

Wpłynęło 23.02.2016 r.
Zrecenzowano 05.04.2016 r.
Zaakceptowano 18.04.2016 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

PORÓWNANIE ZDOLNOŚCI ZBIOROWISK ROŚLINNYCH ŚRÓDPOLNYCH OCZEK WODNYCH DO ZATRZYMYWANIA SUBSTANCJI BIOGENNYCH

**Piotr WESOŁOWSKI¹⁾ ABDF, Halina JANKOWSKA-HUFLEJT¹⁾ DEF,
Adam BRYSIEWICZ¹⁾ BDEF**

¹⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy w Szczecinie

²⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Użytków Zielonych

Streszczenie

Badania przeprowadzono w latach 2010–2015 w śródpolnych oczkach wodnych na terenie gminy Stare Czarnowo, woj. zachodniopomorskie. Celem podjętych badań było określenie zdolności zbiorowisk roślinnych porastających oczka wodne do zatrzymywania makro- i mikroskładników.

W analizowanych oczkach wodnych stwierdzono trwałą obecność zbiorowisk szuwarowych w strefach przybrzeżnych o charakterze jednogatunkowych agregacji. Ponadto w badanych oczkach wodnych stwierdzono różnice w zawartości makro- i mikroskładników w roślinności szuwarowej. Dużą ilość azotu kumulowały zbiorowiska trzciny pospolitej (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) – średnio z lat 2010–2015 od 28,5 do 30,1 g·kg⁻¹ s.m., najmniejszą natomiast zbiorowiska manny mielec (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.) – 20 g·kg⁻¹ s.m. Dużą zawartość fosforu i potasu zanotowano w roślinności zbiorowiska manny mielec (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.), a wapnia i magnezu – w roślinności ze zbiorowiska pałki szerokolistnej (*Typha latifolia* L.). Zawartości mikroskładników w roślinności analizowanych zbiorowisk były również zróżnicowane. Największe zawartości żelaza i manganu stwierdzono w roślinności ze zbiorowiska trzciny pospolitej (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), a najmniejsze ze zbiorowiska pałki szerokolistnej (*Typha latifolia* L.). Zawartość cynku w roślinności poszczególnych zbiorowisk była mała – 16,1–24,4 mg·kg⁻¹, a więc poniżej wartości granicznych przyjętych dla roślinności szuwarowej wynoszących 50–120 mg·kg⁻¹ s.m.

Słowa kluczowe: oczko wodne, roślinność szuwarowa, skład chemiczny

Do cytowania For citation: Wesołowski P., Jankowska-Huflejt H., Brysiewicz A. 2016. Porównanie zdolności zbiorowisk roślinnych śródpolnych oczek wodnych do zatrzymywania substancji biogenych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 16. Z. 2 (54) s. 127–138.

WSTĘP

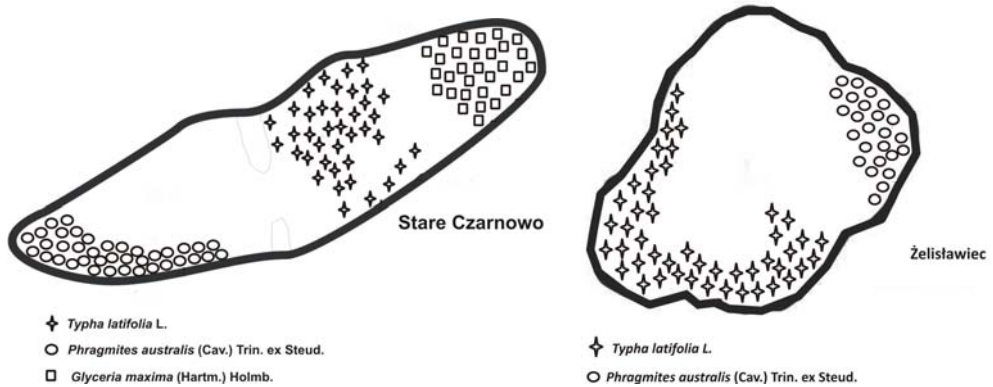
Śródpolne oczka wodne stanowią istotny element krajobrazu na terenach rolniczych Pomorza Zachodniego. Oczka wodne spełniają wiele różnorodnych funkcji zarówno w ujęciu ekologicznym, jak i gospodarczym [GAMRAT 2001]. Uczestniczą one w obiegu materii organicznej w krajobrazach rolniczych, zatrzymując dopływające substancje biogenne pochodzące z dopływów wód gruntowych i ze spływów powierzchniowych z przyległych do nich terenów rolniczych [BRYŚIEWICZ, WESOŁOWSKI 2015]. Oczka wodne służą również rekreacji oraz edukacji, a także pełnią rolę estetyczną w krajobrazie, stanowią swoiste dziedzictwo przyrodnicze [EDVARSEN i in. 2010; KOC i in. 2001; ŁACHACZ 2004]. Te niewielkie zbiorniki wodne są również siedliskiem bytowania i rozrodu ichtio- i herpetofauny [BRYŚIEWICZ i in. 2012]. Pomimo pełnienia wielu cennych przyrodniczo funkcji, narażone są na dewastację i coroczne zanikanie [PIEŃKOWSKI 2000]. Wynika to między innymi z błędnego przekonania, że małe zbiorniki wodne nie odgrywają dużej roli [DOWNING 2010]. Przeważnie występują w nich zbiorowiska szuwarowe o charakterze jednogatunkowych agregacji, które są nieodłącznym składnikiem krajobrazu w strefach przybrzeżnych [KOCHANOWSKA i in. 1997]. Oprócz tworzenia ostoi dla zachowania bioróżnorodności gatunki roślinności szuwarowej mogą być również cennym źródłem substratów do produkcji biopaliw [VAIČEKONYTĖ i in. 2014].

