

WPLYW UPRAWY WIERZBY ENERGETYCZNEJ NA RÓŻNORODNOŚĆ GATUNKOWĄ CHWASTÓW NA PLANTACJI I POLACH PRZYLEGLYCH*

MAREK MARKS¹, MAGDALENA JASTRZĘBSKA, MARTA K. KOSTRZEWSKA, KINGA TREDER

*Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
Pl. Łódzki 3, 10-718 Olsztyn*

Synopsis. Celem pracy było określenie wpływu uprawy wierzby energetycznej na gruntach ornych na bioróżnorodność i skład gatunkowy chwastów na plantacji i przyległych polach uprawnych. Badania prowadzono w oparciu o doświadczenie polowe zlokalizowane w Stacji Rolniczo-Doświadczalnej w Bałdach należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Wiosną i w pełni sezonu wegetacyjnego metodą ramkową oznaczono liczbę i skład gatunkowy chwastów, a następnie zważono ich suchą masę. Bioróżnorodność zbiorowisk opisano za pomocą wskaźników biologicznych wyliczonych w oparciu o uzyskane wcześniej wyniki. Nie stwierdzono wpływu plantacji wierzby na skład gatunkowy i strukturę zbiorowisk sąsiadujących pól uprawnych. Plantacje roślin lignocelulozowych były zachwaszczone w przewadze przez gatunki wieloletnie, charakterystyczne dla siedlisk ruderalnych (*Plantago intermedia*, *Poa nemoralis*, *Rumex obtusifolius*, *Solidago virgaurea*). Największą bioróżnorodnością roślinności towarzyszącej charakteryzowały się pola z mieszańcem *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*. W kukurydzy i pszenicy w zbiorowiskach chwastów odnotowano większą dominację gatunkową niż na plantacjach wierzb.

Słowa kluczowe – *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea*, wskaźniki biologiczne, zachwaszczenie

WSTĘP

Głównym użytkownikiem polskiej przestrzeni ekologicznej jest rolnictwo. Różnorodność ekosystemów polnych i łąkowo-pastwiskowych stanowi niepowtarzalną strukturę krajobrazu rolniczego [Marks i Nowicki 2010]. Ekosystemy te granicząc i przenikając się wzajemnie z ekosystemami leśnymi, wodnymi, bagiennymi, a także terenami zabudowanymi tworzą swoistego rodzaju krajobraz wiejski [Andrzejewski 1992, Magiera-Braś 2000]. Gospodarka rolna oddziałuje na jakość tej przestrzeni w sposób korzystny w wyniku urozmaicenia struktury krajobrazowej, umiarkowanego użytkowania ziemi i sprzyjania ochronie rodzimych ogniw dzikiej przyrody [Dembek i Liro 2001].

Znamienną rangę przypisuje się poszczególnym elementom krajobrazu rolniczego, szczególnie łąkom roślin uprawnych, zadrzewieniom, małym lasom, łąkom itp. i ich strukturze gatunkowej decydującej o bioróżnorodności fauny i flory [Karg i Karlik 1993, Karg i Ryszkowski

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: marek.marks@uwm.edu.pl

* Opracowane badania były finansowane z budżetu Zadania Badawczego nr 4 pt. "Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych" w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt.: "Zaawansowane technologie pozyskiwania energii" realizowanego ze środków NCBiR.

1996]. Wszystkie te elementy składowe w znacznie większym stopniu niż działalność człowieka spełniają funkcje organizujące i porządkujące procesy obiegu materii w ekosystemach i krajobrazach [Bałazy i Ryszkowski 1992, Panfiluk 2003, Zawisłak i Rychcik 2002].

Pojawienie się w tej strukturze użytkowania gruntów łąnów lub plantacji roślin uprawianych na cele energetyczne jeszcze bardziej sprzyja zachowaniu różnorodności biologicznej. Powiązania te odbywają się w konkretnej przestrzeni geograficznej, która pod ich wpływem nabiera określonego wymiaru i charakteru. Stwarzają jednocześnie doskonałe warunki do rozwoju i do egzystencji wielu gatunków roślin i zwierząt tworząc swoistego rodzaju powiązania ekologiczne.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu uprawy wierzby energetycznej na gruntach ornym na kształtowanie się zachwaszczenia plantacji i pól przyległych.

