

Wpływ eksperymentalnego koszenia i ocienienia na udział traw (Poaceae) w toku sukcesji wtórnej

WOJCIECH ADAMOWSKI i ANNA BOMANOWSKA

ADAMOWSKI, W. AND BOMANOWSKA, A. 2013. The influence of experimental mowing and shading on the share of grasses (Poaceae) in the course of secondary succession. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 20(2): 333–346. Kraków. PL ISSN 1640-629X

ABSTRACT: When analyzing the influence of mowing and shading on the share of grasses in the course of secondary succession the following variants of experiment were taken into consideration: 1) undisturbed succession on an abandoned field and an unmown meadow: no mowing, shading present; 2) modified succession on the abandoned field and the unmown meadow: experimental mowing, shading present; 3) inhibited succession on the mown meadow: experimental mowing, weak shading. Cover of grasses on a control meadow plot in the investigated period increased more than three times (from 12.4% to 39.4%); on other variants this decreased (most on the unmown meadow in the undisturbed series – from 45.2% to 2.8%, and the least on the abandoned field in the modified series – from 29.4% to 23.2%). The decrease in the share of grasses in the experimental plots is the effect of shading by the developing treestand, reaching 60–70% cover. The higher share of grasses on the experimentally mown plots than on undisturbed plots has been observed lately, probably an effect of the lower cover of the shrub layer there. Mowing only of small experimental plots (50 m²) without the removal of shading trees is not enough to keep the high share of grasses.

KEY WORDS: abandoned field, floristic composition changes, mown meadow, long-term studies, *Poaceae*, *Tilio-Carpinetum*, unmown meadow, Białowieża Forest

*W. Adamowski (autor do korespondencji), Białowieża Stacja Geobotaniczna, Uniwersytet Warszawski, ul. Sportowa 19, 17-230 Białowieża; e-mail: w.adamowski@uw.edu.pl; A. Bomanowska, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź; e-mail: knopikaa@biol.uni.lodz.pl

WSTĘP

Trawy (*Poaceae*, *Gramineae*) to jedna z najliczniejszych rodzin w królestwie roślin. Pod względem liczby rodzajów i gatunków zajmują czwarte miejsce (po *Asteraceae*, *Fabaceae* i *Orchidaceae*; FREY 2010). Niespotykana u innych roślin zdolność przystosowawcza traw do różnych warunków życia spowodowała, że zasiedliły one niemal wszystkie strefy klimatyczne Ziemi – występują od terenów polarnych po tropikalne i od poziomu morza po granice wiecznych śniegów (PEETERS i in. 2004). Niemal 1/3 powierzchni lądów zajmują obszary, na których trawy tworzą dominującą formację roślinną (stepy, sawanny, prerie, pampa, puszcza; FREY 2010). Przedstawiciele rodziny *Poaceae* to także ważny składnik

wielu typów zbiorowisk roślinnych powstałych pod wpływem działalności człowieka (łąki kośne, murawy kserotermiczne, trawniki, wydepczyska; PEETERS i in. 2004; BALCERKIEWICZ 2007).

O niebywałym sukcesie ewolucyjnym traw zdecydowała nie tylko wyróżniająca je na tle innych roślin budowa morfologiczna, charakteryzująca się daleko posuniętym minimalizmem, ale także cechy ich anatomii, embriologii, fizjologii, biochemii i genetyka (MIZIANTY 1995; FREY 2000, 2010; PEETERS i in. 2004; RAPACZ & PŁAŻEK 2007). Dzięki temu mogą sprawnie funkcjonować w zmieniających się warunkach środowiska – lepiej wykorzystują jego zasoby, a jednocześnie są wyjątkowo odporne na ograniczające procesy życiowe czynniki zewnętrzne, głównie brak wody (PEETERS i in. 2004; RAPACZ & PŁAŻEK 2007). Dzięki specyficznemu umiejscowieniu merystemu wzrostu wierzchołkowego (ukrytego tuż przy ziemi) i obecności merystemu interkalarnego trawy zdolne są przeżyć niszczenie mechaniczne (zgrzyzanie, koszenie), a nawet pożar (FREY 2000; PEETERS i in. 2004).

Elastyczne i szybkie reagowanie przez trawy na stresy środowiskowe oraz ich zdolność do przetrwania w środowiskach zmienionych powoduje, że wiele gatunków kolonizuje tereny pozbawione wcześniej roślinności lub z roślinnością silnie zaburzoną działalnością człowieka, inicjując procesy sukcesji (pierwotnej i wtórnej) i odgrywając znaczącą rolę w jej pierwszych etapach (WILCOX 1998; HARMER i in. 2001; TRĄBA i in. 2005; WĘGRZYNEK 2005; SKRZYCZYŃSKA & STACHOWICZ 2007). Pionierski charakter i konkurencyjne zdolności traw mogą także wpływać na przebieg tego procesu w dalszych jego etapach. Niektóre trawy działają jak inhibitory (sensu CONNELL & SLATYER 1977) w procesie powrotu lasu na porzucone łąki i pastwiska i mogą mieć negatywny wpływ na tempo sukcesji wtórnej w lasach na gruntach porolnych (BRUNET & VON OHEIMB 1998; HERMY i in. 1999). Generalnie jednak w miarę kształtowania się drzewostanu udział ilościowy i jakościowy traw w runie zmniejsza się pod wpływem rosnącego ocienienia, odkładania ściółki i konkurencji korzeniowej (BALCERKIEWICZ & PAWLAK 2001, 2006; BOMANOWSKA & ADAMOWSKI 2007; DÖLLE i in. 2008; ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2011b). W stabilnych fitocenozach mezofilnych lasów liściastych Europy Środkowej trawy nie odgrywają większej roli (SOKOŁOWSKI 1993; MATUSZKIEWICZ 2001; BALCERKIEWICZ 2007). Co więcej, ich nadmierny rozrost w runie leśnym uważany jest za przejaw degeneracji zbiorowiska leśnego określanej jako cespityzacja (OLACZEK 1972, 1974; BALCERKIEWICZ 2007).

Zupełnie inaczej przedstawia się rola traw w zbiorowiskach łąkowych, w których trawy są dominantami lub gatunkami współpanującymi (BALCERKIEWICZ 2007). Są to układy antropogeniczne, utrzymywane przez koszenie i wypas, które sprzyjają wzrostowi przedstawicieli tej grupy, a tym samym zapewniają egzystencję fitocenoz łąkowych (KUCHARSKI 1999; BERLIN i in. 2000; PEETERS i in. 2004). Zmiany sposobu użytkowania lub zupełne zaprzestanie działalności człowieka prowadzą do zaburzeń w strukturze i kompozycji gatunkowej zbiorowisk łąkowych (SILVERTOWN i in. 2006; ZAŁUSKI 2007 i literatura tam cytowana), w tym także zmian udziału ich głównych komponentów – traw (BERLIN i in. 2000; ROSENTHAL 2010; ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2009, 2011b).