Analiza składu chemicznego roślinności zbiorowisk szuwarowych o charakterze jednogatunkowych agregacji pod kątem zawartości makro- i mikroskładników ma istotne znaczenie dla oceny środowiska, w którym te agregacje występują. Na jego podstawie można wnioskować o ilości niewykorzystanych przez rośliny uprawne składników mineralnych (nawozowych i glebowych), które mogą przemieszczać się na terenie niżej położone i zanieczyszczać wody gruntowe i otwarte odpływowe [KOPEĆ 1987; NICZYPORUK, JANKOWSKA-HUFLEJT 2009a, b]. Badania w tym zakresie zostały przeprowadzone w odniesieniu do przybrzeżnej roślinności szuwarowej w śródpolnych oczkach wodnych, w których szata roślinna nie stanowiła dotychczas przedmiotu szczegółowych i kompleksowych badań.

Celem podjętych badań było określenie zdolności zbiorowisk roślinnych porastających oczka wodne do zatrzymywania makro- i mikroskładników.

OBIEKT I METODY BADAŃ

Badaniami objęto w latach 2010–2015 dwa śródpolne oczka wodne położone w obniżonych zagłębieniach na terenie gminy Stare Czarnowo (woj. zachodniopomorskie) – rysunek 1. Oba oczka są bezodpływowe i występują na terenach użytkowanych rolniczo. W pracy zastosowano nazwy gatunków roślin według MIRKA i in. [2002], a zbiorowiska podano za MATUSZKIEWICZEM [2008].



Rys. 1. Schemat usytuowania jednogatunkowych agregacji w badanych oczkach wodnych;
źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Schematic location of single-species aggregation in the studied ponds; source: own elaboration

Jedno z oczek wodnych w Starym Czarnowie o powierzchni 0,8 ha jest zbiornikiem wodnym zasilanym wodami gruntowymi, opadowymi oraz ze spływów powierzchniowych z sąsiadujących, użytkowanych rolniczo, terenów. Przyległe do oczka wodnego grunty orne o powierzchni 40,86 ha (wg danych uzyskanych od użytkownika terenu) położone są na glebie brunatnej zalegającej na glinie średniej. W okresie badań (2010–2015) na całej powierzchni pola uprawiano kolejno rośliny rolnicze: dwukrotnie rzepak ozimy (*Brassica napus* L. (partim)), jednokrotnie pszenicę (*Triticum* L.), jęczmień ozimy (*Hordeum vulgare* L.) oraz pszenżyto (*xTriticosecale* Wittm. ex A. Camus). Głębokość wody w oczku wodnym wynosiła średnio w latach badań (2010–2015) w granicach 35–150 cm, w pierwszym roku badań (2010) zanotowano 216 cm, a w ostatnich latach (2013–2015) poziom wody stopniowo obniżył się i wynosił w 2015 r. średnio 98 cm. Linia brzegowa omawianego oczka wodnego porośnięta była roślinnością szuwarową: trzciną pospolitą (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), pałąką szerokolistną (*Typha latifolia* L.) i manną mielec (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.) oraz pojedynczymi drzewami wierzby (*Salix* L.).

Drugie oczko wodne położone jest na terenie wsi Żeliszawiec, zajmuje powierzchnię 0,9 ha i, podobnie jak poprzednie, zasilane jest wodami gruntowymi oraz ze spływów powierzchniowych z przyległych do oczka wodnego terenów użytkowanych rolniczo. W okresie badań (2010–2015) na omawianych gruntach uprawiano kolejno następujące rośliny rolnicze: pszenicę ozimą (*Triticum aestivum* L.) rzepak ozimy (*Brassica napus* L. (partim)), pszenżyto (*xTriticosecale* Wittm. ex A. Camus) mieszkankę (jęczmień *Hordeum vulgare* L. z owsem *Avena sativa* L.), a także ponownie rzepak (*Brassica napus* L. (partim)). Zbiornik w Żeliszawcu jest oczkiem bezodpływowym i dobrze nasłonecznionym, a linia brzegowa porośnięta jest roślinnością szuwarową – trzciną pospolitą i pałąką szerokolistną. Głębokość

wody w oczku w 2010 r. wynosiła od 90 do 150 cm od powierzchni lustra wody, a w latach późniejszych jej poziom stopniowo obniżał się, aż do braku obecności wody w ostatnim roku badań (2015, październik) – skutek suszy.

