

Magdalena Franczak¹, Bożenna Czarnecka¹

PRZEMIANY ZMIENNOWILGOTNYCH ŁĄK ZIOŁOROŚLOWYCH NA POZIOMIE FITOCENOTYCZNYM I POPULACYJNYM

Streszczenie. Celem badań było określenie wpływu wahań poziomu wód gruntowych, spowodowanych działalnością bobrów, na kształtowanie się składu florystycznego roślinności łąkowej na przykładzie bezleśnego fragmentu małej doliny rzecznej (rzeka Szum na Roztoczu Środkowym). Analizie poddane zostały również wybrane cechy populacji dwóch gatunków wieloletnich charakterystycznych dla zmiennowilgotnych łąk ziołoroślowych: *Filipendula ulmaria* i *Cirsium oleraceum*. Na stałych powierzchniach badawczych u znakowanych osobników odnotowywano liczbę pędów nadziemnych. Równolegle śledzono zmiany poziomu wód gruntowych w piezometrach. W płatach roślinności łąkowej w największym stopniu narażonych na podtopienie stwierdzono spadek różnorodności biologicznej oraz zmniejszenie się udziału gatunków charakterystycznych klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Reakcją populacji badanych gatunków na długotrwały stres wodny był spadek liczebności osobników i ramet oraz obniżenie się ich skupiskowości.

Słowa kluczowe: różnorodność florystyczna, łąki ziołoroślowe, siedliska hydrogeniczne, mała dolina rzeczna, populacje roślin.

WPROWADZENIE

Doliny rzeczne zaliczamy do siedlisk hydrogenicznych, które wyróżniają się dużą mozaiką warunków siedliskowych, a w konsekwencji także znacznym zróżnicowaniem szaty roślinnej [Tomiałojć 1993, Ward i in. 2002, Czarnecka i Pelc 2007, Kryszak i in. 2007].

Zmiany stopnia uwilgotnienia siedliska są najważniejszym czynnikiem oddziałującym na zmienność zbiorowisk roślinnych. Okresowe wahania poziomu wód powierzchniowych i podziemnych są naturalnym zjawiskiem, na które wpływ mają przede wszystkim warunki meteorologiczne i geomorfologiczne. Stosunki wodne kształtuje także działalność człowieka, która najczęściej prowadzi do osuszania terenów. Odwrotne skutki, czyli podwyższenie się zwierciadła wody w dolinach rzecznych, coraz częściej powodowane jest działalnością bobrów, uznawanych powszechnie za efektywnych „inżynierów środowiska”. Budowane przez nie żeremia i tamy często utrudniają odpływ wód ze zlewni, powodując lokalne podtopienia

¹ Zakład Ekologii, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin; e-mail: mpelc4@wp.pl, bozenna.czarnecka@poczta.umcs.lublin.pl

terenów znajdujących się w ich sąsiedztwie [Jones i in. 1997, Wright i in. 2002, Kobjek 2005, Rossel i in. 2005].

Okresowe i długotrwałe zalewy spowodowane zastojem wód w zlewni mają kluczowe znaczenie dla dynamiki roślinności. Skutki podtopienia mogą się także ujawniać na poziomie populacyjnym [Blom 1999]. Najczęstszymi konsekwencjami stresu wodnego są: spadek liczebności populacji oraz modyfikacja wybranych cech historii życiowej osobników, na przykład poprzez zmniejszenie się ich biomasy, zmianę wzorca jej alokacji lub obniżenie się reprodukcji wegetatywnej i/lub generatywnej [Soukupová 1994, Edwards i in. 2003, Warwick i Brock 2003, Huber i in. 2009].

Celem badań było określenie wpływu nagłych wahań poziomu wód gruntowych, spowodowanych działalnością bobrów, na zmiany składu florystycznego zbiorowisk zmiennowilgotnych łąk ziołoroślowych oraz wybranych cech populacji tworzących je gatunków.

TEREN BADAŃ

Badania przeprowadzono w dolinie rzeki Szum (Roztocze Środkowe), niewielkiego cieką odwadniającego południowo-zachodnią strefę krawędziową Roztocza. Rzeka Szum jest ostatnim prawostronnym dopływem górnej Tanwi i bierze swój początek z bagna „Międzyrzeki” w Roztoczańskim Parku Narodowym. Długość Szumu wynosi około 24 km, powierzchnia zlewni – 134 km², a przepływy wahają się w granicach 400–416 dm³ · s⁻¹ [Czarnecka i Janiec 2002].