W poznaniu mechanizmów zmian składu florystycznego fitocenoz z dużym udziałem traw zarówno w warunkach stałego użytkowania, jak też po jego zaprzestaniu, interpretowanych jako sukcesja wtórna wymuszona antropogenicznie, ważną rolę odgrywają wieloletnie

badania na stałych powierzchniach umożliwiające regularną rejestrację zachodzących zmian (FALIŃSKI 2001; SMITS i in. 2002; BALCERKIEWICZ & PAWLAK 2006; ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2011a).

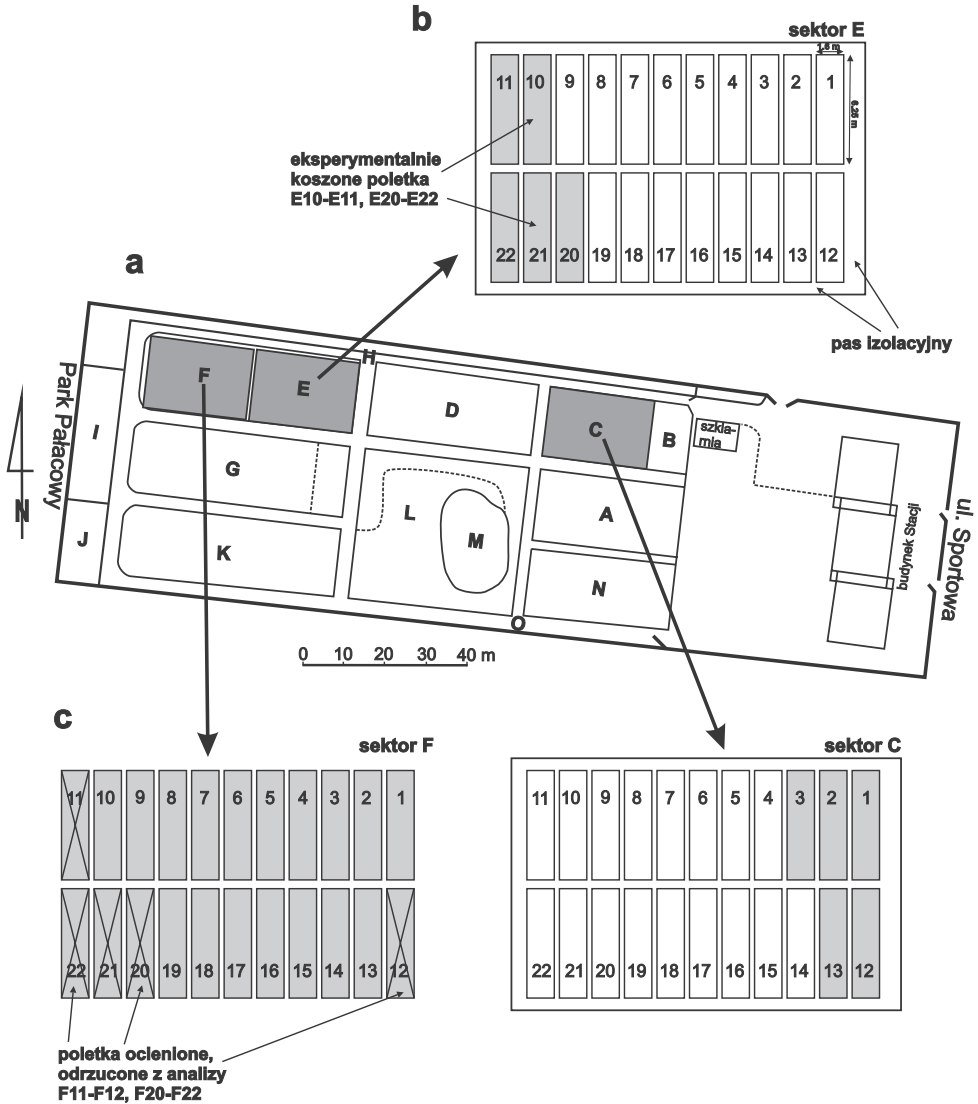
Celem pracy jest określenie wpływu ocienienia i eksperymentalnego koszenia na jakościowy i ilościowy udział traw w procesie sukcesji wtórnej na gruntach porolnych i połakowych.

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano dane z długoterminowych badań ekologicznych prowadzonych w Ogrodzie Eksperymentalnym Białowieskiej Stacji Geobotanicznej Uniwersytetu Warszawskiego (BSG UW). Ogród o powierzchni 1,2 ha zlokalizowany jest w centralnej części Polany Białowieskiej na siedlisku subkontynentalnego grądu typowego *Tilio-Carpinetum typicum* (FALIŃSKI 1986). Utworzono go w 1974 r. na miejscu dawnego pola ornego i kośnej łąki. Od samego początku w Ogrodzie prowadzone są badania nad inicjacją i przebiegiem sukcesji wtórnej na gruntach porolnych i połakowych. Założenia długoterminowego eksperymentu opracował Profesor Janusz B. Faliński, który również sprawował nad nim długoletnią opiekę merytoryczną. Obserwacje prowadziła początkowo Profesor Aurelia U. Warcholińska, a od roku 1995 autorzy niniejszego artykułu. Procedura badawcza, główne cele eksperymentu oraz organizacja stałych powierzchni obserwacyjnych były wielokrotnie i szczegółowo opisywane (FALIŃSKI 1986, 2002; ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2009, 2011a, b; BOMANOWSKA & ADAMOWSKI 2007, 2009), w związku z tym poniżej przedstawiono jedynie najważniejsze informacje.

