ACTA SCIENTIARUM POLONORUM *Acta Sci. Pol., Agricultura 5(1) 2006, 45-52*

OCENA WZAJEMNEGO ODDZIAŁYWANIA KONKURENCYJNEGO POMIĘDZY ROŚLINAMI UPRAWNYMI A CHWASTAMI W ŁANACH

Franciszek Rudnicki, Dariusz Jaskulski
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Streszczenie. W pracy przedstawiono model doświadczenia polowego w badaniach nad konkurencją wzajemną pomiędzy rośliną uprawną a chwastami w agrofitocenozie. Zaproponowano wskaźniki służące ocenie skutków tych oddziaływań. Wskaźniki te oparte są na względnych różnicach liczby osobników, ilości biomasy i wielkości cech biometrycznych roślin. Pozwalają zatem określić i porównać reakcje rośliny uprawnej na zachwaszczenie, reakcje poszczególnych gatunków i zbiorowiska chwastów na konkurencję rośliny uprawnej oraz ocenić konkurencję wzajemną rośliny uprawnej i chwastów w danej agrofitocenozie. Sposób określania poszczególnych wskaźników oddziaływania konkurencyjnego umożliwia porównanie efektów tych wpływów u różnych gatunków, w różnych fazach rozwojowych i na różnych organach rośliny.

Słowa kluczowe: konkurencja, roślina uprawna, chwast, wskaźniki

WSTĘP

Elementami agrofitocenozy są rośliny uprawne, o determinowanej w momencie siewu i wschodów obsadzie, oraz chwasty w ilości zależnej od warunków agrotechniczno-siedliskowych. Zbiorowisko takie jest analogiczne do mieszanki o addytywnym układzie komponentów, w której osobniki konkurują o ograniczone zasoby siedliska, zwłaszcza o wodę, składniki pokarmowe i światło. Efektem współzawodnictwa jest osłabienie dostosowania konkurujących organizmów, co przejawia się redukcją ilości wytwarzanej biomasy, zmniejszaniem rozmiarów poszczególnych organów oraz mniejszym plonem nasion. Przy silnym oddziaływaniu dochodzi nawet do zamierania i wypadania osobników ze zbiorowiska [Vandermeer 1989, Begon i in. 1999, Mackenzie i in. 2002].

Konkurencja między roślinami w zbiorowiskach jest zjawiskiem złożonym i trudno mierzalnym. Zarówno w badaniach ekologicznych, jak i agroekologicznych mało jest uniwersalnych metod oceny oddziaływania pomiędzy roślinami, a te istniejące zostały

Adres do korespondencji – Corresponding author: prof. dr hab. inż. Franciszek Rudnicki, Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, e-mail: rudnicki@atr.bydgoszcz.pl

opracowane głównie w oparciu o wyniki doświadczeń modelowych [de Wit 1960, Martin i Field 1988]. Ocena intensywności oraz efektów konkurencji polega często na określaniu względnej różnicy wielkości badanej cechy, np. ilości wytworzonej biomasy lub plonu, roślin w zbiorowiskach jednogatunkowych i mieszanych. W zależności od metody badań ocena wyrażana jest w postaci wskaźników względnej konkurencji lub względnej reakcji roślin [Weigelt i Jolliffe 2003, Vila i in. 2004].

W agroekosystemach oddziaływania pomiędzy roślinami uprawnymi a chwastami mają najczęściej charakter konkurencji międzygatunkowej. Jej nasilenie określane jest na ogół na podstawie różnicy wielkości elementów plonowania i plonów roślin uprawnych występujących w obecności oraz bez udziału chwastów. Oceniany jest także wpływ roślin uprawnych i ich agrotechniki na skład gatunkowy, liczebność i ilość biomasy chwastów [Rola 1991, Krzymuski 1992, Jędruszczak 1993, Kieć 1996, 2003] oraz na wielkość wskaźników ekologicznych [Wesołowska-Janczarek i in. 2000, Stupnicka-Rodzynkiewicz i in. 2004]. W statystycznym opracowaniu wyników stosowane są metody jedno- i wielowymiarowej analizy wariancji, rachunku korelacji i regresji oraz analizy dyskryminacyjnej [Trętowski i Wójcik 1988, Kubik-Komar i in. 2004].