MATERIAŁ I METODY

Podstawą pracy są badania polowe przeprowadzone w 2013 r. na plantacjach wierzby *Salix viminalis* × *Salix schwerinii* i *Salix purpurea* oraz na polach do nich przyległych. W roku badań ze wskazanymi plantacjami roślin lignocelulozowych sąsiadowały uprawy pszenżyta ozimego i kukurydzy. Obszar objęty badaniami znajduje się w obrębie Stacji Rolniczo-Doświadczalnej w Białdach (53°35' N, 20°36' E) należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Roczne opady atmosferyczne wynoszą tu 550-650 mm, średnia roczna temperatura powietrza – ok. 9°C, a okres wegetacyjny trwa przeciętnie od 210 do 220 dni. Dyspozycyjne pola usytuowane są na glebie mułowo-murszowej, wytworzonej z gytii wapiennej na podłożu ilastym, zakwalifikowanej do klasy bonitacyjnej IVb i kompleksu przydatności rolniczej – użytki zielone średnie (2z). Lustro wody gruntowej określono na głębokości poniżej 0,8 m. W czasie przedmiotowych badań wierzba *Salix viminalis* × *Salix schwerinii* znajdowała się w 4. roku użytkowania, a *Salix purpurea* była w 3. roku. Na plantacjach wierzb prowadzono standardowe zabiegi agrotechniczne. Pszenżyto ozime i kukurydzę uprawiano zgodnie z zasadami poprawnej agrotechniki, w tym korzystając z chemicznej ochrony zasiewów przed chwastami.

Ocenę stanu zachwaszczenia plantacji roślin lignocelulozowych oraz łąnów pszenżyta ozimego i kukurydzy wykonano dwukrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego: późną wiosną (13.06) oraz w pełni wegetacji (18.07), z wykorzystaniem metody ramkowej. Na wyznaczonych powierzchniach (1 m²) określano skład gatunkowy chwastów i ich zagęszczenie, a w drugim terminie także biomasę. Analizę wykonano w 8 powtórzeniach dla każdej badanej plantacji (*Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea*, pszenżyto ozime, kukurydza), a następnie zebrane dane odpowiednio zestawiono i uśredniono.

Przygotowany w powyższy sposób materiał liczbowy posłużył do ustalenia bogactwa gatunkowego (S), wskaźników różnorodności i równomierności gatunkowej zbiorowisk Shannona-Wienera [Shannon 1948, Wiener 1948], wskaźnika dominacji Simpsona [1949] oraz współczynnika podobieństwa zbiorowisk Sørensen [1948].

Wykorzystano następujące formuły:

– wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera (H'): $H' = -\sum (p_i \times \ln p_i)$,

– wskaźnik równomierności Shannona-Wienera (J'): $J' = H' \times (\ln S)^{-1}$,

– wskaźnik dominacji Simpsona (λ): $\lambda = \sum p_i^2$,

gdzie: p_i – względna obfitość i-tego gatunku w zbiorowisku,

\ln – logarytm naturalny,

S – bogactwo gatunkowe zbiorowiska;

– współczynnik podobieństwa Sørensen (P, %): $P = 2c \times 100 \times (a + b)^{-1}$,

gdzie: c – suma liczby gatunków wspólnych lub suma obfitości gatunków wspólnych dla danej pary zbiorowisk,
 a – liczba gatunków lub suma obfitości gatunków w pierwszym zbiorowisku,
 b – liczba gatunków lub suma obfitości gatunków w drugim zbiorowisku.

W obliczeniach wskaźników jako mierniki obfitości chwastów przyjęto zarówno ich zagęszczenie ($H'_{ds}, J'_{ds}, \lambda_{ds}, P_d$), jak i biomasę ($H'_{bs}, J'_{bs}, \lambda_{bs}, P_b$). Współczynnik podobieństwa obliczony na podstawie składu gatunkowego (pod uwagę brano tylko obecność gatunku w zbiorowisku, bez uwzględniania jego obfitości) oznaczono jako P_s .