Do badań nad sukcesją wtórną wyznaczono w 1974 r. dwa sektory: C (dawne pole orne) i E (dawna łąka kośna). Każdy z nich podzielony jest na 22 poletka podstawowe (każde o powierzchni 10 m²), rozdzielone ścieżkami o szerokości 40 cm i otoczone pasem ochronnym o szerokości 120–220 cm. W sektorach C i E w latach 1974–1984 przebiegała niezakłócona sukcesja wtórna. W roku 1984, po wykonaniu obserwacji wybrane poletka (Ryc. 1) zostały wykoszone, a zabieg ten jest powtarzany co roku, po zakończeniu obserwacji, z reguły w pierwszej dekadzie lipca. Otaczający powierzchnie pas izolacyjny w sektorach C i E nie jest poddawany żadnym zabiegom. Do roku 1992 poletka były koszone ręcznie, później mechanicznie – kosiarką listwową, a od 2008 r. kosą spalinową. Od roku 1984 obserwacje wykonuje się dodatkowo w sektorze F, podzielonym wewnątrz tak jak sektory C i E, użytkowanym jako jednokośna nienawożona łąka, zaklasyfikowana jako zbiorowisko ze związku *Arrhenatherion*. Obserwacje w tym sektorze służą do oceny efektów antropogenicznej modyfikacji procesu sukcesji wtórnej przez kontrolowane koszenie (FALIŃSKI 2002; BOMANOWSKA & ADAMOWSKI 2009). W każdym z sektorów obserwacje wykonywane są na przełomie czerwca i lipca (w sektorze F co drugi rok, w lata parzyste), a ich przedmiotem jest określenie całkowitej kompozycji gatunkowej oraz struktura zbiorowiska. Na każdym z 22 poletek wykonuje się zdjęcie fitosocjologiczne, a pokrycie gatunków określa się w skali ilościowości Braun-Blanqueta i skali dziesiątnej Londo (DZWONKO 2007). W momencie rozpoczęcia eksperymentu w roku 1984 na porzuconym polu dominowała roślinność łąkowa z udziałem *Dactylis glomerata* i *Leontodon hispidus* (BOMANOWSKA & ADAMOWSKI 2007), a na niekoszonej łące ziołorośla z *Cirsium arvense* i *Elymus repens* (ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2011b). W ostatnich latach roślinność w obu niezaburzonych wariantach (sektor C i E) osiągnęła stadium zapustu z drzewostanem wysokości ponad 20 m i 60–70% zwarciem (ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2011a, b; Ryc. 4), w sektorze F, w którym proces sukcesji jest powstrzymywany przez regularne koszenie, utrzymuje się zbiorowisko łąkowe (ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2009).

Analizę wpływu ocienienia (wyrażonego procentowym zwarciem drzewostanu i warstwy krzewów) i eksperymentalnego koszenia na udział traw w toku sukcesji wtórnej, przeprowadzono w następujących wariantach doświadczenia: 1) sukcesja niezaburzona na porzuconym polu (poletka C4-C11 i C14-C22; 170 m²) i dawnej łące (poletka E1-E9 i E12-E19; 170 m²): brak koszenia, ocienienie występuje; 2) sukcesja modyfikowana na porzuconym polu (poletka C1-C3 i C12-C13; 50 m²) i dawnej łące (poletka E10-E11 i E20-E22; 50 m²): eksperymentalne koszenie od 11 roku obserwacji, ocienienie występuje; 3) sukcesja



Ryc. 1. Teren badań. **a.** plan Ogrodu Eksperymentalnego Białowieżskiej Stacji Geobotanicznej Uniwersytetu Warszawskiego (sektory C, E i F są wykorzystywane do obserwacji sukcesji wtórnej w warunkach kontrolowanych); **b.** wewnętrzny podział sektora E; **c.** wewnętrzny podział sektorów C i F

Fig. 1. Study area. **a.** plan of the Experimental Garden of the Białowieża Geobotanical Station of Warsaw University (sectors C, E and F are used for observation of secondary succession under monitored conditions); **b.** internal division of sector E; **c.** internal division of sectors C and F

hamowana na łące koszej: eksperymentalne koszenie, ocienienie słabo zaznaczone (poletka F1-F10 i F13-F19; 170 m²; Ryc. 1). Poletka F11-F12 i F20-F22 odrzucono z analizy ze względu na ich ocienienie przez sąsiadujące drzewa. W pracy wykorzystano dane z lat parzystych w okresie 1984–2012 (11–39 rok obserwacji, 1–29 rok doświadczenia), zgromadzone w archiwum BSG UW.

Nazwy łacińskie roślin przyjęto za MIRKIEM i in. (2002).

WYNIKI

W latach 1984–2012 na wszystkich powierzchniach badawczych wziętych pod uwagę w niniejszym artykule odnotowano łącznie 24 gatunki traw. Dwadzieścia taksonów znaleziono na kontrolnej powierzchni łąkowej, 19 na porzuconym polu w serii niezaburzonej, 18 na porzuconym polu w serii modyfikowanej, 16 na niekoszonej łące w serii niezaburzonej, a 14 na niekoszonej łące w serii modyfikowanej.

Jedenaście z nich występowało ze średnim pokryciem równym lub większym od 1% w co najmniej jednym wariancie eksperymentu. W składzie gatunkowym traw na wszystkich powierzchniach dominują trawy łąkowe (*Dactylis glomerata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*). *Dactylis glomerata* występowała z najwyższym sumarycznym pokryciem w dwóch z pięciu wariantów eksperymentu (Ryc. 2a, 2c), najsilniejszą dominację uzyskując na porzuconym polu w serii niezaburzonej. *Anthoxanthum odoratum* wykazywała znaczny udział w czterech z pięciu wariantów eksperymentu (z wyjątkiem serii niezaburzonej na niekoszonej łące; Ryc. 2a, b, d, e). *Arrhenatherum elatius* rozprzestrzenił się stopniowo w czterech z pięciu wariantów eksperymentu (z wyjątkiem serii modyfikowanej na porzuconym polu), a w ostatnich latach zaczął się wycofywać, zwłaszcza w wariantach niezaburzonych (Ryc. 2a, c, d, e). *Holcus lanatus* występowała obficie tylko na kontrolnej powierzchni łąkowej (Ryc. 2e).

Na porzuconym polu w serii niezaburzonej znaczący udział wykazywały także *Poa pratensis* i *P. palustris* (Ryc. 2a), a w serii modyfikowanej *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra* i *P. pratensis* (Ryc. 2b). Na niekoszonej łące w serii niezaburzonej poza dominantami rosły jeszcze *A. pratensis*, *Elymus repens* i *P. palustris* (Ryc. 2c), a w serii modyfikowanej *A. pratensis* i *E. repens* (Ryc. 2d).

