

Eliza Gawel¹, Mieczysław Grzelak²

*¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

*²Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego*

WIELKOŚĆ I JAKOŚĆ PLONU ROŚLIN BOBOWATYCH DROBNONASIENNYCH I ICH MIESZANEK Z TRAWAMI W WARUNKACH NIEDOBORU OPADÓW*

Słowa kluczowe: bobowate drobnonasienne, plonowanie, jakość pokarmowa, jakość odżywcza, mieszanki bobowato-trawiaste, niedobór opadów

Wstęp

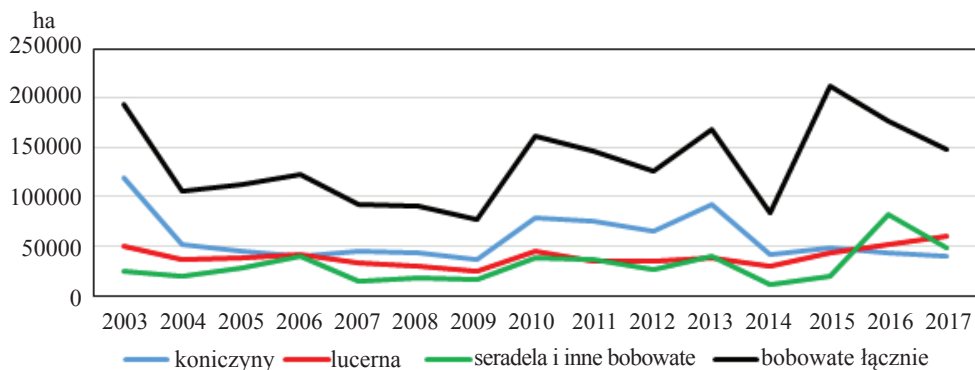
Bobowate drobnonasienne należą do grupy roślin bardzo cennych z rolniczego i pozarolniczego oddziaływania na środowisko przyrodnicze. Mają one duże znaczenie w rolnictwie w produkcji wartościowej wysokobiałkowej paszy objętościowej dla zwierząt gospodarskich produkowanej głównie na gruntach ornych oraz w siedliskach trwałych użytków zielonych. Działają strukturotwórczo na glebę, poprzez wprowadzenie do niej znacznej ilości substancji organicznej, składników pokarmowych, w tym azotu pochodzenia symbiotycznego oraz innych makro- i mikroelementów (2, 24). Wykazano, że krótkotrwałe pastwisko obsiane mieszankami koniczyny łąkowej i lucerny z trawami pozostawia po czteroletniej uprawie od 9,51 do 16,71 t/ha resztek pozbiorowych, w których do wykorzystania przez rośliny następcze pozostaje 145,3-193,5 kg N·ha⁻¹, 18,64-23,30 kg P·ha⁻¹, 51,57-65,31 kg K·ha⁻¹, 52,02-82,80 kg Ca·ha⁻¹ i 12,31-19,31 kg Mg·ha⁻¹ (2). Bobowate drobnonasienne szczególnie przydatne są do uprawy w gospodarstwach wytwarzających produkty rolnicze w systemach ekologicznym i zrównoważonym, ale olbrzymie znaczenie mają także w gospodarstwach konwencjonalnych. Uprawa tej grupy roślin jest ważnym źródłem substancji organicznej, działa fitosanitarnie ograniczając rozwój patogenów roślin zbożowych, zmniejsza zużycie nawozów azotowych przez symbiozę tych roślin z bakteriami wiążącymi wolny azot z powietrza i umożliwia transfer azotu do innych roślin uprawianych współrzędnie, zmniejsza niekorzystne

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

oddziaływanie zbóż dominujących w strukturze zasiewów większości gospodarstw rolnych na terenie naszego kraju (25). Rośliny bobowate o mniejszych wymaganiach siedliskowych stosuje się do ochrony i rekultywacji gleb trudnych, ugorów, odłogów, terenów przemysłowych lub zdewastowanych przez człowieka gdzie służą do odtworzenia próchnicy i chronią glebę przed wystąpieniem erozji wietrznej oraz wodnej (25). Niektóre spośród tych roślin wykorzystuje się do fitoremediacji i rekultywacji gleb skażonych metalami ciężkimi i olejami, stosuje do biologicznej rekultywacji hałd fabrycznych, używa do umacniania i zwiększania wytrzymałości i szczelności wałów przeciwpowodziowych i nasypów kolejowych oraz stosuje na poboczach dróg, trawnikach terenach zurbanizowanych w celu oczyszczania powietrza z zanieczyszczeń pyłowych, gazowych i tłumienia hałasu (4).