W latach 2010–2015 w drugiej połowie sierpnia z charakterystycznych zbiorowisk roślinnych obu oczek wodnych, mających charakter jednogatunkowych agregacji, pobierano próby roślinności do analiz chemicznych. Próby roślinności pobierano losowo, wycinając je z dziesięciu miejsc, z których tworzone średnie próby zbiorcze. Po ich wysuszeniu i zmieleniu wykonano analizy chemiczne pod kątem zawartości makroskładników, takich jak: azot, fosfor, potas, sód, wapń i magnez oraz mikroskładników: żelazo, mangan i cynk.

Azot i fosfor oznaczano metodą kolometryczną przepływową, a potas, sód, wapń, magnez, żelazo, mangan i cynk – metodą spektrometrii absorpcyjnej (ASA). Analizy chemiczne wykonywano w Laboratorium Badawczym Chemii Środowiska ITP w Falentach. Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione w tabelach jako wartości roczne i średnie z lat 2010–2015. Za powtórzenia przyjęto poszczególne lata (2010, 2011, 2012, 2013, 2014 i 2015). Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej, obliczając odchylenie standardowe (*SD*).

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Zawartość Makroskładników

Uzyskane wyniki z sześciolletnich (2010–2015) badań wykazały zróżnicowanie zawartości makro- i mikroskładników w roślinności szuwarowej (tab. 1, 2). Zawartości te zależały od składu gatunkowego roślinności występującej w śródpolnych oczkach wodnych, na co również zwrócili wcześniej uwagę WESOŁOWSKI i BRY-SIEWICZ [2014].

Średnia zawartość azotu z lat 2010–2015 w przybrzeżnej roślinności szuwarowej w obu oczkach wodnych, tj. w Starym Czarnowie i Żeliszawcu, wynosiła od 20,0 do 30,7 g·kg⁻¹ s.m. Największe zawartości azotu w każdym roku badań stwierdzano w próbkach z szuwaru trzecinowego. Podobnie wyniki badań STANISZEWSKIEGO i in. [2004], wg których trzcina pospolita akumulowała azot na poziomie od 9,0 do 42,0 g·kg⁻¹ s.m., wskazują ten gatunek jako charakteryzujący się możliwością większej akumulacji azotu w porównaniu z pozostałymi analizowanymi gatunkami roślinności szuwarowej. Należy nadmienić, że średnie zawartości azotu w próbkach trzciny pospolitej pochodzących z dwóch analizowanych oczek wodnych były zbliżone i wynosiły w Starym Czarnowie 30,7 g·kg⁻¹ s.m. z odchyleniem standardowym 5,2, a w Żeliszawcu – 28,5 g·kg⁻¹ s.m. z odchyleniem standardowym 5,7 g·kg⁻¹ (tab. 1). Jednocześnie można zauważyć, że zawartość azotu w próbkach z wszystkich badanych zbiorowisk zmniejszała się w kolejnych latach.

Tabela 1. Zawartość makroskładników ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) w roślinności szuwarowej w oczkach wodnych w Starym Czarnowie i Żeliszawie; wartości roczne i średnie z lat 2010–2015

Table 1. The contents of macronutrients ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) in rushes in the ponds in Stare Czarnowo and Żeliszawie; mean values of the years 2010–2015

