/B 39	B 39 C 19 B/C 53
Wskaźnik efektu brzegowego	25	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3	1,2
Index of border effects*	50	1,7	1,3	1,3	1,3	1,5	1,2
	75	1,7	2,1	1,9	1,7	1,8	1,5
	100	1,4	1,5	1,8	1,3	1,4	1,7
Średnia – Mean		1,5	1,6	1,6	1,4	1,5	1,4

* objaśnienie w tabeli 1 – for explanation see Table 1

Wykazane powyżej efekty brzegowe w doświadczeniach z owsem, łubinem żółtym oraz mieszankami tych gatunków zawyżają oceny rzeczywistych plonów, gdy poletka otoczone są ścieżkami, a zbiór plonu jest dokonywany z ich całych powierzchni. We wcześniejszych badaniach wykazano, że w przypadku plonu owsa uprawianego w siewie czystym ta niedokładność oceny plonu wynosiła od 12,9 do 22,1% i zwiększała się wraz z gęstością siewu owsa [Rudnicki i Gałęzewski 2006]. W badaniach własnych, prowadzonych na poletkach o wymiarach 1,5 x 12 m, analogiczne błędy oceny plonu owsa w siewach czystych wyniosły 10-19%, owsa w mieszankach – 14-33%, łubinu w siewach czystych – 3-12%, natomiast łubinu w mieszankach – 4-19%. Uwzględniając skutki efektów brzegowych w ocenie rzeczywistego plonu roślin, dokonano symulacyjnego szacunku stopnia zawyżenia oceny plonu dla różnych wielkości i kształtów poletek zgodnie z podaną powyżej formułą. Wykazano, że dokładność oceny plonu spada wraz ze zmniejszaniem powierzchni poletek i zwiększaniem stosunku ich długości do szerokości (tab. 5). Zawyżenie oceny plonu nasion łubinu żółtego w mieszankach okazało się względnie nieduże (poniżej 8%) gdy gęstość jego siewu czystego jest mała, natomiast przekraczało 10% przy dużej gęstości siewu czystego na wąskich i wydłużonych poletkach. Ocena plonu ziarna owsa zbieranego z całych poletek otoczonych ścieżkami może być obciążona znacznie większymi błędami niż plonu łubinu. Oszacowane zawyżenie oceny plonu owsa w mieszankach przekraczało 10%, a przy małej powierzchni poletek i silnie wydłużonym ich kształcie – 25%. Także w przypadku plonu łącznego mieszanki niedokładność jego oceny była duża (tab. 5).

Tabela 3. Udział nasion łubinu w plonie mieszanek, % (średnie z lat 2002, 2004, 2005)
 Table 3. Participation of yellow lupine seeds in yield of mixtures, % (means from 2002, 2004, 2005)

Lokalizacja Plant location (C)	Gęstość siewu łubinu, szt.·m ⁻² – Sowing rate of lupine, seed·m ⁻² (B)	Gęstość siewu owsa, szt.·m ⁻² Sowing rate of oat, seed·m ⁻² (A)				Średnia Mean
		140	280	420	560	
Brzeg poletka Plot border	25	7,0	3,7	2,2	1,9	3,7
	50	10,9	6,2	5,6	2,2	6,2
	75	14,0	8,7	6,0	3,7	8,1
	100	16,8	7,4	6,4	4,1	8,7
Średnia – Mean		12,2	6,5	5,0	3,0	6,7
Środek poletka Plot centre	25	9,5	5,1	3,8	2,4	5,2
	50	11,9	8,9	5,9	4,3	7,7
	75	16,4	8,7	7,7	6,5	9,8
	100	22,9	8,2	5,7	7,7	11,2
Średnia – Mean		15,2	7,7	5,8	5,2	8,5
	25	8,2	4,4	3,0	2,1	4,4
	50	11,4	7,5	5,7	3,2	7,0
	75	15,2	8,7	6,8	5,1	9,0
	100	19,8	7,8	6,1	5,9	9,9
Średnia – Mean		13,7	7,1	5,4	4,1	7,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for: A 2,4 B 1,4 C 0,8 B/A 2,6 A/B 3,2 A x C ni – ns B x C ni – ns						

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Tabela 4. Plony mieszanek owsa z łubinem żółtym (g·m⁻²) przy różnej gęstości siewu obu komponentów oraz wskaźniki efektu brzegowego (średnie z lat 2002, 2004, 2005)
 Table 4. Yields of yellow lupine and oat mixtures (g·m⁻²) and indexes of border effects (means from 2002, 2004, 2005)