Przełomowy odcinek doliny rzeki charakteryzuje się bardzo dużym bogactwem fitocenotycznym i florystycznym. Na obszarze niespełna 44 ha zidentyfikowano 48 zbiorowisk roślinnych reprezentujących 11 klas fitosocjologicznych. Ponad 80% powierzchni doliny zajmują zbiorowiska leśne. Zbiorowiska nieleśne wykształciły się przede wszystkim w obrębie bezleśnej z natury terasy zalewowej doliny. Reprezentowane są przez fitocenozy charakteryzujące się szeroką amplitudą ekologiczną, wśród których dominują zespoły z klas *Scheuchzerio-Caricetea* (Nordh. 1937) R.Tx 1937 i *Molinio-Arrhenatheretea* R.Tx. 1937 [Czarnecka 2005, Czarnecka i Pelc 2007].

Badaniami objęto fragment terasy zalewowej, położonej w okolicy Górecka Kościelnego, w której dominują mezo- i eutroficzne gleby bagienne: torfowo-glejowe i mułowo-glejowe [Czarnecka i Janiec 2002]. Szatę roślinną tworzy mozaika zbiorowisk zmiennowilgotnych łąk ziołoroślowych i szuwarów reprezentujących klasy *Molinio-Arrhenatheretea* i *Phragmitetea* R.Tx. et PRSG 1942. Wśród gatunków zielnych największym udziałem odznaczają się byliny dwuliścienne, takie jak *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Mentha longifolia*, *Cirsium oleraceum* i *C. rivulare* oraz gatunki jednoliścienne, w tym przede wszystkim *Carex acutiformis* [Czarnecka 2005].

MATERIAŁ I METODY

- Do badań wytypowano cztery płaty roślinności łąkowej reprezentujące zespoły:
- A – tojeści pospolitej i wiązówki błotnej *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum* Bal.-Tul. 1978,
 - B – ostrożenia łąkowego *Cirsietum rivularis* Nowiński 1927,
 - C – krwawnicy pospolitej i wiązówki błotnej *Lythro-Filipenduletum ulmariae* Hadač et all. 1997,
 - D – tojeści pospolitej i wiązówki błotnej *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum* Bal.-Tul. 1978.

W pełni sezonów wegetacyjnych lat 2005–2009, w każdym z analizowanych płatów, wykonano zdjęcia fitosocjologiczne przy zastosowaniu 11-stopniowej skali: +, 1, 2, ..., 10; gdzie + oznaczał pokrycie gatunku do 5% powierzchni, 1 – 6–10%, 2 – 11–20%... [Dzwonko 2007]. Równocześnie w piezometrach śledzono zmiany poziomu wód gruntowych.

Do oceny różnorodności biologicznej badanych płatów roślinności posłużono się wskaźnikami: różnorodności oraz równomierności [Shannon i Weaver 1949, za Piernik 2008]:

$$H = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

$$E = \frac{H}{\log_2 S}$$

gdzie: H – wskaźnik różnorodności biologicznej Shannona-Wienera, p_i – udział i -tego gatunku, S – całkowita liczba gatunków w danym płacie roślinności, E – wskaźnik równomierności.

Podobieństwo florystyczne badanych płatów w pierwszym i ostatnim sezonie badań określono przy użyciu wskaźnika Jaccarda [Piernik 2009]:

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

gdzie: J – wskaźnik podobieństwa Jaccarda, a – liczba gatunków wspólnych dla obu prób, b – liczba gatunków występujących tylko w pierwszej z prób, c – liczba gatunków występujących tylko w drugiej z prób.

W celu prześledzenia zmian na poziomie populacyjnym szczegółowymi obserwacjami objęto dwa gatunki roślin wieloletnich, charakterystycznych dla zmienno-wilgotnych łąk ziołoroślowych: wiązówkę błotną *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim i ostrożenia łąkowego *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. Wytypowane taksony reprezentują różne wzorce wzrostu klonalnego i są zróżnicowane pod względem wielkości, trwałości oraz stopnia integracji osobników.