Składnik Component	Zawartość w roślinności zbiorowiska w latach The content in the vegetation communities in the years																							
	<i>Phragmites australis</i>					<i>Typha latifolia</i>					<i>Glyceria maxima</i>													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	\bar{x}	<i>SD</i>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	\bar{x}	<i>SD</i>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	\bar{x}	<i>SD</i>
Stare Czarnowo																								
N	35,5	32,7	32,6	20,7	33,0	29,6	30,7	5,2	29,8	27,2	25,2	18,3	23,4	21,8	24,9	4,0	21,5	23,7	20,3	16,3	18,2	20,0	20,0	2,5
P	1,8	2,3	1,9	3,0	2,7	2,2	2,3	0,4	3,0	2,9	1,8	2,6	3,1	2,3	2,6	0,5	2,3	2,8	2,7	3,7	3,2	2,4	2,9	0,5
K	15,4	34,2	12,9	25,3	13,6	12,8	19,0	8,8	25,1	29,1	11,1	14,6	20,4	17,1	19,6	6,7	22,7	35,5	19,7	32,4	17,3	17,8	24,2	7,8
Na	0,5	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	2,3	0,3	0,3	1,3	0,5	1,0	1,0	0,7	0,5	0,2	0,5	0,4	0,2	0,2	0,3	0,1
Ca	2,9	0,2	3,1	4,2	1,5	1,8	2,6	1,4	5,7	2,7	3,5	6,7	3,9	1,5	4,0	1,9	1,8	0,6	5,0	4,9	2,7	1,4	2,7	1,8
Mg	1,7	0,5	3,1	4,0	3,9	3,1	2,7	1,3	2,0	1,2	2,8	3,5	3,1	2,5	2,5	0,8	1,1	0,8	3,2	2,9	2,8	2,3	2,2	1,0
Żeliszawie																								
N	32,0	33,8	26,1	21,9	34,7	22,2	28,5	5,7	34,6	33,6	25,2	15,9	24,0	21,8	25,9	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-
P	1,7	2,2	3,1	3,1	3,1	2,3	2,6	0,6	3,1	2,9	2,8	4,1	3,7	2,3	3,3	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
K	16,0	35,2	28,2	23,4	16,0	12,3	21,9	8,7	32,2	28,6	26,3	17,8	21,4	22,3	24,8	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	0,6	0,2	0,7	0,5	0,3	0,1	0,4	0,24	1,0	0,4	1,7	1,1	0,7	0,4	0,9	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	2,4	0,3	3,8	4,3	1,6	0,9	2,2	1,5	3,3	0,8	5,5	5,0	2,9	1,4	3,2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	2,1	0,9	1,5	3,2	3,5	3,1	2,4	1,0	1,6	0,9	2,8	3,3	2,3	2,5	2,2	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-

Objasnienia: \bar{x} = średnia, *SD* = odchylenie standardowe, „-” nie stwierdzono występowania.

Explanations: \bar{x} = average, *SD* = standard deviation, „-” the absence of.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 2. Zawartość mikrośladników ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w roślinności szuwarowej w oczkach wodnych w Starym Czarnowie i Żeliszawcu, wartości roczne i średnie z lat 2010–2015

Table 2. The contents of micronutrients ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) in rushes in the ponds in Stare Czarnowo and Żeliszawiec; mean values of the years 2010–2015

Składnik Component	Zawartość w roślinności zbiorowiska w latach The content in the vegetation communities in the years																							
	<i>Phragmites australis</i>						<i>Typha latifolia</i>						<i>Glyceria maxima</i>											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	\bar{x}	<i>SD</i>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	\bar{x}	<i>SD</i>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	\bar{x}	<i>SD</i>
	Stare Czarnowo																							
Fe	143,4	472,9	482,4	350,1	295	357,7	350,3	125,2	248,1	348,8	387,8	350,1	295,9	155,6	297,7	85,0	222,1	280,1	331,9	502,4	237,8	278,8	308,9	102,3
Mn	514,1	289	543,5	479,8	370,3	584,8	463,6	112,3	603,0	478,1	436,9	479,9	674,5	297,8	499,5	131,7	603,0	478,1	436,9	479,9	674,5	297,8	499,5	131,7
Zn	27,8	26,6	28,4	15,9	23,4	21,7	24,0	4,7	12,0	17,9	21,2	15,9	15,5	14,2	16,1	3,2	12,0	17,9	21,2	15,9	15,5	14,2	16,1	3,2
	Żeliszawiec																							
Fe	287,2	618,4	244,8	305,5	550,6	204,3	368,5	172,3	248,5	353,2	163,2	305,5	225,9	411,0	284,6	90,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	917,1	459,5	402,2	480,6	456,2	264,9	497,1	220,3	317,6	540,0	308,7	480,6	599,1	553,5	463,6	124,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	25,4	26,0	20,2	13,8	25,5	23,2	22,4	4,7	13,8	22,9	20,2	13,8	24,6	22,9	19,7	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-

Objasnienia: \bar{x} = średnia, *SD* = odchylenie standardowe, „-” nie stwierdzono występowania.