Nazewnictwo łacińskie gatunków chwastów przyjęto za Mirkiem i in. [2002].

WYNIKI BADAŃ

Analiza wiosennego składu gatunkowego zachwaszczenia wierzb *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea* i otaczających je pól uprawnych (kukurydza, pszenżyto) pozwala stwierdzić, że plantacje wierzb nie miały wpływu na skład gatunkowy i strukturę zbiorowisk sąsiadujących pól uprawnych (tab. 1).

W zbiorowiskach roślinności towarzyszącej wierzbom przewagę pod względem liczby gatunków, a w *S. purpurea* także i zagęszczenia, miały gatunki wieloletnie, w tym taksony częściej spotykane w siedliskach ruderalnych niż segetalnych (*Plantago intermedia*, *Poa nemoralis*, *Rumex obtusifolius*, *Solidago virgaurea*) lub niesynantropijne (*Agropyron caninum*). W kukurydzy uformowało się kilkogatunkowe zbiorowisko chwastów zdominowane przez *Agropyron repens* i *Cirsium arvense*. Fitocenozę pszenżyta tworzyły głównie taksony krótkotrwałe, z liczną przewagą *Veronica persica* i *V. arvensis* oraz *Viola arvensis*.

Tabela 1. Skład gatunkowy i zagęszczenie (szt·m⁻²) zbiorowisk chwastów na plantacjach wierzb *Salix viminalis* × *Salix schwerinii* i *Salix purpurea* oraz sąsiadujących z nimi polach (kukurydza, pszenżyto) czerwiec 2013 r.

Table 1. Weed species composition and density (pcs·m⁻²) in *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea* and adjacent fields (maize, triticale), June 2013

Gatunki chwastów Weed species	<i>Salix viminalis</i> × <i>Salix schwerinii</i>	<i>Salix purpurea</i>	Kukurydza Maize	Pszenżyto Triticale
Wieloletnie – Perennial				
<i>Agropyron caninum</i>	25,0			
<i>Agropyron repens</i>			24,7	6,0
<i>Artemisia vulgaris</i>		1,5		
<i>Cirsium arvense</i>	12,5	6,5	18,0	
<i>Equisetum arvense</i>				1,5
<i>Plantago intermedia</i>	0,5	1,0		
<i>Poa nemoralis</i>	1,0	3,5		
<i>Rumex obtusifolius</i>	2,5			
<i>Solidago virgaurea</i>	2,0			
<i>Sonchus arvensis</i>	14,5	9,5		
<i>Taraxacum officinale</i>	6,5	6,5		

Tabela 1. cd.
Tabela 1. cont.

Krótkotrwałe – Short-lived				
<i>Centaurea cyanus</i>				4,5
<i>Erigeron annuus</i>	5,5			
<i>Euphorbia helioscopia</i>			2,0	
<i>Fallopia convolvulus</i>			2,7	3,5
<i>Galeopsis tetrahit</i>				0,5
<i>Galium aparine</i>	0,5	0,5	4,0	0,5
<i>Lamium amplexicaule</i>				3,0
<i>Stellaria media</i>	16,5	9,5		
<i>Veronica arvensis</i>	10,0			24,0
<i>Veronica persica</i>	33,0	5,5	5,3	49,5
<i>Viola arvensis</i>				28,5
Razem – Total	130,0	44,0	56,7	121,5

Podobieństwo jakościowe i ilościowe między zbiorowiskami chwastów z plantacji wierzb a zbiorowiskami formującymi się na polach sąsiadujących nie przekraczało 45% (tab. 2). Skład gatunkowy fitocenoz segetalnych obydwu gatunków wierzb pokrywał się w 72,7%; mniejszą zbieżność stwierdzono biorąc pod uwagę także zagęszczenie poszczególnych gatunków (45,3%).