W sezonach wegetacyjnych 2005, 2007 i 2009 na czterech stałych powierzchniach badawczych (każda o wymiarze 5×5 m) przeprowadzono ocenę liczebności i sposobu rozmieszczenia osobników oraz ramet (pędów nadziemnych) metodą analizy kartograficznej [Kwiatkowska i Symonides 1980]. Jako osobnika traktowano niezależny, pojedynczy pęd lub grupę pędów, między którymi istniała więź morfologiczna. Organizację przestrzenną populacji wyrażono za pomocą współczynnika skupiskowości Leksisa [Kershaw 1978]:

$$I = \frac{s^2}{\bar{x}}$$

gdzie: I – współczynnik skupiskowości Leksisa, s^2 – wariancja, \bar{x} – średnia arytmetyczna.

Dla gatunków roślin naczyniowych zastosowano nomenklaturę według Mirka i in. [2002], natomiast ich przynależność syntaksonomiczną określono na podstawie Matuszkiewicza [2008].

ZMIANY WARUNKÓW HYDROLOGICZNYCH W DOLINIE SZUMU

W 2005 roku badany odcinek doliny Szumu zasiedliła populacja bobrów. Sytuacja ta była następstwem powstania dużego zbiornika retencyjnego (5,9 ha) w oddalonej o kilka kilometrów wsi Aleksandrów. Niepokojone zwierzęta przeniosły się w górę rzeki i w krótkim czasie zbudowały tamę, która utrudniła odpływ wód ze zlewni i doprowadziła do ich spiętrzenia. Już na początku sezonu wegetacyjnego 2006 roku odnotowano gwałtowny wzrost poziomu wód gruntowych we fragmencie rozległej, płaskiej terasy zalewowej doliny, w obrębie której zlokalizowane były trzy spośród badanych płatów: *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum* (A), *Cirsietum rivularis* (B) i *Lythro-Filipenduletum ulmariae* (C). Najbardziej spektakularne wahania poziomu wody miały miejsce w płacie A, który był położony najbliżej koryta rzeki. W październiku 2005 roku woda znajdowała się jeszcze kilka centymetrów pod powierzchnią gruntu. Na początku sezonu wegetacyjnego 2006 poziom wody podniósł się o kilkanaście centymetrów. Maksymalne stany wód wystąpiły w lipcu i sierpniu, kiedy to woda stagnowała na wysokości 25–28 cm. W płatach B i C maksymalne stany wód zaobserwowano w pełni sezonów wegetacyjnych 2006 i 2007. W tych okresach woda zalegała tuż pod powierzchnią gruntu, a we fragmentach płatów położonych niżej, zwłaszcza bezpośrednio po opadach – stagnowała. Wahania poziomu wód spowodowane były nie tylko intensywnością opadów atmosferycznych i ewapotranspiracji, ale także „kondycją” tamy. W roku 2008, w wyniku braku umacniania budowli przez bobry, wody ze zlewni zaczęły swobodnie spływać do rzeki, a zwierciadło wody obniżyło się. W tym sezonie, w żadnym z trzech płatów, nie stwierdzono stagnowania wody na powierzchni, a najniższe stany zanotowano

w płacie *Lythro-Filipenduletum ulmariae* (C), który był położony w najwyższej części terasy zalewowej.

Czwarty z analizowanych płatów – *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum* (D) – położony był na wąskiej terasie zalewowej, w odległości około 400 m w dół rzeki od opisanych wyżej płatów. Ten fragment doliny nie został jednak objęty skutkami działalności bobrów i zwierciadło wód gruntowych przez cały okres obserwacji znajdowało się poniżej powierzchni gruntu, na względnie stałym poziomie.

KONSEKWENCJE PODWYŻSZENIA SIĘ POZIOMU WÓD GRUNTOWYCH W ZBIOROWISKACH ŁĄKOWYCH

Wilgotne łąki ziołoroślone należą do fitocenoz wyróżniających się dużym bogactwem gatunkowym. W badanych płatach roślinności, w latach 2005–2009, odnotowano występowanie łącznie 59 gatunków roślin naczyniowych. Niezależnie od sezonu badań i analizowanego płatu roślinności, najliczniej reprezentowane były: *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria* oraz *Carex acutiformis*. W przypadku płatów A, B i C w drugim i trzecim sezonie badań zaobserwowano systematyczny spadek bogactwa gatunkowego (tab. 1). Tendencja ta najbardziej widoczna była w płacie A, gdzie liczba gatunków zmniejszyła się w tym okresie o ponad 50%. Był to bezpośredni efekt długotrwałego zalewu, który utrzymywał się do przedwiośnia roku 2008. Już w tym samym sezonie badań zanotowano znaczący wzrost liczby gatunków w płacie A. Spadkowi bogactwa gatunkowego towarzyszyło zmniejszenie się wartości wskaźnika Shannona-Wienera. Najbardziej spektakularny spadek wartości wskaźnika różnorodności biologicznej zaobserwowano w płacie A – z 1,31 w sezonie wegetacyjnym 2006 do 0,89 w roku następnym. Równocześnie nastąpiło zmniejszenie się wartości wskaźnika równomierności z 0,89 do 0,71.