Explanations: \bar{x} = average, *SD* = standard deviation, „-” the absence of.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Średnia zawartość fosforu w roślinności w analizowanych zbiorowisk w sześćdziesięcioletnim okresie badań (2010–2015) wyniosła od 2,3 do 2,9 g·kg⁻¹ s.m. (Stare Czarnowo) i 2,6–3,3 g·kg⁻¹ s.m. w roślinności z oczka w Żeliszawcu (tab. 1). Największą jego zawartość w roślinności z oczka w Starym Czarnowie odnotowano w zbiorowisku manny mielec, średnio 2,9 g·kg⁻¹ s.m. z odchyleniem standardowym 0,5 g·kg⁻¹, a nieco mniejszą w roślinności zbiorowisk trzciny pospolitej i pałki szerokolistnej – odpowiednio 2,3 i 2,6 g·kg⁻¹ z odchyleniem standardowym 0,4–0,5 g·kg⁻¹ (tab. 1). Spośród analizowanych fitocenoz występujących w Żeliszawcu największe zawartości fosforu stwierdzono natomiast w suchej masie pałki szerokolistnej, tj. 3,3 g·kg⁻¹. Zawartość fosforu w suchej masie roślinności szuwarów wykazywała znaczną stabilność w okresie badań i podlegała tylko niewielkim zmianom w latach badań. W badaniach STANISZEWSKIEGO i in. [2004] zawartość fosforu w suchej masie manny mielec wahała się od 1,0 do 8,0 g·kg⁻¹ s.m., a w pałce szerokolistnej była mniejsza i wynosiła 0,2–4,9 g·kg⁻¹ s.m. FALKOWSKI i in. [2000] podają, że zawartość fosforu w trawach łąkowych powinna wynosić 2,8–3,6 g·kg⁻¹ s.m., a zatem uzyskane średnie wartości fosforu z lat 2010–2015 w analizowanych gatunkach roślin szuwarowych występujących w oczkach wodnych były zbliżone do tych wartości.

Zawartość potasu w suchej masie roślinności analizowanych zbiorowisk szuwarowych oczka wodnego w Starym Czarnowie wynosiła średnio w okresie 2010–2015 od 19,0 do 24,2 g·kg⁻¹ s.m. w zależności od zbiorowiska, a z oczka w Żeliszawcu od 21,9 do 24,8 g·kg⁻¹ s.m. (tab. 1). Największą jego zawartość stwierdzono w roślinności zbiorowiska manny mielec – średnio w okresie badań 24,2 g·kg⁻¹ s.m. (Stare Czarnowo) oraz pałki szerokolistnej – 24,8 s.m. (Żeliszawiec), odchylenie standardowe wynosiło odpowiednio 7,8 i 5,2 g·kg⁻¹. Jednakże zawartość potasu w suchej masie ocenianych roślin była zróżnicowana w kolejnych latach. OŚWIT [1980] w swych badaniach stwierdził, że zawartość potasu w zbiorowiskach szuwarowych wynosiła od 30 do 50 g·kg⁻¹ s.m., a więc była większa w porównaniu z wynikami niniejszych badań.

Ważnym składnikiem roślin jest sód, jego brak może spowodować zahamowanie wykształcenia organów generatywnych [FALKOWSKI i in. 2000]. W badanych zbiorowiskach roślinności szuwarowej w obu oczkach wodnych zawartość sodu była mała i wynosiła od 0,3 do 1,0 g·kg⁻¹ s.m. z odchyleniem standardowym 0,1–0,7 g·kg⁻¹. Nie stwierdzono wyraźnych różnic zawartości sodu w roślinności analizowanych zbiorowisk szuwarowych, poza jego dużą ilością w próbkach pałki szerokolistnej (tab. 1). Zawartość tego makroelementu również zmniejszała się w kolejnych latach badań.

Zawartość wapnia w badanej roślinności szuwarowej obu oczek wodnych była mała i wynosiła w granicach 2,2–2,6 g·kg⁻¹ s.m. (tab. 1). W obu stanowiskach badawczych najmniejszą jego średnią zawartość stwierdzono w trzcinie pospolitej, szczególnie z oczka wodnego w Żeliszawcu (2,2 g·kg⁻¹ s.m., odchylenie standardowe 1,5 g·kg⁻¹), a największą notowano w pałce szerokolistnej, szczególnie wy-

stępującej w oczku wodnym w Starym Czarnowie ($4,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. z odchyleniem standardowym $1,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) – tabela 1. Zawartość wapnia w suchej masie analizowanych roślin nieznacznie zmniejszyła się od roku 2010 do 2015.

Zawartość magnezu, podobnie jak sodu i wapnia, w roślinności analizowanych zbiorowisk szuwarowych obu oczek wodnych była również mała i średnio wynosiła w granicach $2,2\text{--}2,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. z odchyleniem standardowym odpowiednio $1,0\text{--}1,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 1). Nie stwierdzono wyraźnych różnic w zawartości magnezu między roślinnością analizowanych zbiorowisk szuwarowych o charakterze jednogatunkowych agregacji w obu oczkach wodnych. Należy zauważyć, że zawartość magnezu wyraźnie zwiększała się we wszystkich badanych gatunkach w kolejnych latach. OŚWIT [1980] w swych badaniach stwierdził, że zawartość magnezu w roślinności szuwarowej wynosi od 6 do $12 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Natomiast KRYSZAK i GRYNIA [2005] podkreślają dodatni wpływ bioróżnorodności na zawartość makroskładników w zbiorowiskach trawiastych i szuwarowych.