Celem niniejszej pracy jest zaproponowanie kilku wskaźników do oceny wzajemnej konkurencji między roślinami uprawnymi a chwastami oraz ich weryfikacja na podstawie danych z odpowiednio zaprojektowanego modelu doświadczenia polowego.

WSKAŹNIKI KONKURENCJI

Poznanie konkurencji wzajemnej pomiędzy rośliną uprawną a chwastami jest możliwe jedynie poprzez porównanie jej skutków, ujawniających się w cechach rośliny uprawnej i chwastów w łanie zachwaszczonym, z wielkościami tych cech w łanie nie zachwaszczonym oraz cech chwastów rosnących bez rośliny uprawnej, w tych samych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Dlatego proponowane wskaźniki konkurencyjnego oddziaływania chwastów na roślinę uprawną są oparte na względnych różnicach wielkości poszczególnych mierzalnych cech roślin uprawnych w łanach odchwaszczonych (b) i zachwaszczonych (a). Z kolei względna różnica analogicznych cech chwastów w ich zbiorowisku, bez rośliny uprawnej (c) i w zachwaszczonym łanie (a), wskazuje na reakcję chwastów na konkurencyjne oddziaływanie roślin uprawnych. Tak określone wskaźniki są porównywalne między sobą, a wyrażone procentowo sugestywnie ukazują skutki wzajemnych oddziaływań konkurencyjnych pomiędzy elementami agrofitocenozy.

A. Konkurencja chwastów względem rośliny uprawnej

– wskaźnik oddziaływania chwastów na cechy rośliny uprawnej (K_{cu}) – jako względna różnica wielkości cechy (R) pojedynczej rośliny uprawnej (np.: biomasa, masa nasion, wysokość, długość kłosa, liczba ziaren w kłosie, liczba bulw spod jednej rośliny, liczba strąków na roślinie, powierzchnia liści) na obiekcie b (łan rośliny uprawnej bez chwastów) i na obiekcie a (nie odchwaszczany łan rośliny uprawnej):

$$K_{cu} = (R_b - R_a) \cdot 100 / R_b \ (\%) \qquad (1)$$

gdzie:

R_b – wielkość cechy pojedynczej rośliny uprawnej na obiekcie b (odchwaszczanym),

R_a – wielkość cechy pojedynczej rośliny uprawnej na obiekcie a (nie odchwaszczanym);

– wskaźnik wypierania rośliny uprawnej przez chwasty (K_{wu}) – jako względna różnica obsady roślin lub obsady pędów (O) na obiektach b oraz a:

$$K_{wu} = (O_b - O_a) \cdot 100 / O_b \ (\%) \quad (2)$$

– wskaźnik ograniczania produkcyjności rośliny uprawnej przez chwasty (K_{ou}) – jako względna różnica ilości biomasy/plonu (B) rośliny uprawnej z jednostki powierzchni na obiektach b oraz a:

$$K_{ou} = (B_b - B_a) \cdot 100 / B_b \ (\%) \quad (3)$$

B. Reakcje chwastów na konkurencję rośliny uprawnej

– wskaźnik oddziaływania rośliny uprawnej na gatunek chwastu (K_{uc}) – jako względna różnica cechy (C) pojedynczych roślin danego gatunku chwastu (np. liczba rozgałęzień, długość pędów, liczba liści, biomasa rośliny) na obiektach c oraz a:

$$K_{uc} = (C_c - C_a) \cdot 100 / C_c \ (\%) \quad (4)$$

– wskaźnik wypierania chwastów przez roślinę uprawną (K_{wc}) – jako względna różnica liczby chwastów ogółem lub określonego gatunku (L) na jednostce powierzchni obiektów c oraz a:

$$K_{wc} = (L_c - L_a) \cdot 100 / L_c \ (\%) \quad (5)$$

– wskaźnik ograniczania biomasy (produkcyjności) chwastów przez roślinę uprawną (K_{oc}) – jako względna różnica ilości biomasy chwastów ogółem lub określonego gatunku (M) na jednostce powierzchni obiektów c oraz a:

$$K_{oc} = (M_c - M_a) \cdot 100 / M_c \ (\%) \quad (6)$$

C. Konkurencja wzajemna rośliny uprawnej i chwastów

– wskaźnik konkurencji wzajemnej rośliny uprawnej i chwastów w agrofitocenozie (K_a) – wyznaczony jako względna różnica między sumą biomasy rośliny uprawnej w łanie odchwaszczanym (obiekt b) i chwastów na obiekcie bez rośliny uprawnej (obiekt c) a sumą biomasy rośliny uprawnej i chwastów w łanie nie odchwaszczanym (obiekt a) z takiej samej jednostki powierzchni (m^2) w obu przypadkach:

$$K_a = [(B_b + M_c) - (B_a + M_a)] \cdot 100 / (B_b + M_c) \ (\%) \quad (7)$$

gdzie:

B_b – biomasa (plon) rośliny uprawnej na obiekcie odchwaszczonym b,

B_a – biomasa (plon) rośliny uprawnej na obiekcie nie odchwaszczanym a,

M_c – biomasa chwastów na obiekcie bez rośliny uprawnej c,

M_a – biomasa chwastów na obiekcie z rośliną uprawną a.

PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA METODY

Model doświadczenia i dane źródłowe

Model doświadczenia polowego pozwalającego poznać i ocenić konkurencję wzajemną pomiędzy rośliną uprawną a chwastami powinien obejmować następujące obiekty:

- a – określony gatunek rośliny uprawnej na poletkach nie odchwaszczanych,
- b – ten sam gatunek rośliny uprawnej całkowicie odchwaszczony,
- c – zbiorowisko chwastów bez rośliny uprawnej.

Celowym jest uwzględnienie w doświadczeniu kilku roślin uprawnych jednocześnie. Umożliwia to porównywanie nasilenia zjawiska konkurencji w łanach różnych roślin w tych samych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Z kolei wprowadzenie do modelu doświadczenia dodatkowego czynnika agrotechnicznego pozwala poznać także jego wpływ na konkurencję chwastów względem rośliny uprawnej i odwrotnie. Pozostałe zasady prowadzenia doświadczenia powinny być takie, jakie obowiązują w badaniach agrotechnicznych. Z uwagi na silne efekty oddziaływań brzeżnych i zróżnicowanie zachwaszczenia na małych powierzchniach nie należy zakładać poletek mniejszych niż 6 m^2.

Dane źródłowe niniejszego przykładu (tab. 1 i 2) pochodzą z dwuczynnikowego doświadczenia polowego, przeprowadzonego w układzie równoważnych podbloków, w czterech powtórzeniach. Pierwszym czynnikiem był gatunek zboża jarego: pszenica, jęczmień oraz obiekt kontrolny nie obsiany – od momentu siewu zbóż porastający chwastami (c). Drugim czynnikiem było zachwaszczenie: usuwane chemicznie z poprawką ręczną (obiekt odchwaszczany – b) oraz nie usuwane (obiekt nie odchwaszczany – a). Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego dobrego, w stanowisku po pszenicy ozimej. Nawożenie azotem wynosiło 85 kg $N \cdot ha^{-1}$. Obie rośliny zbożowe wysiewano w tym samym terminie na poletkach o powierzchni 72 m^2. W fazach kłoszenia oraz dojrzałości pełnej zbóż wykonano pomiary biometryczne roślin uprawnych i chwastów.