Tabela 2. Podobieństwo zbiorowisk chwastów (%) na plantacjach wierzb *Salix viminalis* × *Salix schwerinii* i *Salix purpurea* oraz sąsiadujących z nimi polach (kukurydza, pszenżyto), czerwiec 2013 r.
Table 2. Weed communities similarity (%) in *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea* and adjacent fields (maize, triticale), June 2013

Zbiorowiska – Compared communities	P_s	P_d
<i>Salix viminalis</i> × <i>Salix schwerinii</i> / <i>Salix purpurea</i>	72,7	45,3
<i>Salix viminalis</i> × <i>Salix schwerinii</i> / kukurydza – maize	31,6	18,3
<i>Salix viminalis</i> × <i>Salix schwerinii</i> / pszenżyto – triticale	26,1	43,5
<i>Salix purpurea</i> / kukurydza – maize	40,0	12,3
<i>Salix purpurea</i> / pszenżyto – triticale	21,1	6,0
Kukurydza – maize / pszenżyto – triticale	31,6	8,5

P_s – wskaźnik podobieństwa ustalony na podstawie składu gatunkowego – similarity index based on species composition, P_d – wskaźnik podobieństwa ustalony na podstawie zagęszczenia poszczególnych gatunków – similarity index based on weed density

Spośród czterech analizowanych obiektów największe bogactwo gatunkowe (S) roślinności towarzyszącej stwierdzono w uprawie *S. viminalis* × *S. schwerinii* (tab. 3). Liczba taksonów zachwaszczających pola *Salix purpurea* była mniejsza niż w uprawie pszenżyta. Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera obliczony na podstawie zagęszczenia (H'_d) wskazuje na wyraźnie większą różnorodność gatunkową upraw wierzb, szczególnie *S. viminalis* × *S. schwerinii*. Wysokiej różnorodności gatunkowej plantacji wierzb towarzyszyła również wysoka równomierność ($J'_d > 0,80$). Podobnie wysoki J'_d , przy wyraźnie niższym H'_d niż na plantacjach wierzb i najniższym S, stwierdzono w uprawie kukurydzy. Zbiorowisko chwastów w pszenżycie cechowała najniższa równomierność gatunkowa. W zbiorowiskach chwastów na plantacjach wierzb odnotowano słabszą dominację gatunkową niż w uprawie kukurydzy i pszenżyta.

Tabela 3. Bogactwo gatunkowe, różnorodność, równomierność i dominacja gatunkowa chwastów na plantacjach wierzb *Salix viminalis* × *Salix schwerinii* i *Salix purpurea* oraz sąsiadujących z nimi polach (kukurydza, pszenżyto), czerwiec 2013 r.

Table 3. Weed species richness, diversity, evenness and domination in *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea* and adjacent fields (maize, triticale), June 2013

Wskaźnik Index	<i>Salix viminalis</i> × <i>Salix schwerinii</i>	<i>Salix</i> <i>purpurea</i>	Kukurydza Maize	Pszenżyto Triticale
S	13	9	6	10
H'_d	2,10	1,94	1,40	1,25
J'_d	0,82	0,88	0,78	0,54
λ_d	0,15	0,16	0,31	0,21

S – bogactwo gatunkowe (liczba gatunków) – species richness (number of species), H'_d , J'_d , λ_d – wskaźniki kolejno: różnorodności gatunkowej Shannona-Wienera, równomierności gatunkowej Shannona-Wienera, dominacji gatunkowej Simpsona ustalone na podstawie zagęszczenia poszczególnych gatunków chwastów – indices in succession: Shannon-Wiener's diversity index, Shannon-Wiener's evenness index, Simpson's domination index based on weed density