Podsumowując, spośród ocenianych gatunków roślin strefy przybrzeżnej, najwięcej fosforu, potasu, sodu i wapnia stwierdzono w pałce szerokolistnej, natomiast azotu i magnezu – w trzcinnie pospolitej.

ZAWARTOŚĆ MIKROSKŁADNIKÓW

Wskaźnikiem oceny wartości użytkowej zbiorowisk roślinnych jest również zawartość mikroskładników, które są niezbędne dla roślin i zwierząt, ale szkodliwe, jeśli przekraczają wartości krytyczne. Za wartości optymalne przyjmuje się zawartości mikroskładników w roślinności szuwarowej (w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.): żelaza (Fe) od 300 do 1000, manganu (Mn) od 300 do 600 i cynku od 50 do 120 [OŚWIT, SAPEK 1976].

Zawartość żelaza w roślinności ocenianych jednogatunkowych agregacji szuwarowych w obu oczkach wodnych była mała, średnio z sześciu lat (2010–2015) $284,6\text{--}368,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. z odchyleniem standardowym $90,1\text{--}172,3$ (tab. 2). Największą zawartość żelaza w obu stanowiskach badawczych odnotowano w trzcinnie pospolitej zarówno wykształconej w oczku w Starym Czarnowie ($350,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), jak i Żeliszawcu ($368,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Ponadto stwierdzono jego znaczną zawartość w mannie mielec – $308,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Najmniejsze ilości żelaza były w próbkach pałki szerokolistnej występującej w Żeliszawcu, średnio $284,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., a w próbkach ze Starego Czarnowa – $297,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Zawartość tego mikroskładnika na ogół zwiększała się w kolejnych latach badań.

Zawartość manganu w roślinności jednogatunkowych agregacji szuwarowych była zbliżona do maksymalnych wartości optymalnych (tab. 2). Badania własne potwierdzają opinię innych autorów, że najwięcej manganu stwierdza się w roślinności zbiorowisk szuwarowych – bagiennych [LIWSKI 1961; OŚWIT, SAPEK 1976]. Największą średnią zawartość manganu stwierdzono w mannie mielec (zbiorowi-

sko jednogatunkowej agregacji) z oczka w Starym Czarnowie, średnio $499,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. z odchyleniem standardowym $131,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ oraz w trzcinie pospolitej z oczka wodnego w Żeliszawcu – średnio $497,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 2), a nieco mniejszą w trzcinie pospolitej z oczka wodnego w Starym Czarnowie, średnio $463,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. z odchyleniem standardowym $112,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Na uwagę zasługują niewielkie, w porównaniu z zawartością w pozostałych gatunkach, ilości manganu w pałce szerokolistnej.

Zawartość cynku w roślinności łąkowej i szuwarowej jest mała. NIEDŹWIECKI i in. [2002] wskazują na niedobory cynku w glebach Pomorza Zachodnim. Uzyskane wyniki analiz chemicznych (tab. 2) dotyczące zawartości cynku w roślinności jednogatunkowej agregacji trzcinie pospolitej, pałki szerokolistnej i manny mielec z dwóch omawianych oczek wodnych potwierdziły tę opinię, gdyż we wszystkich trzech gatunkach roślinności szuwarowej zawartość cynku była bardzo mała i wynosiła średnio od $16,1$ do $24,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Największą jego zawartość odnotowano w trzcinie pospolitej z obu oczek, średnio $22,4$ i $24,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., a najmniejszą w mannie mielec i w pałce szerokolistnej z oczka wodnego w Starym Czarnowie – średnio $16,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Jego obecność w ocenianych gatunkach, poza trzciną pospolitą, wykazuje tendencje do wzrostu w kolejnych latach. Zawartości cynku były wyraźnie mniejsze od przeciętnych wartości optymalnych dla roślinności szuwarowej wynoszących $50\text{--}120 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Ponadto w roślinności obu oczek wodnych wartości odchyłeń standardowych były duże, szczególnie w odniesieniu do zawartości żelaza i manganu, natomiast małe – w odniesieniu do zawartości cynku.

Podsumowując, najmniejsze średnie z lat 2010–2015 zawartości mikroskładników stwierdzono w pałce szerokolistnej, co może wskazywać, że ten gatunek w niewielkim stopniu zatrzymuje te pierwiastki pochodzące ze źródeł rolniczych. Odchylenia standardowe były mniejsze w przypadku zawartości makroskładników w trzech badanych zbiorowiskach roślinnych, a większe w przypadku zawartości mikroskładników, szczególnie żelaza i manganu. Można to tłumaczyć między innymi tym, że zawartość makroskładników w poszczególnych latach (2010–2015) była zbliżona, natomiast zawartość mikroskładników zróżnicowana.

WNIOSKI

1. W badanych śródpolnych oczkach wodnych stwierdzono trwałą obecność zbiorowisk szuwarowych o charakterze jednogatunkowych agregacji, które są filtrem zapobiegającym eutrofizacji wód.