Tabela 1. Zróżnicowanie bogactwa gatunkowego (S), wskaźnika różnorodności biologicznej Shannona-Wienera (H) oraz wskaźnika równomierności (E) roślin naczyniowych w badanych płatach roślinności w latach 2005–2009

Table 1. Differentiation of species richness (S), Shannon-Wiener's biodiversity index (H) and evenness index (E) in the study patches in the years 2005–2009

Płat \ Rok	<i>Lysimachio vulgaris-Filipenduletum</i> (A)			<i>Cirsietum rivularis</i> (B)			<i>Lythro-Filipenduletum ulmariae</i> (C)			<i>Lysimachio vulgaris-Filipenduletum</i> (D)		
	S	H	E	S	H	E	S	H	E	S	H	E
2005	30	1,34	0,85	40	1,46	0,82	33	1,36	0,83	27	1,28	0,81
2006	29	1,31	0,89	33	1,40	0,83	26	1,26	0,80	31	1,34	0,83
2007	14	0,89	0,71	30	1,32	0,85	22	1,20	0,76	28	1,29	0,82
2008	19	1,02	0,75	31	1,36	0,83	28	1,30	0,78	26	1,28	0,80
2009	20	1,08	0,79	29	1,35	0,85	27	1,31	0,82	26	1,25	0,82

Analizując podobieństwo składu florystycznego badanych płatów w pierwszym i ostatnim sezonie badań stwierdzono, że największe przemiany składu gatunkowego miały miejsce w płatach A i B, gdzie wskaźnik Jaccarda osiągnął najmniejsze wartości, odpowiednio 0,54 i 0,62 (tab. 2). W przypadku płatu A mniejszy udział gatunków wspólnych spowodowany był przede wszystkim spadkiem bogactwa gatunkowego. Mniejszym przeobrażeniem uległa flora płatów C i D. W tych zbiorowiskach odnotowano największy udział gatunków wspólnych dla porównywanych sezonów wegetacyjnych, co przełożyło się na większe wartości wskaźnika Jaccarda (0,72 i 0,80). W płacie C poziom zwierciadła wód podniósł się tylko nieznacznie i stagnowanie wody nie miało miejsca. Wpłynęło to zapewne na niewielkie zmiany w składzie florystycznym, podobnie jak w płacie D, w którym panowały stabilne warunki hydrologiczne.

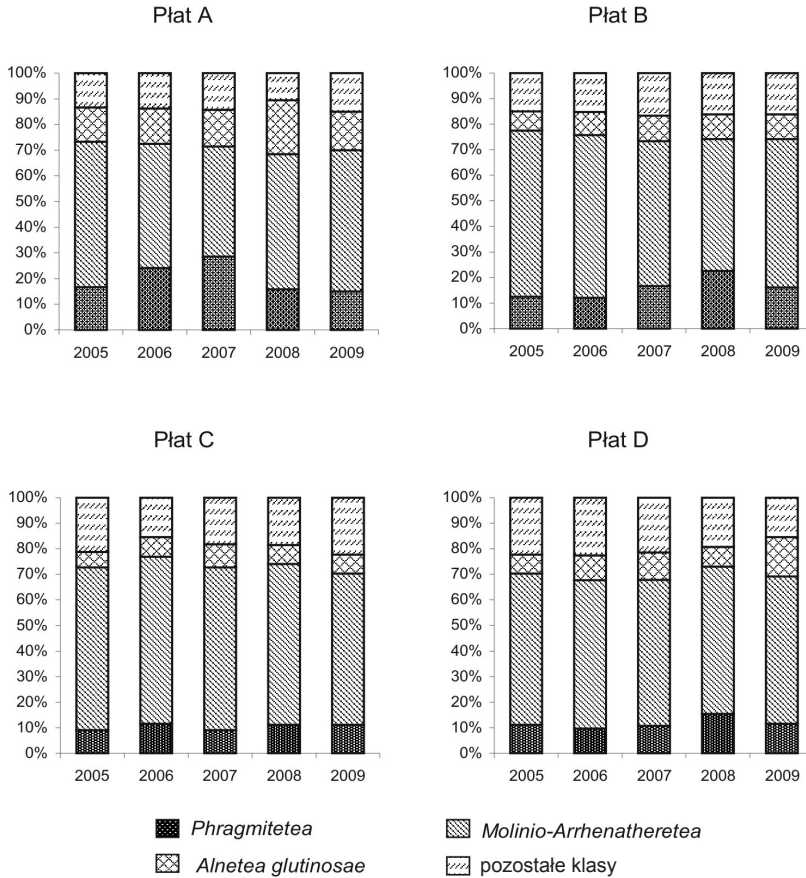
Tabela 2. Podobieństwo florystyczne badanych płatów roślinności w latach 2005 i 2009 wyrażone za pomocą wskaźnika Jaccarda (J)