W drugim terminie analiz polowych (18.07.2013) nie odnotowano obecności chwastów w zbożach (tab. 4). Wyeliminowała je silna konkurencja ze strony dominanta – rośliny uprawnej, wsparta skutecznymi zabiegami ochronnymi. Potwierdzeniem tego są wcześniejsze wiosenne obserwacje o braku wpływu fitocenozy wierzb na zbiorowiska chwastów pól sąsiadujących. Bogactwo gatunkowe zbiorowiska segetalnego plantacji wierzby *S. viminalis* × *S. schwerinii* utrzymało się na jednakowym poziomie, a w *S. purpurea* nawet wzrosło w porównaniu do wyników pierwszej analizy (tab. 5). Ponadto nieznacznie zmniejszyła się różnorodność i równomierność gatunkowa, a zwiększyła dominacja chwastów. Skład gatunkowy zbiorowisk obydwu plantacji wierzb nie odbiegał znacząco od ich stanu wiosennego. *S. viminalis* × *S. schwerinii* była jednak zdecydowanie silniej zachwaszczona niż *S. purpurea*. Na polu *S. viminalis* × *S. schwerinii* najliczniej występowały *Poa nemoralis* i *Agropyron caninum*, a największą biomasę wytworzyły *Agropyron caninum* i *Cirsium arvense*. Na zachwaszczonej w niewielkim stopniu plantacji *S. purpurea* w zauważalnie większym zagęszczeniu występował *Sonchus arvensis*, ale żaden z obecnych gatunków nie wyróżnił się szczególnie dużą ilością biomasy. Zbieżność składu gatunkowego chwastów plantacji wierzb wynosiła 66,7%. Znacznie mniejsze podobieństwo prezentowały zbiorowiska od strony ilościowej (zagęszczenia i biomasy poszczególnych gatunków).

Tabela 4. Skład gatunkowy, zagęszczenie (szt.·m⁻²) i biomasa (g·m⁻²) zbiorowisk chwastów na plantacjach wierzb *Salix viminalis* × *Salix schwerinii* i *Salix purpurea* oraz sąsiadujących z nimi polach (kukurydza*, pszenżyto*), lipiec 2013 r.

Table 4. Weed species composition, density (pcs·m⁻²) and biomass (g·m⁻²) in *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea* and adjacent fields (maize*, triticale*), July 2013

Gatunki chwastów Weed species	<i>Salix viminalis</i> × <i>Salix schwerinii</i>		<i>Salix purpurea</i>	
	zagęszczenie density	biomasa biomass	zagęszczenie density	biomasa biomass
Wieloletnie – Perennial				
<i>Agropyron caninum</i>	46,0	15,1		
<i>Artemisia vulgaris</i>	4,0	5,0	4,0	2,0
<i>Cirsium arvense</i>	5,0	10,5	2,0	0,2
<i>Plantago intermedia</i>	21,0	0,4	3,0	0,01
<i>Poa nemoralis</i>	52,0	0,8	3,0	0,04
<i>Rumex obtusifolius</i>	1,0	6,6		
<i>Solidago virgaurea</i>			7,0	1,0
<i>Sonchus arvensis</i>	19,0	0,2	31,0	1,3
<i>Taraxacum officinale</i>	3,0	4,1		
<i>Urtica dioica</i>	1,0	0,1		
Krótkotrwałe – Short-lived				
<i>Erigeron annuus</i>	1,0	8,8	2,0	0,3
<i>Myosotis arvensis</i>			1,0	0,02
<i>Stellaria media</i>	13,0	0,7	2,0	0,5
<i>Veronica persica</i>	14,0	0,4	2,0	0,01
<i>Viola arvensis</i>	2,0	0,1		
Razem – Total	182,0	52,8	57,0	5,4

* brak chwastów w łąkach – no weeds on the fields

Tabela 5. Bogactwo gatunkowe, różnorodność, równomierność i dominacja gatunkowa chwastów na plantacjach wierzb *Salix viminalis* × *Salix schwerinii* i *Salix purpurea* oraz podobieństwo zbiorowisk (%), lipiec 2013 r.

Table 5. Weed species richness, diversity, evenness and domination in *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea* and communities similarity (%), July 2013

Wskaźnik – Index	<i>Salix viminalis</i> × <i>Salix schwerinii</i>	<i>Salix purpurea</i>
<i>S</i>	13	10
<i>H'</i> _d	1,96	1,63
<i>H'</i> _b	1,90	1,61
<i>J'</i> _d	0,76	0,71
<i>J'</i> _b	0,74	0,70

Tabela 5. cd.
Tabela 5. cont.

