Weed infestation variability of the new winter wheat cultivars depending on the tillage system

Zmienność zachwaszczenia nowych odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli

Ryszard Weber, Hanna Gołębiowska

Summary

The aim of this work is the analysis of weed infestation variability in relation to the level of intensity of soil cultivation. Experiments were carried out from 2008 untill 2010 in the area of Jelcz-Laskowice community on the good rye complex. The following experimental factors were investigated: I factor – tillage system: a) conventional tillage, b) direct seeding, c) zero-tillage; II factor – winter wheat cultivars: a) Muszelka, b) Ostka Strzelecka, c) Kohelia, d) Satyna. Rape was a forecrop. The analysis of weed infestation variability was carried out with the aid of log-linear analysis and correspondence. Based on that analysis it could be claimed that *Veronica persica* and *Viola arvensis* were dominating weeds. However, *Elymus repens* and *Anthemis arvensis* were present in smaller amounts per surface regardless of the cultivar and tillage system. *Veronica persica*, *Viola arvensis*, *Stellaria media* and *Apera spica-venti* were present in higher abundance when direct sowing was applied in comparison to the other tillage systems. Competitive ability of cultivars is largely dependent on the tillage system. Satyna cultivar limited the investigated weed species at higher degree than other winter wheat cultivars when direct sowing and ploughing were applied. However, when zero-tillage was applied, weed infestation of Satyna cultivar was the highest.

Key words: winter wheat, variability of weed infestation, cultivars

Streszczenie

Celem pracy jest analiza zmienności zachwaszczenia odman pszenicy ozimej w zależności od stopnia intensywności uprawy roli. Badania przeprowadzono w latach 2008–2010 na obszarze gminy Jelcz-Laskowice na glebie kompleksu żytniego dobrego. Badano następujące czynniki doświadczenia: czynnik I – systemy uprawy roli: a) uprawa tradycyjna, b) uprawa bezorkowa, c) uprawa zerowa; czynnik II – odmiany pszenicy ozimej: a) Muszelka, b) Ostka Strzelecka, c) Kohelia, d) Satyna. Przedplonem był rzepak. Analizę zmienności zachwaszczenia przeprowadzono przy pomocy analizy log-liniowej i korespondencji. Na podstawie analizy log-liniowej można stwierdzić, że *Veronica persica* i *Viola arvensis* były dominującymi chwastami. *Elymus repens*, *Capsella bursa pastoris*, *Galium aparine* i *Anthemis arvensis* odznaczały się istotnie mniejszą liczbą na jednostce powierzchni niezależnie od odmiany i systemu uprawy roli. W warunkach siewu bezpośredniego, w porównaniu do pozostałych systemów uprawy stwierdzono istotnie większe liczebności: *Veronica persica*, *Viola arvensis*, *Stellaria media* i *Apera spica-venti.* Zdolność konkurencyjna odmian jest w dużym stopniu uzależniona od systemu uprawy roli. Odmiana Satyna ograniczała liczebność badanych gatunków chwastów w większym stopniu niż pozostałe odmiany pszenicy ozimej jedynie na poletkach uprawy płużnej i bezpłużnej. W warunkach siewu bezpośredniego Satyna odznaczała się największym zachwaszczeniem.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, zmienność zachwaszczenia, odmiany

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli
Orzechowa 61, 50-540 Wrocław
rweber@iung.pulawy.pl

Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53 (2): 310-315
ISSN 1427-4337