2. Roślinność zbiorowisk szuwarowych wykazywała dość duże różnice zawartości makro- i mikroskładników.

3. Roślinność zbiorowisk z dominacją trzcinie pospolitej (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) w obu stanowiskach badawczych zawierała najwięcej ma-

kroelementów – azotu i wapnia oraz mikroelementów – żelaza i cynku, a najmniej sodu i wapnia.

4. Pod względem zawartości makroelementów wyróżniała się roślinność zbiorowiska z dominacją pałki szerokolistnej (*Typha latifolia* L.) – stwierdzono w niej dużo fosforu, sodu, wapnia i potasu, a mało magnezu. Po względem zawartości mikroelementów wyróżniała się ona natomiast najmniejszą ilością żelaza.

5. Roślinność zbiorowiska z dominacją manny mielec (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.) charakteryzowała się małą zawartością azotu i magnezu.

6. Spośród analizowanych zbiorowisk strefy przybrzeżnej oczek śródpolnych fitocenozy z dominacją trzciny pospolitej i pałki szerokolistnej zatrzymują najwięcej substancji biogennych i one mogą mieć największy pozytywny wpływ na stan wód powierzchniowych w krajobrazie rolniczym.

BIBLIOGRAFIA

- BRYSEWICZ A., WESOŁOWSKI P. 2015. Wpływ nawożenia fosforowego na skład chemiczny wód w śródpolnym oczku wodnym oraz w wodzie gruntowej z przyległych terenów rolniczych [Effect of phosphoric fertilizing on the chemical composition of water in a pond and of ground water from adjacent farmland]. *Przemysł Chemiczny*. Nr 10 s. 1850–1853.
- BRYSEWICZ A., WESOŁOWSKI P., POTKAŃSKI Ł. 2012. Połowy ryb w śródpolnych oczkach wodnych w Gminie Stare Czarnowo na tle warunków tlenowych [Fish catches in mid-field ponds of the commune Stare Czarnowo in relation to oxic conditions]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 12. Z. 1 (37) s. 37–48.
- DOWNING J.A. 2010. Emerging global role of small lakes and ponds: Little things mean a lot. *Limnetica*. Vol. 29. No. 1 s. 9–24.
- EDVARDSEN A., HALVORSEN R., NORDERHAUG A., PEDERSEN O., RYDGREN K. 2010. Habitat specificity of patches in modern agricultural landscapes. *Landscape Ecology*. Vol. 25. Iss. 7 s. 1071–1083.
- FALKOWSKI M., KUKULKA I., KOZŁOWSKI S. 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych [Chemical properties of meadow plants]. Poznań. Wydaw. AR. ISBN 83-7160-226-X ss. 132.
- GAMRAT R. 2001. Zróżnicowanie szaty roślinnej śródpolnych oczek wodnych i bezodpływowych zagłębień terenowych na Równinie Wełyńskiej [Diversity of flora in meadow ponds and septic hollows field on the Wełyńska Plain]. Praca doktorska. Maszynopis. Szczecin. AR ss. 141.
- KOC J., CYMES I., SKWIERAWSKI A., SZPEREK U. 2001. Role of protecting small water reservoirs in rural landscape. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 476 s. 397–407.
- KOCHANOWSKA R., PIENKOWSKI P., WOŁEJKO L. 1997. Śródpolne oczka wodne w krajobrazie Pomorza Szczecińskiego. W: Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa [Mid-field ponds in the landscape of Pomerania Szczecin. In: Water as a factor conditioning multifunctional and sustainable development of rural areas and agriculture]. Konferencja Naukowo-Techniczna. Falenty. PHARE-FAPA-IMUZ s. 230–236.
- KOPEĆ S. 1987. Wpływ użytków zielonych i upraw polowych w warunkach górskich na wypłukiwanie z gleby składników mineralnych [The influence of grassland and field crops in mountain conditions for leaching from the soil minerals]. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 337 s. 143–156.
- KRYSZAK A., GRYNIA M. 2005. Zbiorowiska trawiaste w siedliskach nadmiernie uwilgotnionych [Grassland habitats excessively waterlogged]. *Łąkarstwo w Polsce*. Nr 8 s. 97–106.