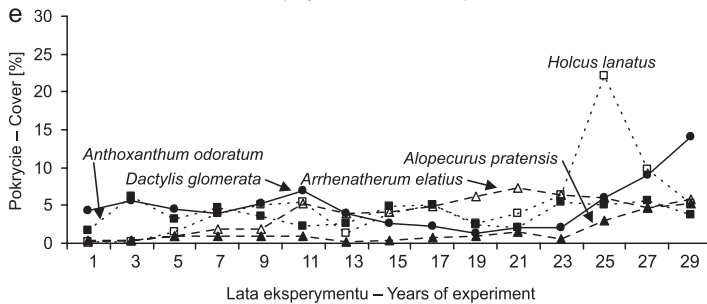
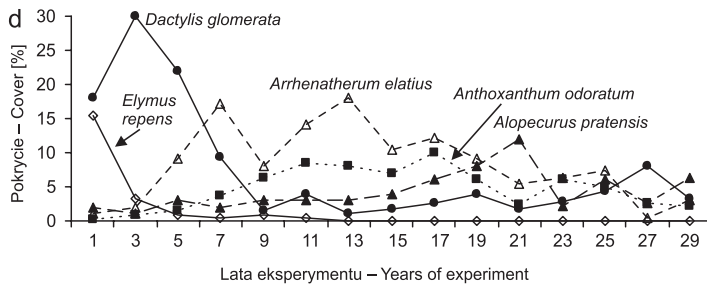
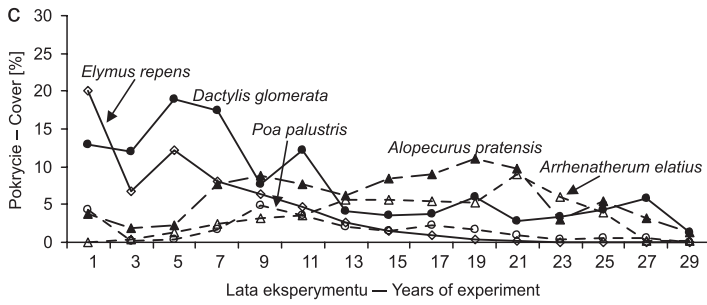
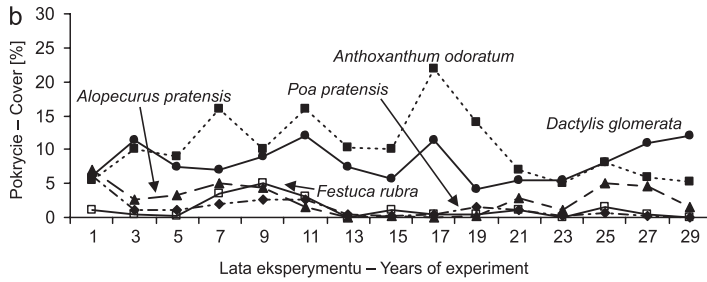
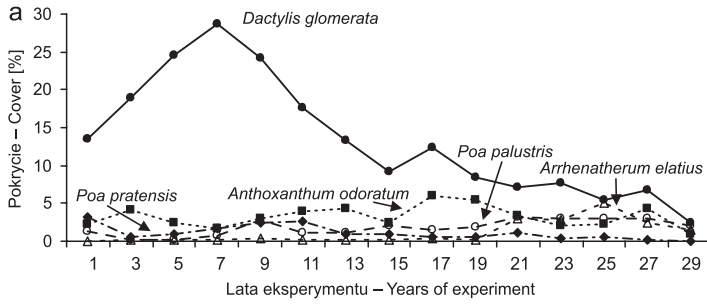
W seriach niezaburzonych w czasie eksperymentu całkowicie wycofały się: na porzuconym polu *Elymus repens* i *Alopecurus pratensis* (Ryc. 2a), a na niekoszonej łące *Agrostis gigantea*, *Elymus repens* i *Poa pratensis* (Ryc. 2c).

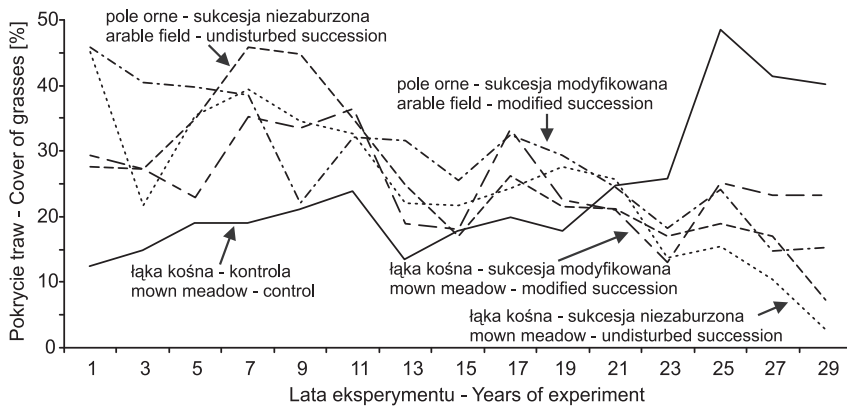
Udział powierzchniowy traw na kontrolnej powierzchni łąkowej w analizowanym okresie wzrósł przeszło trzykrotnie (z 12,4% do 39,4% pokrycia), podczas gdy w pozostałych wariantach spadł (najsilniej na niekoszonej łące w serii niezaburzonej – z 45,2% do 2,8%, najsłabiej na porzuconym polu w serii modyfikowanej – z 29,4% do 23,2%; Ryc. 3). Tylko w serii niezaburzonej na porzuconym polu zaznaczył się początkowo wyraźny wzrost udziału traw.

Większy udział traw na poletkach eksperymentalnie koszonych niż w niezaburzonej serii sukcesyjnej obserwuje się od 23 roku doświadczenia na dawnej łące i 25 roku na dawnym polu (Ryc. 3).

W 2008 r. trawy rozwinęły się wyjątkowo bujnie, zwłaszcza na kontrolnej powierzchni łąkowej. Rok 2012 zaznaczył się znacznym spadkiem udziału traw w obu niezaburzonych seriach sukcesyjnych, przy niewielkich zmianach na poletkach eksperymentalnie koszonych oraz kontrolnej powierzchni łąkowej (Ryc. 3).

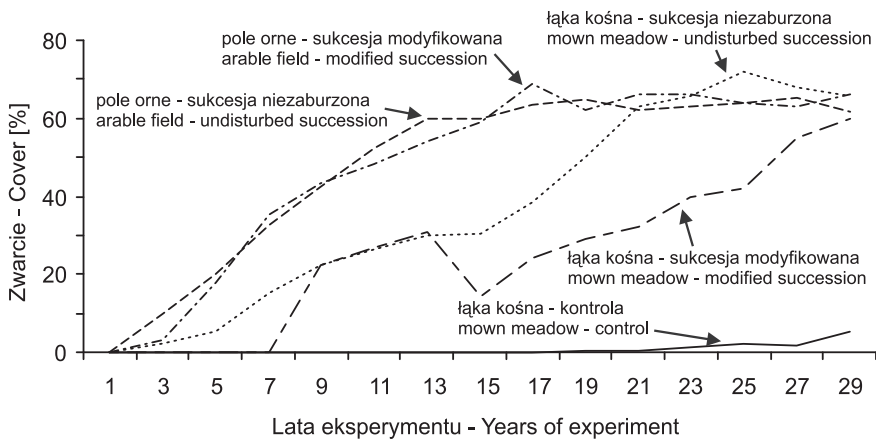
Zwarcie drzewostanu osiągnęło 50% w 11 roku eksperymentu na porzuconym polu. Na niekoszonej łące w serii niezaburzonej nastąpiło to w 19 roku eksperymentu, a w serii modyfikowanej dopiero w 27 roku. Na kontrolnej powierzchni łąkowej w ostatnim, 29 roku





Ryc. 3. Zmiany całkowitego pokrycia traw w pięciu wariantach eksperymentu w ciągu 28 lat

Fig. 3. Changes in the total cover of grasses in five variants of experiment over 28 years