Wstęp / Introduction

Obecnie, głównie ze względów ekonomicznych, jak również ochrony środowiska stosuje się w coraz większym stopniu uproszczenia w uprawie roli. Wyniki badań wskazują, że długoletnia uprawa bezpłużna na tym samym polu odznacza się porównywalnym plonowaniem roślin z wynikami uzyskanymi w uprawie konwencjonalnej (Anken i wsp. 2004). W pierwszych latach stosowania uproszczeń w uprawie roli plony zbóż są najczęściej niższe od plonowania w warunkach uprawy konwencjonalnej (Stavi i wsp. 2011). Czynnikiem który w dużym stopniu ogranicza plony roślin w warunkach bezpłużnych systemów uprawy jest duże zachwaszczenie (Ozpinar 2006). Znaczne zróżnicowane genetyczne odmian pszenicy wskazuje jednak, że możliwe są do wyodrębnienia nowe genotypy tego gatunku, które będą odznaczały się dobrym przystosowaniem do niekorzystnych warunków środowiska. Odmiany te, szczególnie w początkowym okresie wzrostu powinny charakteryzować się dużą konkurencyjnością w stosunku do populacji chwastów występujących w określonym środowisku. Konkurencyjność odmian przejawia się najczęściej szybkim krzewieniem i przyrostem biomasy w początkowych fazach rozwoju oraz dużą powierzchnią liści zdolnych do przechwytywania światła. Mason i Spaner (2006) wykazali, że rośliny z bardziej rozbudowanym systemem korzeniowym wykazują również zwiększoną konkurencyjność w stosunku do populacji chwastów.

Celem pracy jest analiza zmienności zachwaszczenia odmian pszenicy ozimej w zależności od stopnia intensywności uprawy roli.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w latach 2008–2010 na obszarze gminy Jelcz-Laskowice na glebie kompleksu żytniego dobrego. Doświadczenie dwuczynnikowe założono w układzie split-split-plot w 4 powtórzeniach, na glebie płowej – piasku gliniastym mocnym, zalegającym na glinie lekkiej. Przedplonem w każdym roku badań był rzepak uprawiany na polu bezpośrednio przylegającym do doświadczenia. Badano następujące czynniki doświadczenia: czynnik I – systemy uprawy roli: a) uprawa tradycyjna, b) uprawa bezorkowa, c) uprawa zerowa (tab. 1); czynnik II – odmiany pszenicy ozimej z różnych grup jakości technologicznej ziarna: a) Muszelka (grupa B), b) Ostka Strzelecka (grupa A), c) Kohelia (grupa A), d) Satyna (grupa C). Wymienione odmiany pszenicy ozimej należą do najczęściej uprawianych na obszarze Dolnego Śląska. Liczbę chwastów na każdym analizowanym obiekcie oceniano losowo metodą ramkową na powierzchni 0,25 m^2 w fazie 2–3 liści pszenicy ozimej. Na każdym obiekcie analizowano sumaryczne liczebności poszczególnych gatunków chwastów uzyskane z 4 powtórzeń w trzech latach badań. Wielkość poletka doświadczalnego wynosiła 30 m^2.

Do analizy statystycznej wybrano 13 najczęściej występujących gatunków chwatów: *Brassica napus* L. *Viola arvensis* Murr. (VIOLAR), *Stellaria media* (L.) Vill. (STEME), *Veronica persica* Poir. (VERPE), *Apera spica-venti* L. (APESV), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med. (CAPBP), *Anthemis arvensis* L. (ANTAR), *Geranium pusillum* L. (GERPU), *Galium aparine* L. (GALAP), *Lamium purpureum* L. (LAMPU), *Elymus repens* (L.) Gould. (ELYRE), *Chenopodium album* L. (CHEAL), *Sinapsis arvensis* L (SINAR). Związki między liczbą poszczególnych gatunków chwastów na jednostce powierzchni, odmianami pszenicy i sposobem uprawy roli badano przy pomocy analizy log-liniowej. Wszelkie istotne odchylenia liczebności obserwowanych od oczekiwanych wskazują w tej analizie na istnienie zależności (interakcji) między badanymi zmiennymi. Po przekształceniu logarytmicznym wartości oczekiwanych model przyjmuje postać liniową, która w najprostszym przypadku może być przedstawiona wzorem:

$$Ln(E_{ij}) = M. + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_{ij}^{XY}$$

gdzie: E_{ij} – wartości oczekiwane, M. – ogólna średnia oparta na równej liczebności w każdej komórce, λ_i^X – efekt i-tej wartości zmiennej X, λ_j^Y – efekt j-tej wartości zmiennej Y, λ_{ij}^{XY} – efekt interakcji i-tej wartości zmiennej X oraz j-tej wartości zmiennej Y.