Tabela 1. Niektóre cechy pszenicy jarej i jęczmienia jarego na obiektach doświadczalnych odchwaszczanych (b) i nie odchwaszczanych (a)

Table 1. Some spring wheat and spring barley characters in experimental objects with (b) and without (a) weed control

Cecha – Character	Jednostka Unit	Pszenica jara Spring wheat		Jęczmień jary Spring barley	
		b*	a*	b*	a*
Liczba pędów – Number of shoots					
– kłoszenie – earing	szt.·m^{-2}	397	378	532	530
– dojrzałość pełna – full maturity	no·m^{-2}	348	327	569	541
Sucha biomasa nadziemna – Dry matter of shoots					
– kłoszenie – earing	g ·m^{-2}	554	356	612	411
– dojrzałość pełna – full maturity		569	414	714	568
Długość pędu – Shoot length	cm	57,5	64,5	70,5	74,0
Liczba ziaren w kłosie – Number of grains per ear	szt. – no	25,2	23,2	19,5	19,2
Masa tysiąca ziaren – Thousand grain weight	g	37,3	32,0	41,7	40,6
Plon ziarna – Grain yield	t·ha^{-1}	3,35	2,78	4,15	3,81

* b – obiekt odchwaszczany – object with weed control
a – obiekt nie odchwaszczany – object without weed control

Tabela 2. Niektóre cechy chwastów w łanach pszenicy jarej i jęczmienia jarego oraz rosnących bez rośliny uprawnej
Table 2. Some characters of weeds in spring wheat and spring barley fields and growing without a crop

Cecha – Character	Jednostka Unit	Pszenica jara Spring wheat a*		Jęczmień jary Spring barley a*		Zbiorowisko chwastów Weed community c*	
		I**	II***	I**	II***	I**	II***
Chwasty ogółem Total weeds	szt.·m^{-2} no·m^{-2}	108	79	94	81	121	204
Sucha biomasa chwastów Dry matter of weeds	g·m^{-2}	96	116	108	67	729	997
Komosa biała – White goose-foot							
– liczba roślin – number of plants	szt.·m^{-2} no·m^{-2}	23	18	28	18	41	58
– długość pędu – shoot length	cm	22	39	34	42	40	61
– sucha biomasa – dry matter	g·m^{-2}	29,7	17,4	28,6	14,4	207	240

* a, c – obiekty doświadczalne – experimental objects
** kłoszenie zbóż – earing of cereals
*** dojrzałość pełna zbóż – full maturity of cereals

Obliczenia

Na podstawie danych zawartych w tabelach 1 i 2 dokonano obliczeń wskaźników wzajemnego oddziaływania pomiędzy pszenicą jarą w dojrzałości pełnej a chwastami. Wartość pozostałych wskaźników, obliczonych analogicznie, zamieszczono w tabeli 3.

Wskaźniki oddziaływania chwastów na cechy pszenicy jarej:
– długość pędu – K_{cu} = (57,5 – 64,5) · 100 / 57,5 = -12,2%,
– liczba ziaren w kłosie – K_{cu} = (25,2 – 23,2) · 100 / 25,2 = 7,9%,
– masa tysiąca ziaren – K_{cu} = (37,3 – 32,0) · 100 / 37,3 = 14,2%.

Wskaźnik wypierania pszenicy jarej przez chwasty:
K_{wu} = (348 – 327) · 100 / 348 = 6,0%.

Wskaźniki ograniczania produkcyjności łanu pszenicy jarej przez chwasty:
– biomasa nadziemna – K_{ou} = (569 – 414) · 100 / 569 = 27,2%,
– plon ziarna – K_{ou} = (3,35 – 2,78) · 100 / 3,35 = 17,0%.

Wskaźnik oddziaływania roślin pszenicy jarej na komosę białą:
– długość pędu komosy – K_{uc} = (61 –39) · 100 / 61 = 36,1%.