Table 2. Floristic similarity in the study patches in the years 2005 and 2009 presented by means as a Jaccard's index (J)

Płat	A	B	C	D
J	0,54	0,62	0,72	0,80

W analizowanych fitocenozach stwierdzono łącznie obecność gatunków charakterystycznych dla 9 klas fitosocjologicznych (rys. 1). Największy udział mają gatunki łąkowe należące do klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. We wszystkich płatach stanowią one ponad 40% wszystkich odnotowanych taksonów. Drugą najczęściej reprezentowaną klasą jest *Phragmitetea*, do której zaliczamy taksony związane ze zbiorowiskami szuwarów właściwych i wielkoturzycowych. Nieco mniejszy udział posiadają gatunki charakterystyczne dla olsów (klasa *Alnetea glutinosae*). Pozostałych sześć klas fitosocjologicznych reprezentuje, w zależności od zbiorowiska i sezonu wegetacyjnego, od kilku do kilkunastu procent wszystkich taksonów.

W płatach A i B spadkowi bogactwa gatunkowego w kolejnych sezonach obserwacji towarzyszyło zmniejszenie się udziału gatunków charakterystycznych dla zmienno-wilgotnych łąk ziołoroślowych, takich jak *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Mentha longifolia* i *Cirsium oleraceum*. W mniejszym tempie natomiast wycofywały się gatunki szuwarowe i olsowe. W tej grupie znalazła się również większość nowo odnotowanych taksonów. Największy wzrost pokrycia odnotowano u *Carex acutiformis*, co spowodowało, że zalany płat zespołu *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum* (A) przekształcił się w krótkim czasie (lata 2005–2008) w ubogi szuwar wielkoturzycowy, reprezentowany przez zespół turzycy błotnej *Caricetum acutiformis*.



Rys. 1. Udział gatunków charakterystycznych dla poszczególnych klas fitosocjologicznych w badanych płatach roślinności w latach 2005-2009

Fig 1. The share of the characteristic species of phytosociological classes in the study patches of vegetation in the years 2005-2009

STRES WODNY A WŁAŚCIWOŚCI POPULACJI GATUNKÓW ŁĄKOWYCH

Warunki długotrwałego zalewu przyczyniły się do gwałtownego spadku liczebności populacji *Filipendula ulmaria* i *Cirsium oleraceum* zasiedlających płat A (tab. 3 i 4). W latach 2005–2007 zagęszczenie pędów wiązówki błotnej obniżyło się ponad 7-krotnie, a w kolejnych sezonach wegetacyjnych nie zaobserwowano już osobników tego gatunku na powierzchni badawczej. Reakcja ostrożeńca warzywnego na stres wodny była zbliziona. Najbardziej spektakularny (ponad 3-krotny) spadek liczby ramet stwierdzono w 2007 roku. Po ustąpieniu podtopienia osobniki *C. oleraceum* nie były notowane na stałym poletku.