Tabela 1. Systemy uprawy roli
Table 1. Tillage systems

Uprawa roli Tillage system	Zabiegi uprawowe – Cultivation measures
Tradycyjna (płużna) Conventional tillage	uprawa pożniwna – gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy uprawa podstawowa – orka pługiem na głębokość 25 cm + brona uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy) post-harvest cultivation – Gruber at 15 cm + string roller basic land preparation – ploughing to the depth of 25 cm + harrow pre-plant tillage – combined tillage unit (cultivator + string roller)
Uproszczona (uprawa bezorkowa) Reduced tillage	uprawa pożniwna – kultywator z redlicami typu gęsiostopka uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy) post-harvest cultivation – Gruber at 15 cm + string roller pre-plant tillage – combined tillage unit (cultivator + string roller)
Zerowa (siew bezpośredni) No-tillage	siew bezpośredni – siewnik Great Plains z podwójnymi talerzowymi redlicami wysiewającymi i krojem tarczowym przed redlicami direct sowing – Great Plains drill with a double disc drilling unit and a cultivating disc

Model log-liniowy pozwala na weryfikację hipotezy zerowej, która zakłada brak współdziałań dwóch lub więcej analizowanych zmiennych. Umożliwia również, po odrzuceniu nieistotnych interakcji, ocenę wpływu poszczególnych czynników na zmienność badanej populacji chwastów. W celu analizy zmienności liczebności gatunków chwastów w zależności od odmiany i sposobów uprawy roli zastosowano analizę korespondencji. Analiza korespondencji umożliwia ocenę struktury zależności odmian od pozostałych analizowanych czynników doświadczenia. Analiza ta odmiany z przestrzeni 39 wymiarowej (3 systemy uprawy × 13 gatunków chwastów) przedstawia na dwuwymiarowych wykresach w ten sposób, aby zachować największy zasób zmienności badanych genotypów z pierwotnej wielowymiarowej przestrzeni.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Obliczone statystyki Chi^2 dla efektów głównych i interakcji drugiego rzędu wykazywały istotne wartości. Dlatego hipotezę o braku zależności liczby gatunków chwastów od systemów uprawy roli i odmian należy odrzucić na poziomie $p < 0,01$. Wybór optymalnego modelu statystycznego określającego wpływ odmian i systemów uprawy na liczebność analizowanych gatunków chwastów umożliwiają dane zawarte w tabeli 2.

Analiza log-liniowa wykazała istotne różnice liczebności badanych gatunków chwastów w zależności od systemów upraw i odmiany. Istotne interakcje pomiędzy odmianami i gatunkami chwastów oraz systemami uprawy i gatunkami chwastów wskazują na duży wpływ wymienionych czynników doświadczenia na zachwaszczenie plantacji. Istotna interakcja występowania gatunków chwastów z systemami uprawy potwierdza znacznie zróżnicowaną liczebność badanych gatunków chwastów w systemie uprawy konwencjonalnej i bezpłużnej. Współdziałania pomiędzy odmianami i gatunkami chwastów oznaczają, że odmiany niezależnie od systemów uprawy miały istotny wpływ na liczbę badanych gatunków chwastów. Na podstawie analizy log-liniowej z tabeli 2. i 3. można stwierdzić, że odmiany pszenicy ozimej w warunkach siewu bezpośredniego odznaczały się większym zachwaszczeniem niż na poletkach z konwencjonalnym systemem uprawy. Uprawa zerowa, w porównaniu do wariantu uproszczonego, nie przyczyniła się do wzrostu populacji chwastów na poletkach obsianych odmianą Kohelia.

Tabela 2. Testy związku brzegowego i cząstkowego oraz interakcje między badanymi czynnikami
Table 2. Tests of main effects, marginal and partial associations and interactions between experiment factors

Efekt Effect	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Chi^2 związek czastkowy Partial association	Istotność poziom Significant level (p)	Chi^2 związek brzegowy Marginal association	Istotność poziom Significant level (p)
Odmiany Cultivars (1)	2	555,389	0,0000	555,3889	0,0000
System uprawy Tillage systems (2)	3	14,017	0,0028	14,0175	0,0028
Gatunki chwastów Weed species (3)	12	1569,041	0,0000	1569,041	0,0000
1 × 2	6	173,173	0,0000	184,552	0,0000
1 × 3	24	343,325	0,0000	354,703	0,0000
2 × 3	36	163,205	0,0000	174,579	0,0000