λ_d	0,18	0,33
λ_d	0,18	0,25
P_s	66,7	
P_d	30,1	
P_b	11,2	

S – bogactwo gatunkowe (liczba gatunków) – species richness (number of species), H'_d, J'_d, λ_d – wskaźniki kolejno: różnorodności gatunkowej Shannona-Wienera, równomierności gatunkowej Shannona-Wienera, dominacji gatunkowej Simpsona ustalone na podstawie zagęszczenia poszczególnych gatunków chwastów, H'_b, J'_b, λ_b – ustalone na podstawie biomasy poszczególnych gatunków chwastów – indices in succession: Shannon-Wiener's diversity index, Shannon-Wiener's evenness index, Simpson's domination index based on weed density, H'_b, J'_b, λ_b – based on weed biomass; P_s, P_d, P_b – wskaźniki podobieństwa Sørensen'a kolejno: na podstawie składu gatunkowego, zagęszczenia i biomasy poszczególnych gatunków chwastów – Sørensen's similarity index in succession based on: weed species composition, density and biomass

DYSKUSJA

Zachwaszczenie plantacji wierzby uprawianej na cele energetyczne kształtuje się m.in. w zależności od wieku uprawy [Korniak i in. 2009, Trąba i in. 2009, Wojciechowski i in. 2009]. W pierwszych latach licznie występują chwasty krótkotrwałe, a wśród nich najczęściej wymieniana się *Echinochloa crus-galli* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Veronica persica* L., *Galium aparine* L. [Borkowska i Molas 2010, Piórek i in. 2009, Wojciechowski i in. 2009]. Wierzba charakteryzuje się szybkim tempem wzrostu i dużymi przyrostami biomasy [Szcukowski i in. 2014], co w konsekwencji prowadzi do zacielenia stanowiska i przyczynia się do ograniczania rozwoju chwastów [Borkowska i Molas 2010]. Cechy zbiorowiska roślinności niepożądanego z wiekiem plantacji stopniowo ulegają zmianom; zmniejsza się zagęszczenie chwastów, a formy krótkotrwałe ustępują miejsca wieloletnim, w tym: *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Taraxacum officinale* Weber, *Agropyron repens* (L.) P. Beau., *Poa trivialis* L., *Poa pratensis* L. [Jeziarska-Domaradzka i Domaradzki 2009, Kościak i Ziemińska-Smyk 2009, Krechowski i in. 2009, Sekutowski i Badowski 2007, Siciński 2009, Skrajna i in. 2009, Trąba i in. 2009], co częściowo znajduje potwierdzenie w wynikach badań własnych.

Wśród czynników wpływających na bogactwo gatunkowe i liczebność roślinności towarzyszącej uprawom wierzby wymieniana się również charakter siedliska i sposób użytkowania gruntów w czasie poprzedzającym nasadzenia [Chwastek 2009, Kutyna i in. 2009, Piórek i in. 2009, Siciński 2009, Trąba i in. 2009]. Według wielu autorów [Kutyna i in. 2009, Skrajna i in. 2009, Trąba i in. 2009, Wróbel i in. 2011] tereny wilgotne i żyzne sprzyjają kształtowaniu zbiorowisk bogatszych florystycznie niż suche i ubogie w materię organiczną. Ponadto Anioł-Kwiatkowska i in. [2009], Piórek i in. [2009] i Siciński [2009] dodają, że plantacje założone na siedliskach łąkowych charakteryzują się większą liczbą gatunków roślin im towarzyszących niż na gruntach porolnych. Stwierdzone w badaniach własnych liczne występowanie gatunków chwastów charakterystycznych dla pól uprawnych, na których założono plantacje *Salix* ssp., wpisuje się w powyższe stwierdzenia.

W badaniach własnych podobieństwo między zbiorowiskami chwastów w uprawach wierzby, a zbiorowiskami pól przyległych do plantacji, gdzie stosowano chemiczną regulację zachwaszczenia, w terminie wiosennym nie przekraczało 45%, a latem było zerowe. Według Chwastka [2009] zmiany składu gatunkowego roślinności towarzyszącej uprawom *Salix viminalis* wskazują na tworzenie zbiorowisk nawiązujących do fitocenoz sąsiadujących.