Tabela 3. Zmiany liczebności ramet na powierzchni 5×5 m (n), ich zagęszczenia na 1 m^2 ($\bar{x} \pm \text{SD}$) oraz dyspersji (I) w populacjach *Filipendula ulmaria*

Table 3. Changes of abundance of ramets in the 5×5 m plot, their density per 1 m^2 ($\bar{x} \pm \text{SD}$) and dispersion (I) in the *Filipendula ulmaria* populations

Rok	Płat A			Płat B			Płat C			Płat D		
	n	$\bar{x} \pm \text{SD}$	I	n	$\bar{x} \pm \text{SD}$	I	n	$\bar{x} \pm \text{SD}$	I	n	$\bar{x} \pm \text{SD}$	I
2005	301	$12,0 \pm 11,8$	11,6	405	$16,2 \pm 12,6$	9,8	351	$14,0 \pm 9,7$	6,7	361	$14,4 \pm 10,8$	8,1
2007	44	$1,7 \pm 2,3$	3,1	278	$11,1 \pm 9,3$	7,8	373	$14,9 \pm 9,8$	6,4	488	$19,5 \pm 14,6$	10,9
2009	–	–	–	285	$11,4 \pm 9,5$	7,9	384	$15,4 \pm 10,5$	7,2	476	$19,0 \pm 15,1$	12,0

* Nie odnotowano ramet na powierzchni badawczej/Ramets were not identified on the plot.

Tabela 4. Zmiany liczebności ramet na powierzchni 5×5 m (n), ich zagęszczenia na 1 m^2 ($\bar{x} \pm \text{SD}$) oraz dyspersji (I) w populacjach *Cirsium oleraceum*

Table 4. Changes of abundance of ramets in the 5×5 m plot, their density per 1 m^2 ($\bar{x} \pm \text{SD}$) and dispersion (I) in the *Cirsium oleraceum* populations

Rok	Płat A			Płat B			Płat C			Płat D		
	n	$\bar{x} \pm \text{SD}$	I	n	$\bar{x} \pm \text{SD}$	I	n	$\bar{x} \pm \text{SD}$	I	n	$\bar{x} \pm \text{SD}$	I
2005	59	$2,4 \pm 3,0$	3,8	57	$2,3 \pm 3,0$	3,9	48	$1,9 \pm 2,9$	4,4	44	$1,6 \pm 3,0$	5,6
2007	18	$0,7 \pm 1,5$	3,2	52	$2,1 \pm 2,9$	3,9	81	$3,2 \pm 4,6$	6,6	61	$2,4 \pm 4,7$	9,2
2009	–	–	–	71	$3,1 \pm 3,4$	3,8	97	$3,9 \pm 4,8$	5,9	67	$2,7 \pm 4,1$	6,2

* Nie odnotowano ramet na powierzchni badawczej. Ramets were not identified on the plot.

F. ulmaria w porównaniu z *C. oleraceum* wykazuje mniejszą tolerancję na stres wodny. Pomimo że płat B nie został objęty podtopieniem, a jedynie poziom zwierciadła wód gruntowych podniósł się o kilkanaście centymetrów, to reakcją ze strony wiąźówki błotnej był również spadek liczby ramet. Tendencja ta nie zmieniła się nawet po obniżeniu poziomu wód w latach 2008–2009. W pozostałych płatach roślinności populacje badanych gatunków łąkowych systematycznie zwiększały liczbę produkowanych corocznie pędów.

Niezależnie od zajmowanego siedliska i sezonu badań populacje wiąźówki błotnej i ostrożenia warzywnego charakteryzują się zawsze skupiskowym rozmieszczeniem pędów, o czym świadczą wartości współczynnika Leksisa $I > 1$ (tab. 3 i 4). Regresji liczby osobników *F. ulmaria* i *C. oleraceum* w zalanym płacie A towarzyszyło obniżenie się stopnia skupiania ich ramet. W populacjach zajmujących siedliska charakteryzujące się bardziej stabilnymi warunkami hydrologicznymi (płaty C i D), zanotowano wzrost liczebności pędów w wyniku rozrastania się już istniejących osobników, jak i rekrutacji nowych.

PODSUMOWANIE

1. Konsekwencją podtopienia roślinności łąkowej w wyniku działalności bobrów były zmiany w składzie gatunkowym. Największe przeobrażenia miały miejsce w zalanym płacie *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum* (A), gdzie odnotowano systematyczny spadek bogactwa gatunkowego oraz różnorodności biologicznej. Równocześnie zaobserwowano zmniejszenie się udziału gatunków charakterystycznych dla zmiennowilgotnych łąk ziołoroślowych.
2. Podniesienie się poziomu wód gruntowych wpłynęło także na przebieg dynamiki liczebności oraz organizację przestrzenną populacji gatunków łąkowych: *Filipendula ulmaria* i *Cirsium oleraceum*. W populacjach najbardziej narażonych na stres wodny zaobserwowano gwałtowny spadek zagęszczenia ramet oraz obniżenie się ich skupiskowości.