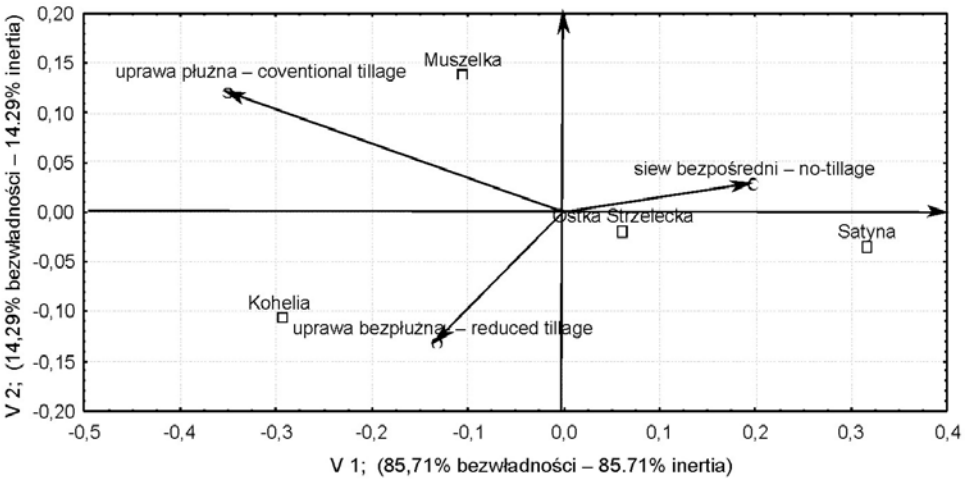
Tabela 3. Liczebności gatunków chwastów w zależności od systemu uprawy i odmiany
Table 3. Marginal frequencies of weed species in relation to tillage systems and winter wheat cultivars

Gatunki chwastów Weed species	Uprawa płużna – Conventional tillage				
	odmiany – cultivars				razem – sum
	Muszelka	Ostka Strzelecka	Kohelia	Satyna	
1	2	3	4	5	6
APESV	15	12	12	3	42
BRSNA	15	6	3	6	30
VIOAR	12	12	9	9	42
GERPU	12	0	12	0	24
VERPE	87	48	57	15	207
GALAP	6	6	3	0	15
LAMPU	21	18	36	3	78

1	2	3	4	5	6
STEME	15	15	24	18	72
ANTAR	27	6	0	6	39
CAPBP	3	0	0	3	6
ELYRE	0	3	3	0	6
CHEAL	6	3	18	6	33
SINAR	3	3	3	0	9
Razem – Total	222	132	180	69	603
	Uprawa uproszczona – Reduced tillage				
APESV	15	9	27	21	72
BRSNA	30	33	39	15	117
VIOAR	30	39	30	36	135
GERPU	9	18	12	9	48
VERPE	42	39	36	27	144
GALAP	12	9	12	12	45
LAMPU	18	15	24	9	66
STEME	27	24	42	27	120
ANTAR	3	6	9	6	24
CAPBP	3	3	3	6	15
ELYRE	0	3	3	0	6
CHEAL	12	12	15	15	54
SINAR	12	15	21	15	63
Razem – Total	213	225	273	198	909
	Siew bezpośredni – Direct sowing				
APESV	33	33	30	33	129
BRSNA	84	93	63	63	303
VIOAR	24	45	45	45	159
GERPU	15	27	9	24	75
VERPE	123	81	30	138	372
GALAP	0	0	0	0	0
LAMPU	45	21	9	24	99
STEME	51	48	30	60	189
ANTAR	6	6	3	12	27
CAPBP	3	3	27	33	66
ELYRE	9	18	3	9	39
CHEAL	18	27	6	30	81
SINAR	24	39	12	72	147
Razem – Total	435	441	267	543	1686

Oznaczenia – Designation: APESV – *Apera spica-venti*, BRSNA – *Brassica napus*, VIOLAR – *Viola arvensis*, STEME – *Stellaria media*, VERPE – *Veronica persica*, CAPBP – *Capsella bursa-pastoris*, ANTAR – *Anthemis arvensis*, GERPU – *Geranium pusillum*, GALAP – *Galium aparine*, LAMPU – *Lamium purpureum*, ELYRE – *Elymus repens*, CHEAL – *Chenopodium album*, SINAR – *Sinapsis arvensis*