Lokalizacja Plant location (C)	Gęstość siewu łubinu, szt.·m ⁻² – Sowing rate of lupine, seed·m ⁻² (B)	Gęstość siewu owsa w mieszance, szt.·m ⁻² Sowing rate of oat in mixture, seed·m ⁻² (A)				Średnia Mean
		140	280	420	560	
Brzeg poletka Plot border	25	849	1059	1101	1157	1041
	50	857	931	1087	1446	1080
	75	731	968	1143	1469	1078
	100	758	882	1069	1192	975
Średnia – Mean		799	960	1100	1316	1044
Środek poletka Plot centre	25	416	454	506	561	484
	50	407	443	581	586	504
	75	376	465	499	534	469
	100	376	496	524	520	479
Średnia – Mean		394	465	528	550	484
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for: A 120 B ni – ns C 40 A x B ni – ns C/A 80 A/C 136 B x C ni – ns						
Wskaźnik efektu brzegowego Index of border effects*	25	2,1	2,4	2,2	2,0	2,2
	50	2,1	2,1	1,9	2,5	2,2
	75	1,9	2,0	2,3	2,8	2,3
	100	2,0	1,8	2,0	2,4	2,0
Średnia – Mean		2,0	2,1	2,1	2,4	2,2

* objaśnienie w tabeli 1 – for explanation, see Table 1

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Tabela 5. Szacunek zawyżenia oceny rzeczywistego plonu (%) owsa i łubinu żółtego w siewach czystych i mieszankach oraz łącznego plonu mieszanki z poletek o różnej wielkości i kształcie wskutek występowania efektów oddziaływań brzegowych

Table 5. Estimation of the oat, lupine in pure sowing and in mixtures and oat-lupine mixture grain yield (%) from plots of various size and shape influenced by the border effect

Wymiary poletka – Plot size			Łubin – Lupine		Owies – Oat		Mieszanka Mixture
szerokość width, m	długość length, m	powierzchnia area, m ²	s.c.	mix	s.c.	mix	
Gęstość siewu: łubin 25, owies 140 szt.·m ⁻² – Sowing rate: lupine 25, oat 140 seeds·m ⁻²							
Plon – Yield, g·m ⁻²			137	40,9	414	359	416
1,5	6	9	2,9	7,9	11,3	22,7	20,8
	8	12	2,8	7,5	10,7	21,5	19,8
	12	18	2,6	7,1	10,1	20,4	18,7
	16	24	2,6	6,9	9,8	19,8	18,2
	20	30	2,5	6,8	9,7	19,5	17,9
3	3	9	2,3	6,3	9,0	18,1	16,7
	4	12	2,0	5,5	7,9	15,9	14,6
	6	18	1,8	4,7	6,8	13,6	12,5
	8	24	1,6	4,3	6,2	12,5	11,4
	10	30	1,5	4,1	5,9	11,8	10,8
	20	60	1,3	3,6	5,2	10,4	9,6
Gęstość siewu: łubin 100, owies 560 szt.·m ⁻² – Sowing rate: lupine 100, oat 560 seeds·m ⁻²							
Plon – Yield, g·m ⁻²			182	40,9	617	466	520
1,5	6	9	13,6	5,5	17,2	28,7	25,8
	8	12	12,9	5,3	16,4	27,2	24,6
	12	18	12,3	5,0	15,5	25,8	23,3
	16	24	11,9	4,8	15,1	25,1	22,6
	20	30	11,7	4,8	14,8	24,7	22,2
3	3	9	10,9	4,4	13,8	22,9	20,7
	4	12	9,5	3,9	12,0	20,1	18,1
	6	18	8,2	3,3	10,3	17,2	15,5
	8	24	7,5	3,0	9,5	15,8	14,2
	10	30	7,1	2,9	9,0	14,9	13,4
	20	60	6,3	2,5	7,9	13,2	11,9

s.c. – w siewie czystym – for pure sowing

mix – w mieszankach – for mixtures

WNIOSKI

1. W bezpośrednim sąsiedztwie ścieżek rozdzielających poletka doświadczalne plony owsa, łubinu żółtego i ich mieszank są zdecydowanie większe niż w częściach poletek nie przylegających do ścieżek.

2. Efekt brzegowy plonów owsa był silniejszy niż łubinu żółtego zarówno w siewach czystych, jak i w mieszankach.

3. Zagęszczanie siewu roślin owsa i jego mieszank z łubinem powodowało nasilanie się efektów brzegowych ich plonów.

4. Ocena plonów roślin zbieranych z całych poletek otoczonych ścieżkami powoduje znaczne jej zawyżenie, przekraczające niekiedy 25%. Ten błąd jest tym większy im mniejsza jest powierzchnia poletek i im bardziej wydłużony jest ich kształt.