Wskaźniki wypierania chwastów z łanu przez pszenicę jarą:
– chwasty ogółem – K_{wc} = (204 – 79) · 100 / 204 = 61,3%,
– komosa biała – K_{wc} = (58 – 18) · 100 / 58 = 69,0%.

Wskaźnik ograniczania biomasy chwastów przez pszenicę jarą:
– chwasty ogółem – K_{oc} = (997 – 116) · 100 / 997 = 88,4%,
– komosa biała – K_{oc} = (240 – 17,4) · 100 / 240 = 92,8%.

Wskaźnik konkurencji wzajemnej roślin pszenicy jarej i chwastów w agrofitocenozie łanu:
K_a = [(569 + 997) – (414 + 116)] · 100 / (569 + 997) = 66,2%.

Tabela 3. Wskaźniki konkurencji (%) wzajemnej pomiędzy roślinami pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego a chwastami w łanach
Table 3. Indicators of competition (%) between spring wheat as well as spring barley plants and weeds in fields

Cecha – Character	Wskaźnik Indicator	Pszenica jara Spring wheat		Jęczmień jary Spring barley	
		I**	II***	I**	II***
Konkurencja chwastów dla zbóż – Competition of weeds for cereals					
Liczba pędów – Number of shoots	K_{wu}	4,8	6,0	0,4	4,9
Biomasa nadziemna – Dry matter of shoots	K_{ou}	35,7	36,2	32,8	20,4
Długość pędu – Shoot length	K_{cu}		-12,2		-5,0
Liczba ziaren w kłosie – Number of grains per ear	K_{cu}		7,9		1,5
Masa tysiąca ziaren – Thousand grain weight	K_{cu}		14,2		2,6
Plon ziarna – Grain yield	K_{ou}		17,0		8,2
Konkurencja roślin zbożowych dla chwastów – Competition of cereal crops for weeds					
Chwasty ogółem (liczba) – Total weeds (number)	K_{wc}	10,7	61,3	22,3	60,3
Chwasty ogółem (biomasa) – Total weeds (biomass)	K_{oc}	86,8	88,4	85,2	93,3
Komosa biała – White goose-foot					
– liczba – number	K_{wc}	43,9	69,0	31,7	69,0
– długość pędu – shoot length	K_{uc}	45,0	36,1	15,0	31,1
– masa pędów – weight of shoots	K_{oc}	85,7	92,8	86,2	94,0
Konkurencja wzajemna zbóż i chwastów – Competition between cereals and weeds					
Agrofitocenoza łanu – field agrophytocenosis	Ka	64,8	66,2	61,3	62,9

** kłoszenie zbóż – earing of cereals
*** dojrzałość pełna zbóż – full maturity of cereals

Interpretacja i omówienie wyników

Wskaźniki konkurencyjnego oddziaływania chwastów na roślinę uprawną (K_{cu}, K_{wu}, K_{ou}) świadczą o skutkach konkurencji chwastów, ujawniających się redukcją danej cechy rośliny uprawnej w łanie zachwaszczonym w odniesieniu do tej cechy w łanie bez chwastów i są wyrażone w procentach. Im większa jest dodatnia wartość danego wskaźnika, tym silniejsza konkurencja chwastów z rośliną uprawną. Zerowa lub bliska zeru wartość wskaźnika świadczy o braku takiej konkurencji, a jego ujemna wartość o stymulującym wpływie chwastów na ocenianą cechę rośliny uprawnej.

Analogiczna jak powyżej jest interpretacja wskaźników reakcji chwastów na konkurencję rośliny uprawnej (K_{uc}, K_{wc}, K_{oc}), z tym że świadczą one o skutkach konkurencji rośliny uprawnej ujawniających się w cechach chwastów.