Odmiana Satyna ograniczała liczebność badanych gatunków chwastów w większym stopniu niż pozostałe odmiany pszenicy ozimej jedynie na poletkach uprawy płużnej i w mniejszym stopniu bezpłużnej. W warunkach siewu bezpośredniego Satyna odznaczała się największym zachwaszczeniem. Na podstawie analizy log-liniowej z tabeli 2. i 3. można stwierdzić, że *V. persica* i *V. arvensis* były dominującymi chwastami. *E. repens*, *A. arvensis*, *G. aparine* i *C. bursa-pastoris* odznaczały się istotnie mniejszą liczbą na jednostce powierzchni niezależnie od odmiany i systemu uprawy roli. Zwiększone zachwaszczenie w warunkach uprawy bezpłużnej i siewu bezpośredniego było w dużym stopniu spowodowane samosiewami rzepaku pochodzącymi z osypanych nasion rośliny przedplonowej. W warunkach siewu bezpośredniego w porównaniu do pozostałych systemów uprawy stwierdzono istotnie większe liczebności *V. persica*, *V. arvensis*, *S. media* i *A. spica-venti*. W dalszej części



Rys. 1. Analiza korespondencji zmienności systemów uprawy i odmian pszenicy ozimej w zależności od liczby gatunków chwastów
Fig. 1. Variability of tillage systems and cultivars of winter wheat depending on the number of weed species

opracowania określono strukturę zależności liczebności chwastów od analizowanych czynników doświadczenia: systemów uprawy roli i odmian. W tym celu wykorzystano analizę korespondencji spopularyzowaną w pracach Hilla (1974), która często określana jest jako analiza odpowiedniości, skalowanie optymalne lub analiza jednorodności. Wykres odzwierciedlający reakcję odmian na analizowane czynniki doświadczenia przedstawiono w przestrzeni dwuwymiarowej w ten sposób, aby zachować pełną informację o zróżnicowanych oddziaływaniach czynników doświadczenia na liczebność populacji badanych gatunków chwastów (rys. 1). Analizując rozmieszczenie poszczególnych odmian w przestrzeni dwuwymiarowej możemy stwierdzić, że każda z odmian tworzy odrębną jednoelementową grupę jednorodną różniącą się znacznie zmiennością liczebności chwastów w zależności od systemu uprawy. Świadczą o tym duże odległości pomiędzy odmianami na analizowanym wykresie – biplocie. Wektory uprawy płużnej i uproszczonej są skierowane pod kątem 90°. Oznacza to brak korelacji pomiędzy tymi systemami uprawy pod względem liczebności analizowanych chwastów. Kąty pomiędzy wektorem siewu bezpośredniego i pozostałymi systemami uprawy wskazują na ujemną zależność pomiędzy tymi zmiennymi. Zróżnicowane kierunki wektorów uprawy płużnej, uproszczonej i zerowej wskazują, że analizowane systemy uprawy różniły się znacznie pod względem liczebności badanych gatunków chwastów. Rzuty prostopadłe punktów reprezentujących odmiany na wektory systemów uprawy potwierdzają wyższe zachwaszczenie odmiany Muszelka w uprawie płużnej, odmiany Satyna w środowisku siewu bezpośredniego i odmiany Kohelia w warunkach uprawy uproszczonej. Przedstawione wyniki badań wskazują, że zdolność konkurencyjna odmian jest w dużym stopniu uzależniona od środowiska glebowo-klimatycznego uprawy. Często stare odmiany „miejscowe" ograniczają populację chwastów w większym stopniu niż nowe wysoko plonujące genotypy (Watson i wsp. 2006). Różnice odmianowe roślin uprawnych pod względem tłumienia niektórych gatunków chwastów mogą również wynikać z ich właściwości allelopatycznych (Gniazdowska i wsp. 2004). Pszenica jest znanym gatunkiem pod względem efektów allelopatycznych w stosunku do chwastów (Alsaadawi 2001). Fitotoksyczne związki chemiczne uwalniane przez liście roślin lub korzenie powinny hamować rozwój określonych gatunków chwastów w stadium ich początkowego wzrostu. Często badania laboratoryjne nie potwierdzają się w warunkach naturalnych z powodu istotnej interakcji genotypowo-środowiskowej (pH gleby, materia organiczna, zawartość makro- lub mikroelementów), która hamuje ekspresję genów odpowiedzialnych za określony związek chemiczny (Xuan i wsp. 2005). W uprawach bezpłużnych wytworzony mulcz z pozostałości pożniwnych zmniejsza gęstość biomasy chwastów o około 90% w stosunku do obiektów, gdzie słomę w całości usunięto z pola (Putnam i DeFrank 1983). Znane są również właściwości autotoksyczne pozostałości pożniwnych pszenicy w stosunku do zbóż wysianych jako rośliny następcze (Opoku i wsp. 1997). Liczba chwastów na jednostce powierzchni w zasiewach pszenicy po przedplonie pszenicy może być mniejsza w porównaniu do wyników uzyskanych po rzepaku (Weber i wsp. 2011).