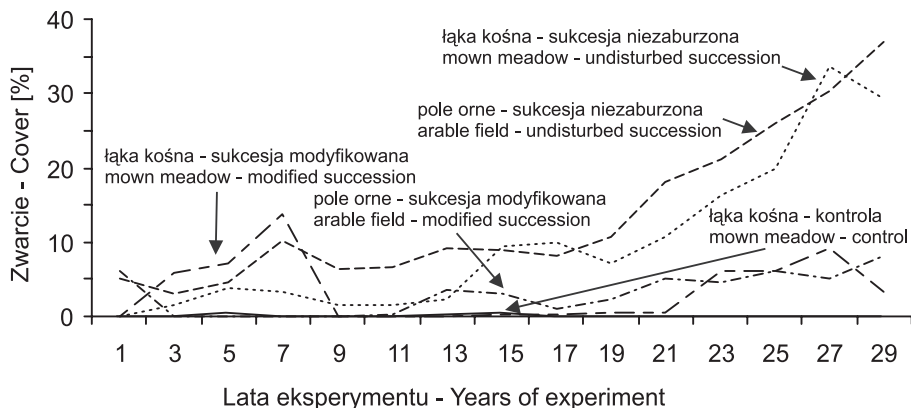
Ryc. 4. Zwarcie drzewostanu w pięciu wariantach eksperymentu w ciągu 28 lat

Fig. 4. Density of tree stand in five variants of experiment over 28 years



Ryc. 2. Zmiany pokrycia dominujących gatunków traw w pięciu wariantach eksperymentu w ciągu 28 lat; a. dawne pole orne, sukcesja niezaburzona; b. dawne pole orne, sukcesja modyfikowana; c. dawna łąka, sukcesja niezaburzona; d. dawna łąka, sukcesja modyfikowana; e. łąka kośna – powierzchnia kontrolna

Fig. 2. Changes in the cover of dominant grass species in five variants of experiment over 28 years; a. former arable field, undisturbed succession; b. former arable field, modified succession; c. former mown meadow, undisturbed succession; d. former mown meadow, modified succession; e. mown meadow – control plot



Ryc. 5. Zwarcie warstwy krzewów w pięciu wariantach eksperymentu w ciągu 28 lat

Fig. 5. Density of the shrub layer in five variants of experiment over 28 years

eksperymentu zwarcie drzewostanu osiągnęło 5% (Ryc. 4). Zwarcie warstwy krzewów w wariantach niezaburzonych osiągnęło ostatnio 37% na porzuconym polu i 29% na niekoszonej łące, podczas gdy na poletkach eksperymentalnie koszonych wciąż nie przekracza 10%, a na kontrolnej powierzchni łąkowej nie dochodzi nawet do 1% (Ryc. 5).

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki potwierdzają podnoszone w literaturze twierdzenia (BERLIN i in. 2000; RUPRECHT 2005; SILVERTOWN i in. 2006; ZAŁUSKI 2007), że zaprzestanie lub zmiana sposobu użytkowania gruntów rolniczych prowadzi do zmian ilościowych i jakościowych w fitocenozach dotychczas istniejących, zmniejszenia udziału jednych gatunków a wzrostu pokrycia w runie innych. Konsekwencją tych przemian może być sukcesja zbiorowisk polnych lub łąkowych w kierunku zbiorowisk leśnych i zaroślowych (FALIŃSKI 1986; KOMPALA-BĄBA & BĄBA 2007; KRYSZAK i in. 2007; MICHALSKA-HEJDUK 2007). Potwierdzają także tezę, że trawy odgrywają znamienne rolę w procesie tych przemian.

Wśród licznych czynników wpływających na udział traw w zbiorowiskach trawiastych (porównaj BELTMAN i in. 2003; PEETERS i in. 2004) z pewnością ważne są fluktuacje pogodowe (MORECROFT i in. 2004; SILVERTOWN i in. 2006). W naszych badaniach 2008 r. (25. rok eksperymentu) charakteryzujący się wilgotną wiosną zaznaczył się niezwykle bujnym rozwojem traw, z kolei rok 2012 (29. rok eksperymentu) z suchą wiosną doprowadził do załamania się udziału traw w niezaburzonych seriach sukcesyjnych (Ryc. 3).

Eksperyment prowadzony w Ogrodzie Eksperymentalnym Białowiejskiej Stacji Geobotanicznej Uniwersytetu Warszawskiego w Białowieży pozwala na prześledzenie wpływu dwóch przeciwstawnych czynników (koszenia i ocienienia) na udział traw w pierwszych etapach sukcesji wtórnej: od ukształtowanej zielonej pokrywy roślinnej o charakterze łąki na porzuconym polu (sektor C) i ziołorośli na niekoszonej łące (sektor E) w 11. roku procesu (1 rok eksperymentu) do powstania mniej więcej zwartego drzewostanu z dominacją

gatunków pionierskich i wzrastającą obecnością trwałych składników lasu w 39. roku procesu (29. rok eksperymentu). Przeprowadzona analiza posiada jednak pewne ograniczenia, które powodują, że uzyskane wyniki mają w dużej mierze charakter lokalny. Najważniejsze z nich to brak pełnych informacji o charakterze roślinności obecnego sektora F (łąkowa powierzchnia kontrolna) przed rokiem 1984 i niejednakowe wielkości powierzchni poszczególnych wariantów eksperymentu (serie niezaburzone i kontrolna powierzchnia łąkowa – 170 m², serie modyfikowane – 50 m²).

Czynnikiem, który „sprzyja” trawom jest koszenie. Specyficzne umieszczenie merystemów powoduje, że trawy znacznie lepiej niż inne rośliny znoszą uszkodzenia mechaniczne (FREY 2000; PEETERS i in. 2004). Jest to szczególnie istotne w przypadku konkurencji przewyższających je wzrostem drzew i krzewów. W opisywanym eksperymencie koszenie nie dopuszcza do wzrostu roślin drzewiastych w seriach modyfikowanych, ale nie zapobiega ich ocienianiu przez korony drzew wyrastających w pobliżu, w seriach niezaburzonych lub na pasie izolacyjnym. Jego widocznym efektem jest wyższy w ostatnich latach udział traw w seriach modyfikowanych niż w niezaburzonych (Ryc. 3).

Najbardziej rozpowszechnioną trawą w opisywanym eksperymencie była *Dactylis glomerata* (Ryc. 2a, b, c, d, e). Dominowała ona w obu seriach niezaburzonych, a w seriach modyfikowanych i na kontrolnej powierzchni łąkowej zajmowała drugie miejsce pod względem sumarycznego pokrycia. Gatunek ten utrzymywał się z wysoką frekwencją we wszystkich wariantach eksperymentu do ostatniej obserwacji (29. rok eksperymentu). Znaczny jego udział obserwowano w części serii sukcesyjnych prowadzących do mezofilnych lasów liściastych (HARMER i in. 2001; DÖLLE i in. 2008), natomiast na podlegającej sukcesji wtórnej polanie śródlęśnej (BALCERKIEWICZ & PAWLAK 2001) nie odegrała ona poważniejszej roli.