5. W metodyce doświadczeń należy uwzględniać wpływ efektów brzegowych na oceny plonów roślin poprzez nierozdzielanie sąsiednich poletek ścieżkami, gdy jest to możliwe, albo dokonywanie zbioru plonów z pominięciem rzędów skrajnych przylegających do ścieżek.

PIŚMIENNICTWO

- Braun H., 1978. Tramlines in corn. *International Pest Control*, Sept-Oct., 16-18.
- Filipiak K., Krzymuski J., 1996. Substytucja i komplementarność eksperymentu w badaniach rolniczych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 447, 27-41.
- Gałęzewski L., 2006. Oddziaływania wzajemne roślin owsa i łubinu żółtego w mieszankach. ATR Bydgoszcz, rozpr. doktorska.
- Hulbert H., Remsberg J., D., 1927. Influence of border rows in variety testes of small grains. *J. Am. Soc. Agron.* 19(70), 585-589.
- Kotwica K., Rudnicki F., 2003. Komponowanie mieszanek zbóż jarych z łubinem na glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 495, 163-170.
- Kotwica K., Rudnicki F., 2004. Efekty uprawy jarych mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytniego dobrego. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(1), 149-156.
- Niemczyk H., Radecki A., 1993a. Zdolność zbóż do wyrównania plonu z nie obsianej powierzchni ścieżek przejazdowych. II. Jęczmień ozimy i jary. *Rocz. Nauk Rol. A* 109(4), 21-30.
- Niemczyk H., Radecki A., 1993b. Zdolność zbóż do wyrównania plonu z nie obsianej powierzchni ścieżek przejazdowych. III. Żyto i owies. *Rocz. Nauk Rol. A* 109(4), 31-40.
- Pacewicz K., 2000. Efekt brzeżny w doświadczeniach z pszenicą jarą i jęczmieniem jarym. AR Szczecin, rozpr. doktorska.
- Rudnicki F., Gałęzewski L., 2006. Efekty oddziaływań brzegowych w doświadczeniach z owsem wysiewanym w różnych gęstościach. *Biul. IHAR* 239, 73-83.
- Rudnicki F., Gałęzewski L., 2008a. Efekty brzegowe w doświadczeniach z mieszankami owsa i łubinu żółtego. Cz. I. Zasięg efektu brzegowego. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(4), 81-86.
- Rudnicki F., Gałęzewski L., 2008b. Efekty brzegowe w doświadczeniach z mieszankami owsa i łubinu żółtego. Cz. II. Reakcje owsa i łubinu w mieszankach i siewach czystych na sąsiedztwo ścieżek w doświadczeniu. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(4), 87-94.
- Rudnicki F., Kotwica K., 2002. Porównanie efektów uprawy jarych mieszanek zbożowo-strączkowych z udziałem jęczmienia, owsa lub pszenżyta. *Folia Univ. Agric. Stein., Agricultura* 228(91), 125-130.
- Stawiana-Kosiorek A., Gołaszewski J., Załuski D., 2003. Konkurencyjność roślin w doświadczeniach hodowlanych z grochem siewnym. I. Oddziaływania brzegowe. *Biul. IHAR* 226/227(2), 425-439.

BORDER EFFECTS IN TRIALS WITH OAT AND YELLOW LUPINE MIXTURES

PART III. INFLUENCE OF BORDER EFFECT IN FIELD TRIALS ON ACCURACY OF YIELD ESTIMATION

Abstract. The border effects of oat, yellow lupine and their mixtures were studied to determine the grain yield accuracy based on three year field trails carried out on good ray soil complex. It was found that grain yields are significantly greater in the neighborhood of paths splitting plots than in parts of plot not adjacent to the path. Oat revealed a stronger response to border effect measured by grain yield than yellow lupine, both in pure sowing and in mixtures. Along with the increasing density of oat plants in mixtures

with yellow lupine the border effect of its yield escalated. The grain yields that come from entire plots surrounded by paths are overestimated even more than 25%. The error of harvested yields increased as area of plots decreased and their rectangular shape got longer. To avoid the border effects on plant yield, the experimental design should limit the number of paths or leave the adjacent rows to the paths not harvested.

Key words: border effect, experiment, lupine, mixtures, oat, yield

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.11.2008