- LIWSKI S. 1961. Mikroelementy – mangan, żelazo, bor, miedź, kobalt i cynk w roślinności łąkowej i bagiennej [Micronutrients – manganese, iron, boron, copper, cobalt and zinc in the meadow vegetation and wetland]. Roczniki Nauk Rolniczych. Ser. F. T. 75. Z. 1 s. 7–74.
- ŁACHACZ 2004. Mokradła w krajobrazie – wybrane pojęcia [Wetlands as landscape elements – selected concepts]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 4. Z. 2a (11) s. 295–301.
- MATUSZKIEWICZ W. 2008. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski [Guide for the determination of Polish plant]. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 978-83-01-14439-5 ss. 537.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIREK H., ZAJĄC A., ZAJĄC M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland a checklist. Kraków. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. ISBN 83-85444-83-1 ss. 442.
- NICZYPORUK A., JANKOWSKA-HUFLEJT H. 2009a. The effect of use of the catchment on the content of mineral nutrients in waters of small river. Grassland Science in Europe. Vol. 14 p. 204–207.
- NICZYPORUK A., JANKOWSKA-HUFLEJT H. 2009b. Wpływ różnego użytkowania zlewni na zawartość składników mineralnych w roślinach na obrzeżach rzeki i w jej wodach odpływowych na przykładzie rzeki Perebel [The impact of different land use on the mineral content in the plants on the edge of the river and its waters drain on the example of the Perebel River]. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Nr 1 s. 37–40.
- NIEDŹWIECKI E., PROTASOWICKI M., MELLER E., TRZASKOŚ M., MALINOWSKI R., SAMMEL A. 2002. Ocena stanu zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz glinem i litem gleb i roślinności Międzyodrza na przykładzie Polderu Widuchowskiego. W: Dolina Dolnej Odry. Monografia Parku Krajobrazowego [Assessment of contamination by heavy metals as well as aluminum and lithium soils and vegetation Międzyodrza for example Widuchowski Polder. In: Dolna Odra Valley. Monograph Landscape Park]. Red. J. Jasnowska. Szczecin. Wydaw. STN s. 355–371.
- OŚWIT J. 1980. Rola roślinności bagiennej w środowisku przyrodniczym doliny Narwi w aspekcie oczyszczania się wód [The role of wetland vegetation in the natural environment of the valley of the Narew in terms of treatment of the waters]. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 234 s. 87–102.
- OŚWIT J., SAPEK B. 1976. Wpływ warunków siedliskowych na zawartość mikroelementów w roślinności łąkowej [The influence of habitat conditions on the content of microelements in the meadow vegetation]. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 171 s. 211–223.
- PIEŃKOWSKI P. 2000. Disappearance of ponds in the younger pleistocene landscapes of Pomerania. Journal of Water and Land Development. No. 4 s. 55–68.
- STANISZEWSKI R., SZOSZKIEWICZ J., TOMOŃ M. 2004. The role of selected plants in limitation of fresh water trophy with emphasis on *Salvinia natans* (L.) All. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 13. Suppl. 1 s. 67–69.
- WESOŁOWSKI P., BRYŚIEWICZ A. 2014. Zdolność przybrzeżnej roślinności szuwarowej śródpolnych oczek wodnych do kumulacji makro- i mikrośkładników [The ability to onshore rushes in mid-field ponds to accumulate macro and micronutrients]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 14. Z. 1(45) s. 111–119.
- VAIČEKONYTĖ R., KIVIAT E., NSENGA F., OSTFELD A. 2014. An exploration of common reed (*Phragmites australis*) bioenergy potential in North America [online]. Mires and Peat. 13(12) s. 1–9. [Dostęp 23.02.2016]. Dostępny w Internecie: http://mires-and-peat.net/media/map13/map_13_12.pdf

Piotr WESOŁOWSKI, Halina JANKOWSKA-HUFLEJT, Adam BRYSEWICZ

COMPARISON OF THE ABILITY OF PLANT COMMUNITIES IN MID-FIELD PONDS TO STOPPING NUTRIENTS

Key words: rushes, pond, chemical composition

S u m m a r y

The study was conducted in 2010–2015 in the mid-field ponds in the area of Stare Czarnowo (West Pomeranian voivodeship). The aim of this study was to determine the ability of plant communities growing on ponds to retain macro- and micronutrients.

In the analyzed ponds found a permanent presence rush communities in coastal areas of a single-species aggregation. Moreover, in the studied ponds there were differences in the content of macro- and microelements in rushes. A large amount of nitrogen accumulated communities *Phragmites australis* – an average of the years 2010–2015 from 28.5 to 30.1 g·kg⁻¹ s.m., while the smallest communities *Glyceria maxima* – 20 g·kg⁻¹ s.m. High content of phosphorus and potassium were recorded in vegetation communities *Glyceria maxima*, and calcium and magnesium – in vegetation communities of *Typha latifolia*. Micronutrients content in the analyzed vegetation communities were also varied. The highest content of iron and manganese were found in vegetation communities with *Phragmites australis*, and the smallest of communities *Typha latifolia*. The zinc content in vegetation individual communities was small – 16.1–24.4 mg·kg⁻¹, which is below the limits adopted for rushes ranging 50–120 mg·kg⁻¹ s.m.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. Piotr Wesołowski, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy ITP w Szczecinie, ul. Czesława 9, 71-504 Szczecin; tel. 91 423-19-08, e-mail: a.brysewicz@itp.edu.pl