Wnioski / Conclusions

1. Na podstawie analizy log-liniowej można stwierdzić, że V. *persica* i V. *arvensis* były dominującymi chwastami. *E. repens*, *A. arvensis*, *G. aparine* i *C. bursa-pastoris* odznaczały się istotnie mniejszą liczbą na jednostce powierzchni niezależnie od odmiany i systemu uprawy roli.
2. W warunkach siewu bezpośredniego w porównaniu do pozostałych systemów uprawy stwierdzono istotnie większe liczebności: *V. persica*, *V. arvensis*, *S. media* i *A. spica-venti.*
3. Zdolność konkurencyjna odmian jest w dużym stopniu uzależniona od systemu uprawy roli. Odmiana Satyna ograniczała liczebność badanych gatunków chwastów w większym stopniu niż pozostałe odmiany pszenicy ozimej jedynie na poletkach uprawy płużnej i bez-

płużnej. W warunkach siewu bezpośredniego odmiana Satyna odznaczała się największym zachwaszczeniem.

Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.6 w programie wieloletnim Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego.

Literatura / References

Alsaadwi I.S. 2001. Allelopatihic influence of decomposing wheat residues in agroecosystems. J. Crop Production 4: 185–196.

Anken T., Weisskopf P., ZihlmannU., Forrer H.R., Jansa J., Perhacova K. 2004. Long-term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland. Soil Till. Res. 78 (2): 171–183.

Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. 2004. Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. Kosmos 53 (2): 207–217.

Hill M.O. 1974. Correspondence analysis: A neglected multivariante metod. Apel. Statist. 23: 340–354.

Mason H.E., Spaner D. 2006. Competitive ability of wheat in conventional and organic management systems. Can. J. Plant Sci. 86: 333–343.

Opoku G., Vynl T.J., Voroney R.I. 1997. Wheat straw placement effects on total phenolic compounds in soil and corn seedling growth. Can. J. Plant Sci. 77: 301–305.

Ozpinar S. 2006. Effects of tillage systems on weed population and economics for winter wheat production under the Mediterranean dryland conditions. Soil Till. Res. 87: 1–8.

Putnam A.R., Defrank J., Barnes J.P. 1983. Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. J. Chem. Ecol. 9: 1001–1010.

Stavi I., Lal R., Owens L.B. 2011. On-farm effects of no-till versus occasional tillage on soil quality and crop yields in eastern Ohio. Agron. Sustain. Develop. 31 (3): 475–482.

Watson P.R., Derksen D.A., Van Acker R.C. 2006. The ability of 29 barley cultivars to compete and withstand competition. Weed Sci. 54: 783–792.

Weber R., Gołębiowska H., Bortniak M. 2011. Long-linear and correspondence analysis of variability of weed infestation of several winter wheat cultivars in relation to tillage system and preceding crop stubble height. J. Plant Prot. Res. 51 (4): 399–404.

Xuan T.D., Tawata S., Khanh T.D., Chung I.M. 2005. Biological control of weeds and plant pathogens in paddy fields by exploiting plant allelopathy: an overview. Crop Prot. 24: 197–206.