Wskaźnik konkurencji wzajemnej rośliny uprawnej i chwastów (K_a) obrazuje sumę skutków wzajemnych oddziaływań konkurencyjnych rośliny uprawnej i chwastów w łanie zachwaszczonym. Wzrastające wartości tego wskaźnika (do 100) świadczą o nasilającej się konkurencji między komponentami danej agrofitocenozy. Gdy wskaźnik przyjmuje wartość zero, to w łanie zachwaszczonym nie zachodzi konkurencja między rośliną uprawną a chwastami, natomiast całkowita ilość wytworzonej biomasy jest taka sama jak suma biomasy rośliny uprawnej i chwastów rosnących rozłącznie. Ujemna wartość wskaźnika K_a informuje, że łączna ilość biomasy w badanej agofitocenozie jest większa niż suma biomasy poszczególnych jej komponentów. Współwystępujące komponenty wzajemnie się stymulują lub stymulujące oddziaływanie jednego z nich na drugi jest większe niż wpływ konkurencyjny komponentu drugiego na pierwszy.

W prezentowanym przykładzie wskaźnik wypierania pszenicy jarej przez chwasty, zarówno w fazie kłoszenia, jak i dojrzałości pełnej, był nieco większy niż wskaźnik wypierania pędów jęczmienia jarego (tab. 3). Niekorzystne oddziaływanie zachwaszczenia na liczbę ziaren w kłosie i masę tysiąca ziaren zbóż jarych ujawniło się w większym stopniu u pszenicy – K_{cu} odpowiednio 7,9 i 14,2% niż u jęczmienia – K_{cu} = 1,5 i 2,6%. Pszenica jara na obecność chwastów reagowała także większym spadkiem masy pędów – zarówno w fazie kłoszenia, jak i dojrzałości pełnej – oraz większą redukcją plonu ziarna – K_{ou} = 17,0% w porównaniu z jęczmieniem jarym – K_{ou} = 8,2%.

Konkurencyjny wpływ pszenicy jarej i jęczmienia jarego na chwasty, w tym na komosę białą, był znacznie większy niż chwastów na zboża. Wskaźnik wypierania chwastów ogółem i komosy białej (K_{wc}) przyjmował większą wartość w fazie dojrzałości pełnej niż w fazie kłoszenia. Wyniósł on w zależności od gatunku zboża jarego od 10,1 do 61,3% – chwasty ogółem i od 31,7 do 69,0% – komosa biała. Wskaźnik ograniczania biomasy (K_{oc}) chwastów ogółem wyniósł natomiast aż 85,2-93,3%, a komosy białej 85,7-94,0%.

W przeciwieństwie do stymulującego wpływu chwastów na długość pędów zbóż jarych (K_{cu} od -5,0 do -12,2%) zarówno pszenica, jak i jęczmień ograniczały długość pędów komosy białej (K_{uc} od 15,0 do 45,0%).

Konkurencja wzajemna pomiędzy zbożami a chwastami, w fazie kłoszenia i dojrzałości pełnej, były silniejsze w łanie pszenicy jarej – K_a odpowiednio 64,8 i 66,2% niż w łanie jęczmienia jarego – K_a = 61,3 i 62,9%.

PODSUMOWANIE

Przyjęta względna różnica wielkości cech roślin uprawnych i chwastów jako istota metody oceny wzajemnych wpływów pomiędzy elementami agrofitocenozy pozwala nie tylko na określenie wielkości, ale także na porównanie efektów konkurencyjnego oddziaływania chwastów na rośliny uprawne i roślin uprawnych na chwasty. Różne bezwzględne miary poszczególnych cech lub znacznie różniąca się wielkość danej cechy w czasie są bowiem wyrażone w postaci wskaźników o takiej samej skali wartości. Podobny sposób określania poszczególnych wskaźników oddziaływania konkurencyjnego umożliwia porównanie efektów tych wpływów na różne organy rośliny, różne gatunki roślin czy rośliny znajdujące się w różnych fazach rozwojowych.