BIBLIOGRAFIA

- Blom C.W.P.M. 1999. Adaptations to flooding stress: from plant community to molecule. *Plant Biol.* 1: 261–273.
- Czarnecka B. 2005. Plant cover of the Szum river valley (Roztocze, south-east Poland). *Acta Soc. Bot. Pol.* 74: 43–51.
- Czarnecka B., Janiec B. 2002. Przełomy rzeczne Roztocza jako modelowe obiekty w edukacji ekologicznej. Wyd. UMCS, Lublin.
- Czarnecka B., Pelc M. 2007. Biodiversity on the floristic and phytocoenotic levels: the comparison of forest and non-forest landscapes in small river valleys. *Ecol. Quest.* 8: 37–45.
- Dzwonko Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Wyd. Sorus, Poznań.
- Edwards A.L., Lee D.W., Richards J.H. 2003. Responses to a fluctuating environment: effects of water depth on growth and biomass allocation in *Eleocharis cellulosa* Torr. (Cyperaceae). *Can. J. Bot.* 8: 964–975.
- Huber H., Jacobs E., Visser E.J.W. 2009. Variation in flooding-induced morphological traits in natural populations of white clover (*Trifolium repens*) and their effects on plant performance during soil flooding. *Ann. Bot.* 103: 377–386.
- Jones C.G., Lawton J.H., Shachak M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946–1957.
- Kershaw K.A. 1978. Ilościowa i dynamiczna ekologia roślin. PWN, Warszawa.
- Kobołek E. 2005. Środowiskowe skutki reintrodukcji bobra (*Castor fiber*) w dolinie Rawki. *Przegl. Geogr.* 77: 383–396.
- Kryszak A., Kryszak J., Klarzyńska A., Strychalska A. 2007. Walory przyrodniczo-użytkowe łąk doliny środkowej Mogielnicy. *Acta Sci. Pol. Agric.* 6: 15–24.
- Kwiatkowska A.J., Symonides E. 1980. Przegląd metod oceny typu rozkładu przestrzennego populacji roślinnych. *Wiad. Ekol.* 26: 25–56.
- Matuszkiewicz W. 2008. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Piernik A. 2008. Metody numeryczne w ekologii. Wyd. UMK, Toruń.

- Rosell F., Bozşer O., Collen P., Parker H. 2005. Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Rev.* 3: 248–276.
- Soukupová L. 1994. Allocation plasticity and modular structure in clonal graminoids in response to waterlogging. *Folia Geobot. Phytotax.* 29: 227–236.
- Tomiałojć L. (red.). 1993. Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Ward J.V., Tockner K., Arscott D.B., Claret C. 2002. Riverine landscape diversity. *Freshwater Biol.* 47: 517–539.
- Warwick N.W.M., Brock M.A. 2003. Plant reproduction in temporary wetlands: the effects of seasonal timing, depth, and duration of flooding. *Aquat. Bot.* 77: 153–167.
- Wright J.P., Jones C.G., Flecker A.P. 2002. An ecosystem engineers, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia* 132: 96–101.

TRANSFORMATION OF THE VARIOUSLY MOIST MACROFORB MEADOWS ON PHYTOCOENOTIC AND POPULATION LEVELS

Summary. The aim of the study was to determine the effect of fluctuation of the ground water level, caused by beaver activity, on the floristic composition of meadow vegetation in the fragment of small river valley (the Szum river, Central Roztocze). We analyzed selected traits of the populations of two perennial species characteristic of variously moist meadows: *Filipendula ulmaria* and *Cirsium oleraceum*. On permanent plots we noted the number of shoots (ramets) of marked individuals. Simultaneously, changes in the ground water levels were monitored in piezometres. In the patches of meadow vegetation under the greatest risk of flooding a decrease of biological diversity and reduce the share of species characteristic for the class *Molinio-Arrhenatheretea* was observed. The response of the populations of the species tested for long-term water stress was the decrease in the number of individuals and ramets, and reducing the degree of their clustering.

Keywords: floristic diversity, macroforb meadows, hydrogenic habitat, small river valley, plant population.