Anthoxanthum odoratum to trawa dominująca w serii modyfikowanej na porzuconym polu, a w pozostałych wariantach koszonych była trzecią pod względem sumarycznego pokrycia trawą w okresie badań (Ryc. 2a, c, e). W serii niezaburzonej na porzuconym polu była druga, natomiast na niekoszonej łące występowała z niskim pokryciem. Niski udział *A. odoratum* w tej serii może wynikać z początkowej dominacji znacznie bardziej okazałej *Dactylis glomerata*, zastąpionej w kolejnych latach przez ziołorośla z udziałem *Cirsium arvense*, a później *Urtica dioica* (ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2011b).

Elymus repens to uciążliwy chwast polny (BALCERKIEWICZ 2007; KORNIAK & URBISZ 2007) i częsty komponent roślinności odłogów (TRĄBA i in. 2005; WĘGRZYNEK 2005; PODSTAWKA-CHMIELEWSKA i in. 2007; SKRZYCZYŃSKA & STACHOWICZ 2007). W opisywanym eksperymencie po początkowej dominacji na porzuconym polu (BOMANOWSKA & ADAMOWSKI 2007) przez wycofał się całkowicie w 17 roku eksperymentu, podczas gdy na niekoszonej łące zanikł dopiero w 25 roku eksperymentu, utrzymując się przy tym dłużej i z większym pokryciem w serii niezaburzonej niż w serii modyfikowanej (Ryc. 2c, 2d). Na kontrolnej powierzchni łąkowej gatunek ten występował z niskim pokryciem i zanikł już w 13. roku eksperymentu. W badaniach SCHALITZA i in. (2007) na łące wyłączony z użytkowania rozwinęło się zbiorowisko z dużym udziałem *Elymus*. W niezaburzonej sukcesji na porzuconym polu w Niemczech (DÖLLE i in. 2008) gatunek ten maksymalne pokrycie osiągnął w fazie odłogowej (3–8 rok sukcesji) i zaczął się wycofywać kiedy wkroczyły rośliny drzewiaste.

Regularnie koszona kontrolna powierzchnia łąkowa (sektor F; Ryc. 2e) odróżnia się od pozostałych wariantów eksperymentu obfitym występowaniem *Holcus lanatus*. Gatunek ten rzadko pojawiał się na poletkach eksperymentalnie koszonych, a zupełnie sporadyczne w niezaburzonych seriach sukcesyjnych. W badaniach KRYSZAK i in. (2007) trawa ta wykazywała się znaczną ekspansywnością po zaprzestaniu użytkowania łąk, natomiast na podlegającej sukcesji wtórnej polanie śródlęśnej utrzymywała się niemal wyłącznie na poletkach regularnie koszonych (BALCERKIEWICZ & PAWLAK 2006).

Jedenaście gatunków traw, które występowały z istotnym pokryciem w opisywanym eksperymencie to rośliny o znacznych wymaganiach świetlnych (ZARZYCKI i in. 2002; PEETERS i in. 2004). Według literatury niektóre z nich znoszą częściowe ocienienie (*Arrhenatherum elatius* – PFITZENMEYER 1962; *Elymus repens* – PALMER & SAGAR 1963; *Trisetum flavescens* – DIXON 1995; *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata* – PEETERS i in. 2004), choć poglądy różnych autorów w tej sprawie bywają rozbieżne. Tylko dwa gatunki z tej listy (*D. glomerata* i *Agrostis gigantea*) podawano z Puszczy Białowieskiej jako składniki lasów liściastych, a trzy kolejne (*Anthoxanthum odoratum*, *Poa pratensis* i *Festuca rubra*) z borów mieszanych (SOKOŁOWSKI 1995). Warto tu zwrócić uwagę, że z traw dominujących w opisywanym eksperymencie (Ryc. 2) jako składniki roślinności leśnej w Puszczy Białowieskiej wymieniano tylko *D. glomerata* i *A. odoratum*, a i te gatunki w najlepiej zachowanych lasach Białowieskiego Parku Narodowego występują rzadko i z minimalnym pokryciem (SOKOŁOWSKI 1993). Pozostałe z występujących na powierzchniach badawczych traw rosną w tym kompleksie leśnym wyłącznie w zbiorowiskach otwartych, co pośrednio potwierdza ich znaczne wymagania świetlne.

Zbiegający się w czasie ze zwieraniem się drzewostanu (Ryc. 4) spadek udziału traw we wszystkich czterech wariantach eksperymentu w których występowało ocienienie (Ryc. 3) raczej nie pozostawia wątpliwości co do przyczyn ich ustępowania w toku sukcesji wtórnej. Podobnie zachowywały się te rośliny w innych seriach sukcesyjnych prowadzących do mezofilnych lasów liściastych (HARMER i in. 2001; BALCERKIEWICZ & PAWLAK 2001, 2006; DÖLLE i in. 2008). Na niekoszonej łące trawy zaczęły się wycofywać nawet wcześniej w wyniku oddziaływań konkurencyjnych ze strony klonalnych bylin (ADAMOWSKI & BOMANOWSKA 2011b; Ryc. 3 i 4). Razem z ocienieniem wpływ ma tu zapewne także odkładanie ściółki i konkurencja korzeniowa. Wyniki eksperymentu byłyby odmienne w przypadku serii modyfikowanych, gdyby zabiegowi koszenia podlegał otaczający poletka pas izolacyjny. Wyrosły na nim liczne drzewa, ocieniające ostatnio poletka eksperymentalnie koszone równie silnie jak poletka z niezaburzoną sukcesją (Ryc. 4).

Dziwi brak wyraźnych różnic w udziale traw między serią niezaburzoną a modyfikowaną na niekoszonej łące (Ryc 3). Nie tylko drzewostan zwarł się tam później (Ryc. 4), także udział klonalnych bylin (*Cirsium arvense*, *Urtica dioica*) był znacznie niższy niż w serii niezaburzonej. Być może rozprzestrzenianie się traw zostało zahamowane przez *Leontodon hispidus* szybko rozrastający się po rozpoczęciu eksperymentalnego koszenia.

Jak dotąd nie zanotowano pojawienia się na powierzchniach badawczych typowych traw leśnych (*Festuca gigantea*, *Melica nutans*, *Milium effusum*), bardziej odpornych na ocienienie, jedynie sporadycznie i przejściowo występowała *Poa nemoralis*. Na powierzchniach badawczych w Wielkopolskim Parku Narodowym (BALCERKIEWICZ & PAWLAK 2001, 2006)

pierwsze leśne trawy (*Milium effusum*, *Brachypodium sylvaticum*) obserwowano już w siódmym roku po zaprzestaniu uprawy, jednak tak wczesne ich pojawienie się można tłumaczyć niewielką odległością od źródeł obsiewu (powierzchnie w WPN są bezpośrednio otoczone lasem, podczas gdy w Białowieży sektor F znajduje się o 15–40 m, sektor E o 45–70 m, a sektor C o 110–135 m od skraju głównego źródła obsiewu – Parku Pałacowego; Ryc. 1). W badaniach DÖLLE i in. (2008) prowadzonych w Niemczech, *B. sylvaticum* obecne było już w fazie odłogowej, między trzecim a ósmym rokiem sukcesji, a *M. effusum* dopiero pod okapem roślinności drzewiastej po ponad 20 latach, natomiast w serii opisywanej przez HARMERA i in. (2001) z Anglii po przeszło 50 latach.