Prezentowany sposób oceny oddziaływań konkurencyjnych może także służyć ocenie wpływu elementów agrotechniki (uprawy roli, nawożenia, pielęgnacji itp.) na kształtowanie się zachwaszczenia, co jest często przedmiotem badań z zakresu agrotechniki. W doświadczeniach tych, podobnie jak i w doświadczeniu modelowym, istotne jest jednak, aby potencjalne zachwaszczenie na poszczególnych obiektach było podobne, a jego obserwowane zmiany ilościowe wynikały z oddziaływania rośliny współwystępującej lub jej agrotechniki.

PIŚMIENNICTWO

Begon M., Mortimer M., Thompson D.J., 1999. Ekologia populacji. Studium porównawcze zwierząt i roślin. PWN Warszawa.

De Wit C.T., 1960. On competition. Verslagen van Landouwkundige Onderzoekingen. 66, 1-82.

Jędruszczak M., 1993. Studia nad wybranymi fazami rozwojowymi chwastów w łanach roślin uprawnych. AR Lublin, Rozpr. nauk. 151.
Kieć J., 1996. Badania nad biologią owsa głuchego (*Avena fatua* L.). Cz. II. Konkurencyjność różnych odmian owsa głuchego w stosunku do jęczmienia jarego. Acta Agrobot. 49(1-2), 59-66.
Kieć J., 2003. Konkurencyjność pszenżyta jarego w stosunku do owsa głuchego. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 490, 105-111.
Krzymuski J., 1992. Produkcyjne skutki zmniejszania nakładów na uprawę zbóż. Konf. nauk. Produkcyjne skutki zmniejszania nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych, Olsztyn, 6-20.
Kubik-Komar A., Jędruszczak M., Wesołowska-Janczarek M., 2004. Ocena zmian w zbiorowisku chwastów pszenicy ozimej pod wpływem sposobów uprawy roli z zastosowaniem wielowymiarowych metod statystycznych. Fragm. Agron. 1(81), 42-55.
Mackenzie A., Ball A.S. Virdee S.R., 2002. Ekologia, krótkie wykłady. PWN Warszawa.
Martin M.P.L.D., Field R.J., 1988. Influence of time of emergence of wild oat on competition with wheat. Weed Res. 28(2), 111-116.
Rola J., 1991. Ekologiczno-ekonomiczne podstawy chemicznej walki z chwastami na polach uprawnych. Mat. sesji nauk. IOR, cz. I, 110-124.
Stupnicka-Rodzynkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A., 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(2), 235-245.
Trętowski J., Wójcik A.R., 1988. Metodyka doświadczeń rolniczych. WSRP Siedlce.
Vandermeer J., 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press.
Vila M., Williamson M., Lonsdale M., 2004. Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact? Biological Invasions 6, 59-69.
Weigelt A., Jolliffe P., 2003. Indices of plant competition. J. Ecol. 91, 707-720.
Wesołowska-Janczarek M., Kubik-Komar A., Jędruszczak M., 2000. Zastosowanie współczynników bioróżnorodności do badania wpływu sposobu uprawy i dawki herbicydów na zbiorowisko chwastów. XXX Colloqium Biometryczne, Polskie Towarzystwo Biometryczne Lublin, 333-344.

EVALUATION OF THE COMPETITIVE EFFECT BETWEEN CROPS AND WEEDS IN FIELDS

Abstract. The paper presents a field experiment model to investigate the competition between the crop and weeds in agrophytocenosis. Indicators were proposed to be used to evaluate the effects of these interactions. The indicators are based on the relative differences in the number of individuals, amount of biomass and the value of biometric characters of the plants, thus allowing us to define and to compare the reactions of the crop to weed infestation, reactions of respective weed species and weed communities to the competition from the crop and to evaluate the competition between the crop and weeds in a given agrophytocenosis. The method of defining respective indicators of competitive effects makes it possible to compare these effects in different species, at different development stages and for different plant organs.

Key words: competition, crop, weed, indicators

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 25.05.2006