WNIOSKI

1. Plantacje wierzby nie miały wpływu na skład gatunkowy i strukturę zbiorowisk chwastów sąsiadujących pól uprawnych.
2. W zbiorowiskach roślinności towarzyszącej wierzbowi pod względem liczby gatunków oraz zagęszczenia przeważały gatunki wieloletnie.
3. W zachwaszczeniu wieloletnich roślin lignocelulozowych dominowały taksony częściej spotykane w siedliskach ruderalnych niż segetalnych.
4. Na plantacjach wierzby zbiorowiska chwastów cechowała słabsza dominacja, a większa różnorodność gatunkowa w porównaniu do sąsiadujących pól kukurydzy i pszenicy.

PIŚMIENNICTWO

- Andrzejewski R. 1992. Znaczenie i potrzeby badań nad krajobrazem. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.). Wybrane problemy ekologii krajobrazu. Wyd. ZBŚRiL PAN Poznań, 5–14.
- Aniol-Kwiatkowska J., Kącki Z., Śliwiński M. 2009. Porównanie kompozycji gatunkowej trzech upraw wierzby energetycznej. Pam. Puł. 150: 19–33.
- Bałazy S., Ryszkowski L. 1992. Strukturalne i funkcjonalne charakterystyki krajobrazu rolniczego. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.). Wybrane problemy ekologii krajobrazu. Wyd. ZBŚRiL PAN Poznań: 105–120.
- Borkowska H., Molas R. 2010. Zachwaszczenie wybranych wieloletnich gatunków roślin energetycznych w zależności od wieku plantacji. Acta Agrophys. 15(1): 13–21.
- Chwastek E. 2009. Bioróżnorodność gatunkowa chwastów w uprawach *Salix viminalis* L. na Pogórzu Cieszyńskim. Pam. Puł. 150: 65–75.
- Dembek W., Liro A. 2001. Ochrona i kształtowanie różnorodności biologicznej i krajobrazowej obszarów wiejskich. Woda Środ. Obsz. Wiej. 1(2): 7–26.
- Jezierska-Domaradzka A., Domaradzki K. 2009. Roślinność towarzysząca uprawom *Salix viminalis* L. na siedlisku łąkowym w Muchowie na Pogórzu Kaczawskim. Pam. Puł. 150: 129–135.
- Karg J., Karlik B. 1993. Zadrzewienia na obszarach wiejskich. Wyd. ZBŚRiL PAN Poznań: ss. 43.
- Karg J., Ryszkowski L. 1996. Wpływ struktury krajobrazu rolniczego na bioróżnorodność i procesy regulacji biocenotycznej. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.). Ekologiczne procesy na obszarach intensywnego rolnictwa. Wyd. ZBŚRiL PAN Poznań: 21–31.
- Korniak T., Hołdyński Cz., Wąsowicz K. 2009. Przemiany flory chwastów upraw wierzby w północno-wschodniej Polsce. Pam. Puł. 150: 159–170.
- Kościk B., Ziemińska-Smyk M. 2009. Zbiorowiska chwastów w wieloletnich roślinach energetycznych. Pam. Puł. 150: 171–180.
- Krechowski J., Piórek K., Ciosek M.T. 2009. Roślinność towarzysząca uprawom wierzby wiciowej (*Salix viminalis* L.) w okolicach Radzyna Podlaskiego (środkowowschodnia Polska). Pam. Puł. 150: 195–205.
- Kutyna I., Leśnik T., Młynkowiak E. 2009. Zachwaszczenie uprawy wierzby wiciowej (*Salix viminalis* L.) na czarnej ziemi kompleksu zbożowo-pastewnego słabego. Pam. Puł. 150: 207–217.
- Magiera-Braś G. 2000. Ocena krajobrazu wsi. Zesz. Nauk. AR Kraków 366, Geodezja 19: 133–138.