W przyszłości można oczekiwać pojawienia się typowych traw leśnych, rosnących w przylegającym do Ogrodu Eksperymentalnego od zachodu Parku Pałacowym (Ryc. 1), trudno jednak przewidzieć kiedy to nastąpi. Być może, że ze względu na silne zwarcie warstwy krzewów z dużym udziałem *Carpinus betulus*, przejściowo dojdzie nawet do całkowitego ustąpienia traw w seriach niezaburzonych.

Z naszych obserwacji wynika, że samo koszenie niewielkich (50 m²) powierzchni eksperymentalnych bez usuwania ocieniających je drzew wyrastających w sąsiedztwie nie jest czynnikiem wystarczającym do utrzymania udziału traw charakterystycznych dla zbiorowisk łąkowych i murawowych (*Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*) na wysokim poziomie. Może ono jedynie opóźnić ich wycofywanie się poprzez ograniczanie rozwoju warstwy krzewów.

LITERATURA

- ADAMOWSKI W. & BOMANOWSKA A. 2009. Zmiany udziału traw na nienawożonej łące kośnej w Puszczy Białowieskiej w ciągu 24 lat. – *Fragm. Florist. Geobot. Polon.* **16**(2): 377–386.
- ADAMOWSKI W. & BOMANOWSKA A. 2011a. Forest return on an abandoned field – secondary succession under monitored conditions. – *Acta Univ. Lodz. Folia Biol. Oecol.* **7**: 49–73.
- ADAMOWSKI W. & BOMANOWSKA A. 2011b. Udział traw w sukcesji wtórnej na niekoszonej łące łąkowej w Puszczy Białowieskiej. – *Fragm. Florist. Geobot. Polon.* **18**(2): 375–385.
- BALCERKIEWICZ S. 2007. Trawy w zbiorowiskach roślinnych Polski. – W: L. FREY (red.), *Księga polskich traw*, s. 229–248. Instytut Botaniki PAN im. W. Szafera, Kraków.
- BALCERKIEWICZ S. & PAWLAK G. 2001. Spontaniczne zarastanie polany śródleśnej i antropogeniczna modyfikacja tego procesu – prezentacja długoterminowego eksperymentu prowadzonego na powierzchni stałej w Wielkopolskim Parku Narodowym. – W: M. WOJTERSKA (red.), *Szata roślinna Wielkopolski i Pojezierza Południowopomorskiego. Przewodnik sesji terenowych 52. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Botanicznego*, s. 274–288. Bogucki Wyd. Nauk. Poznań.
- BALCERKIEWICZ S. & PAWLAK G. 2006. Dynamics of small clearing flora in the biodiversity context. – *Biodiv. Res. Conserv.* **1–2**: 114–122.
- BELTMAN B., VAN DEN BROEK T., MARTIN W., TEN CATE M. & GÜSEWELL S. 2003. Impact of mowing regime on species richness and biomass of a limestone hay meadow in Ireland. – *Bull. Geobot. Inst. ETH* **69**: 17–30.
- BERLIN G. A. I., LINUSSON A. C. & OLSSON E. G. A. 2000. Vegetation changes in semi-natural meadows with unchanged management in southern Sweden, 1965–1990. – *Acta Oecologica* **21**(2): 125–138.

- BOMANOWSKA A. & ADAMOWSKI W. 2007. Grasses (*Poaceae*) in secondary succession of oak-hornbeam series in Białowieża Forest. – W: L. FREY (red.), Biological issues in grasses, s. 131–143. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- BOMANOWSKA A. & ADAMOWSKI W. 2009. The role of woody species in the secondary succession under monitored conditions (Białowieża Forest, NE Poland). Plant, fungal and habitat diversity investigation and conservation – Proceedings of IV BBC – Sofia ‘ 2006: 291–295.
- BRUNET J. & VON OHEIMB G. 1998. Migration of vascular plants to secondary woodlands in southern Sweden. – J. Ecol. **86**: 429–438.
- CONNELL J. H. & SLATYER R. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. – Amer. Nat. **111**(982): 1119–1144.
- DIXON J. M. 1995. *Trisetum flavescens* (L.) Beauv. (*T. pratense* Pers., *Avena flavescens* L.). – J. Ecol. **83**: 895–909.
- DÖLLE M., BERNHARDT-RÖMERMANN M., PARTH A. & SCHMIDT W. 2008. Changes in life history trait composition during undisturbed old-field succession. – Flora **203**: 508–522.
- DZWONKO Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Instytut Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Wydawnictwo Sorus, Poznań – Kraków.
- FALIŃSKI J. B. 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. Ecological studies in Białowieża Forest. Geobotany **8**, s. 537. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster.
- FALIŃSKI J. B. 2001. Przewodnik do długoterminowych badań ekologicznych. Vademecum Geobotanicum **1**, s. 672. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- FALIŃSKI J. B. 2002. Białowieża Geobotanical Station. Long-term studies. Data basis on the vegetation and environment (1952–2002). – Phytocoenosis **14** (N.S.) Suppl. Bibl. Geobot. **14**: 1–200.
- FREY L. 2000. Trawy niezwykłe (wybrane zagadnienia z historii, taksonomii i biologii *Poaceae*). – Łąkarstwo w Polsce **3**: 9–20.
- FREY L. 2010. Grasses in Poland: invincible, but threatened. – Biodiv. Res. Conserv. **19**: 93–102.
- HARMER R., PETERKEN G., KERR G. & POULTON P. 2001. Vegetation changes during 100 years of development of two secondary woodlands on abandoned arable land. – Biol. Conserv. **101**: 291–304.
- HERMY M., HONNAY O., FIRBANK L., GRASHOF-BOKDAM C. & LAWESSON J. E. 1999. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. – Biol. Conserv. **91**: 9–22.
- KOMPAŁA-BĄBA A. & BĄBA W. 2007. Przemiany składu florystycznego zbiorowisk łąkowych Kotliny Dąbrowskiej (Wyżyna Śląska) jako wynik zaprzestania tradycyjnych form użytkowania i degradacji środowiska. – Acta Botanica Warmiae et Masuriae **4**: 173–186.
- KORNIAK T. & URBISZ A. 2007. Trawy synantropijne. – W: L. FREY (red.) Księga polskich traw, s. 317–342. Instytut Botaniki PAN im. W. Szafera, Kraków.
- KRYSAK A., KRYSAK J. & GRYNIA M. 2007. Zmiany degradacyjne na łąkach i pastwiskach wyłączonych z użytkowania. – Acta Botanica Warmiae et Masuriae **4**: 205–214.
- KUCHARSKI L. 1999. Szata roślinna łąk Polski Środkowej i jej zmiany XX stulecia. s. 167. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- MATUSZKIEWICZ W. 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowiska roślinnych Polski, s. 538. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MICHALSKA-HEJDUK D. 2007. Kierunki sukcesji wtórnej w zbiorowiskach nieleśnych Kampinoskiego Parku Narodowego. – Acta Botanica Warmiae et Masuriae **4**: 95–104.

- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A. & ZAJĄC M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland – a checklist. – W: Z. MIREK (red.), Biodiversity of Poland **1**, s. 442. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- MIZIANTY M. 1995. Trawy – grupa roślin, która odniosła ewolucyjny sukces. – Wiad Bot. **39**(1–2): 59–70.
- MORECROFT M. D., MASTERS G. J., BROWN V. K., CLARKE I. P., TAYLOR M. E. & WHITEHOUSE A. T. 2004. Changing precipitation patterns alter plant community dynamics and succession in an ex-arable grassland. – Functional Ecology **18**: 648–655.
- OLACZEK R. 1972. Formy antropogenicznej degeneracji leśnych zbiorowisk roślinnych w krajobrazie rolniczym Polski niżowej. s. 170. Wyd. Uniw. Łódzkiego, Łódź.
- OLACZEK R. 1974. Kierunki degeneracji fitocenoz leśnych i metody ich badania. – Phytocoenosis **3**(3–4): 141–146.
- PALMER J. H. & SAGAR G. R. 1963. Biological flora of the British Isles: *Agropyron repens* (L.) Beauv. – J. Ecol. **51**: 783–794.
- PEETERS A., VANBELLINGHEN C. & FRAME J. 2004. Wild and sown grasses. Profiles of a temperate species selection: ecology, biodiversity, and use. s. 314. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Blackwell Publishing, Rome.
- PFITZENMEYER C. D. C. 1962. Biological flora of the British Isles: *Arrhenatherum elatius* (L.) J. & C. Presl. – J. Ecol. **50**: 235–245.
- PODSTAWKA-CHMIELEWSKA E., PAŁYS E. & KURUS J. 2007. Sukcesja roślinności w czasie 10-letniego odłogowania gruntów poornych na glebie lekkiej. – Acta Botanica Warmiae et Masuriae **4**: 23–34.
- RAPACZ M. & PŁĄZEK A. 2007. Fizjologia traw kluczem do ich ewolucyjnego sukcesu? – W: L. FREY (red.), Księga polskich traw, s. 145–168. Instytut Botaniki PAN im. W. Szafera, Kraków.
- ROSENTHAL G. 2010. Secondary succession in a fallow central European wet grassland. – Flora **205**(3): 153–160.
- RUPRECHT E. 2005. Secondary succession in old-fields in the Transylvanian Lowland (Romania). – Preslia **77**: 145–157.
- SCHALITZ G., CZYŻ H., LEIPNITZ W. & BURY M. 2007. Kierunki zmian składu florystycznego na użytkach zielonych po wyłączeniu z intensywnego użytkowania. – Acta Botanica Warmiae et Masuriae **4**: 115–121.
- SILVERTOWN J., POULTON P., JOHNSTON E., EDWARDS G., HEARD M. & BISS P. M. 2006. The Park Grass Experiment 1856–2006: its contribution to ecology. – J. Ecol. **94**: 801–814.
- SKRZYCZYŃSKA J. & STACHOWICZ P. 2007. Zbiorowiska roślinne odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu. – Acta Botanica Warmiae et Masuriae **4**: 187–203.
- SMITS N. A. C., SCHAMINÉE J. H. J. & VAN DUUREN L. 2002. 70 years of permanent plot research in The Netherlands. – Appl. Veg. Sci. **5**: 121–126.
- SOKOŁOWSKI A. W. 1993. Fitosocjologiczna charakterystyka zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. – Parki Nar. Rez. Przyr. **12**(3): 1–190.
- SOKOŁOWSKI A. W. 1995. Flora roślin naczyniowych Puszczy Białowieskiej. s. 275. Białowieski Park Narodowy, Białowieża.
- TRĄBA CZ., WOLAŃSKI P. & OKLEJEWICZ K. 2005. Udział traw w zbiorowiskach roślinnych kształtujących się na użytkach porolnych Płaskowyżu Kolbuszowskiego. – Łąkarstwo w Polsce **8**: 185–192.
- WĘGRZYNEK B. 2005. Grasses in communities of the abandoned crop fields in the Silesian Upland (S Poland). – W: L. FREY (red.), Biology of grasses, s. 327–333. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

- WILCOX A. 1998. Early plant succession on former arable land. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* **69**: 143–157.
- ZALUSKI W. 2007. Zagrożenie i ochrona zespołów trawiastych. – W: L. FREY (red.), *Księga polskich traw*, s. 283–316. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- ZARZYCKI K., TRZCIŃSKA-TACIK H., RÓŻAŃSKI W., SZELĄG Z., WOŁEK J. & KORZENIAK U. 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland. – W: Z. MIREK (red.), *Biodiversity of Poland* **2**, s. 183. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

SUMMARY

When analyzing the influence of mowing and shading on the share of grasses in the course of secondary succession the following variants of experiment were taken into consideration: 1) undisturbed succession on the abandoned field and the unmown meadow: no mowing, shading present; 2) modified succession on the abandoned field and the unmown meadow: experimental mowing, shading present; 3) inhibited succession on the mown meadow: experimental mowing, weak shading. *Dactylis glomerata* has a high frequency and cover values in all variants of the experiment (Fig. 2). Other dominant species are *Arrhenatherum elatius* (four variants) and *Anthoxanthum odoratum* (four variants). *Holcus lanatus* occurs abundantly only on the control meadow plot. Forest grasses (*Millium effusum*, *Melica nutans*) are absent. The cover of grasses on the control meadow plot in the investigated period increased more than three times (from 12.4% to 39.4%), whereas on other variants this decreased (the most on the unmown meadow in the undisturbed series – from 45.2% to 2.8%, the least on the abandoned field in the modified series – from 29.4% to 23.2%; Fig. 3). The decrease in the share of grasses in experimental plots is the effect of shading by the developing treestand, reaching 60–70% cover recently (Fig. 4). The higher share of grasses on the experimentally mown plots than on undisturbed plots has been observed lately (Fig. 3), probably an effect of the lower cover of the shrub layer there (Fig. 5). Mowing only of small experimental plots (50 m²) without the removal of shading trees is not enough to keep the high share of meadow grasses.

Przyjęto do druku: 10.05.2013 r.