Pomimo wielu zalet bobowate negatywnie mogą działać na środowisko np. zakwaszają glebę pobierając z niej duże ilości wapnia i szybko wyczerpują ten składnik zgromadzony w glebie (4). Rośliny bobowate i trawy w mieszankach niekiedy nie wykorzystują całej puli azotu związanego symbiotycznie, który wydany do środowiska zanieczyszcza wody gruntowe azotanami (33).

W Polsce w latach pięćdziesiątych dwudziestego wieku uprawiano około milion hektarów roślin bobowatych drobnonasiennych, a połowę tego areалу przeznaczano na tzw. zielony nawóz na przyoranie ponieważ w tym czasie produkowano i zużywano niewielką ilość nawozów sztucznych. Jeszcze w połowie lat siedemdziesiątych uprawiano około 994 tys. ha bobowatych drobnonasiennych, a po roku 1995 areal tych roślin spadł do 441 tys. ha (40). Po roku dwutysięcznym zmiany ustrojowe w naszym kraju, wolny rynek, zmniejszenie pogłowia zwierząt, wzrastające zainteresowanie nawozami mineralnymi oraz wejście Polski do Unii Europejskiej i związana z nim możliwość zakupu pasz (zwłaszcza białka sojowego) i materiału siewnego w innych krajach przyczyniły się do zmniejszenia zainteresowania uprawą roślin bobowatych drobnonasiennych na terenie kraju (rys. 1). Duże zmiany i systematyczny spadek areálu tych roślin uprawianych na paszę obserwuje się do roku 2009 (rys. 1). Zainteresowanie roślinami bobowatymi znacznie wzrosło po 2010 roku kiedy wprowadzono po raz pierwszy dotację unijną do ich uprawy. W ostatnich latach zmieniająca się kwota wsparcia finansowego do produkcji paszy z roślin bobowatych drobnonasiennych i mieszanek powodowała, w niektórych latach zwiększenie, a w innych ograniczenie powierzchni uprawy tych roślin. Z rysunku nr 1 wynika, że najbardziej stabilna powierzchnia uprawy w latach 2003-2017 charakteryzowała lucernę.



Rys. 1. Powierzchnia uprawy roślin bobowatych drobnonasiennych na paszę w tys. ha

Źródło: pracowanie własne na podstawie danych GUS 2003-2017, (31)

Podstawę opracowania stanowiły doniesienia naukowe opisujące reakcję roślin bobowatych drobnonasiennych na obserwowane w ostatnim okresie anomalie pogodowe: nierównomierne opady, przedłużające się susze, gwałtowne zjawiska atmosferyczne.

Celem opracowania było wskazanie możliwości ograniczenia negatywnych skutków wymienionych zjawisk na wysokość i jakość plonów roślin bobowatych drobnonasiennych i mieszanek bobowato-trawiastych.

Charakterystyka warunków pogodowych w Polsce

Warunki pogodowe w naszym kraju są regionalnie zróżnicowane w zakresie temperatury, opadów atmosferycznych i długości okresu wegetacji trwającego około 180 dni w Sudetach, Karpatach i południowo-wschodniej Polsce do około 230 dni w rejonie południowozachodnim kraju (30, 51). W warunkach dłuższego okresu wegetacji rośliny rozpoczynają wzrost i rozwój wcześniej niż w rejonie z krótszym okresem wegetacji. Z wyżej wymienionych opracowań wynika także, że roczne opady atmosferyczne w Polsce kształtują się na poziomie 500-700 mm, a największe nasilenie opadów przypada na okres lata. Opady atmosferyczne decydują o zasobach wody w glebie, które są największe w rejonie górskim i pogórskim. Na pozostałym terytorium kraju częściej występuje niedobór opadów niż ich nadmiar. Z i e r n i c k a – W o j t a s z e k (48) przedstawiła zmiany w regionalizacji agroklimatu Polski w scenariuszu uwzględniającym wzrost temperatury w okresie wegetacji o 1 do 2 °C przy niezmiennych sumach opadów w latach 1971-2000 i wykazała zmniejszenie w Polsce powierzchni regionu umiarkowanie chłodnego, zwiększenie powierzchni regionu umiarkowanie ciepłego i pojawienie się regionu ciepłego zwłaszcza w warunkach podniesienia temperatury o 2 °C. W badanym okresie autorka zaobserwowała zmniejszenie się powierzchni regionu optymalnego uwilgotnienia oraz wzrost obszaru regionu umiarkowanie suchego (48). M r ó w c z y Ń s k i i i n. (37) zauważyli, że rolnictwo jest działem gospodarki, w którym produkcja pasz