- Marks M., Nowicki J. 2010. Pola uprawne i użytki zielone w krajobrazie rolniczym. Acta Sci. Pol., Administratio Locorum 9(3): 95–106.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. Biodiversity of Poland. In: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Kraków, vol. 1: ss. 422.
- Panfiluk E. 2003. Kształtowanie ładu przestrzennego w świetle koncepcji zrównoważonego rozwoju. Ekon. Środ. 1(23): 162–177.
- Piórek K., Krechowski J., Ciosek M.T., Sikorski R. 2009. Wpływ wybranych czynników na skład florystyczny fitocenoz wykształcających się w uprawach wierzby energetycznej. Pam. Puł. 150: 219–232.
- Sekutowski T., Badowski M. 2007. Zróżnicowanie zachwaszczenia plantacji *Salix viminalis* w zależności od warunków glebowych siedliska. Prog. Plant Prot. 47(4): 371–378.
- Shannon C.E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell Syst. Tech. J. 27: 379–423.
- Siciński J.T. 2009. Zachwaszczenie plantacji wierzby wiciowej (*Salix viminalis* L.) w rejonie Łodzi. Pam. Puł. 150: 247–254.
- Simpson E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature 163: 688.
- Skrajna T., Skrzyczyńska J., Rzymowska Z., Affek-Starczewska A. 2009. Skład i struktura zbiorowisk zachwaszczających *Salix* sp. w północnej części Niziny Południowopodlaskiej. Pam. Puł. 150: 255–264.
- Sørensen T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. K. Danske Vidensk. Seelsk., 5: 1–34.
- Szczukowski S., Stolarski M., Tworkowski J., Rutkowski P., Goliński P., Mleczek M., Szentner K. 2014. Plon i jakość biomasy wybranych gatunków wierzby w czteroletniej rotacji zbioru. Fragm. Agron. 31(2): 107–114.
- Trąba Cz., Majda J., Wolański P. 2009. Zbiorowiska roślinne towarzyszące plantacjom *Salix viminalis* L. w województwie podkarpackim. Pam. Puł. 150: 323–336.
- Wiener N. 1948. Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine. Cambridge, MA: The MIT Press. ss. 194.
- Wojciechowski W., Sowiński J., Zawieja J. 2009. Wpływ wieku plantacji wierzby na zachwaszczenie w warunkach Sudetów. Pam. Puł. 150: 351–366.
- Wróbel M., Wróbel J., Gregorczyk A. 2011. Floristic and community diversity of weed vegetation in willow short-rotation coppices in different soil-habitat conditions. Pol. J. Ecol. 59(2): 289–296.
- Zawiślak K., Rychcik B. 2002. Racjonalna gospodarka polowa w krajobrazie północno-wschodniej Polski. Fragm. Agron. 19(2): 16–30.

M. MARKS, M. JASTRZĘBSKA, M.K. KOSTRZEWSKA, K. TREDER

IMPACT OF ENERGETIC WILLOW CULTIVATION ON SPECIES DIVERSITY OF WEEDS ON WILLOW PLANTATION AND ADJACENT FIELDS

Summary

This study was aimed at determining the impact of energetic willow cultivation on arable lands on the biodiversity and species composition of weeds on willow plantation and adjacent arable fields. It was carried out based on a field experiment established at the Agricultural and Experimental Station in Baldy, belonging to the University of Warmia and Mazury in Olsztyn. In the spring and in the height of the vegetative season, the number and species composition of weeds were determined with the frame method, and their fresh and dry matter was weighed. Biodiversity of communities was described using biological indicators computed based on earlier achieved results. The study showed no effect of willow plantation on the species composition and structure of communities of the neighboring farmlands. Plantations of lignocellulose crops were mainly infested by perennial species of weeds, typical of ruderal habitats (*Plantago intermedia*, *Poa nemoralis*, *Rumex obtusifolius*, *Solidago virgaurea*). The highest biodiversity

of companion vegetation was noted in the fields with *Salix viminalis* × *Salix schwerinii* hybrid. Higher species prevalence was noted in weed communities of maize and triticales compared to willow plantations.

Key words – *Salix viminalis* × *Salix schwerinii*, *Salix purpurea*, biological indicators, weeds

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 14.11.2014

Do cytowania – *For citation*:

Marks M., Jastrzębska M., Kostrzevska M.K., Treder K. 2014. Wpływ uprawy wierzby energetycznej na różnorodność gatunkową chwastów na plantacji i polach przyległych. *Fragm. Agron.* 31(4): 75–84.