i żywności zależy od warunków klimatycznych (między innymi od suszy, wielkości i rozkładu opadów atmosferycznych, wzrostu temperatury powietrza, emisji gazów cieplarnianych), ponieważ są to ważne parametry wpływające na rozwój i plonowanie roślin. K o z y r a i i n. (35) twierdzą, że ociepleniu klimatu towarzyszyć będą niesprzyjające produkcji rolniczej zjawiska: susze, burze, wysokie temperatury, gwałtowne zmiany pogodowe ulewne deszcze, spadki temperatury, śnieżycy i bezśnieżne zimy. Przewiduje się, że w niektórych rejonach kraju ze wszystkich zjawisk atmosferycznych to susza odgrywać będzie największą rolę w rolnictwie (34, 35).

Według C h m u r y i i n. (10) zarówno nadmiar jak i niedobór wody opadowej szkodzi wszystkim roślinom i może przyczynić się do spadku ich plonów, który w przypadku roślin bobowatych może wynosić 3-34% w stosunku do warunków optymalnego uwilgotnienia.

Z przetoczonych wcześniej wyników badań C h m u r y i i n. (10) wiadomo, że co 5-6 lat następują u nas w Polsce lata suche, a co 10-11 lat bardzo suche, w których ograniczony rozwój może wystąpić w okresach największego zapotrzebowania roślin na wodę czyli w tak zwanych okresach krytycznych rozwoju roślin. Według tych autorów okres krytyczny dla wieloletnich roślin bobowatych drobnonasiennych (koniczyna, lucerna) przypada na fazę przyrostu wegetatywnego, zawiązywania pąków kwiatowych i fazę kwitnienia (10). Niedobór wody hamuje kiełkowanie nasion i wschody roślin, ogranicza przyrost łodyg i liści oraz wiązanie nasion. Natomiast nadmiar wody w okresie przyrostu wegetatywnego, zawiązywania pąków kwiatowych i fazy kwitnienia opóźnia dojrzewanie, zwiększa ryzyko wystąpienia chorób grzybowych, prowadzi też do porastania nasion w strąkach a w uprawie na paszę opóźnia proces suszenia siana. Rośliny bobowate uprawiane na glebach lekkich częściej są narażone na niedobór opadów głównie z powodu małych możliwości retencyjnych, krótkotrwałych zapasów wody w glebie, zaburzonego podsiąkania, mniejszych opadów oraz niższego poziomu wody gruntowej niż na glebach średnich i ciężkich (15, 16).

Najkorzystniejsze warunki dla polskiego rolnictwa, zdaniem K o z y r y i i n. (35) występują na Dolnym Śląsku i pogarszają się w kierunku północno-wschodnim, gdzie wskaźnik agroklimatu osiąga wartość około 85 pkt. w skali 100 pkt. Autorzy tych badań zaobserwowali częste spadki plonów roślin w latach 1990-2007 w wyniku suszy, rzadziej były one spowodowane niekorzystnymi warunkami zimowania. Szczególny wpływ na plonowanie i jakość roślin mają wiosenne i letnie niedobory opadów. Z wyliczonego dla obszaru Polski współczynnika Sielianinowa dla lat 1971-2000 wynika, że najczęściej skrajnie suche i suche warunki pluwiometryczne oraz najrzadziej bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne zanotowano w maju (43). Jest to niekorzystne ponieważ w tym okresie przypada początkowy rozwój roślin wysiewanych wiosną i intensywny wzrost roślin wieloletnich.

Potrzeby wodne roślin bobowatych drobnonasiennych

Zapotrzebowanie na wodę roślin uprawnych jest zróżnicowane gatunkowo i wzrasta w miarę przyrostu masy (rozwoju roślin). Największe potrzeby wodne (ilość wody potrzebna do uzyskania wysokiego plonu) rośliny posiadają w okresie krytycznym przypadającym na zaawansowaną fazę rozwoju wegetatywnego i początkową fazę rozwoju generatywnego, który u bobowatych drobnonasiennych przypada zazwyczaj na początek pąkowania, tj. do 1-2 tygodnie przed koszeniem na paszę. U traw, które są komponentem mieszanek bobowato-trawiastych okres krytycznego zapotrzebowania na wodę przypada na fazę strzelania w źdźbło, tj. do 1-2 tygodnie przed zbiorem na paszę (16, 41, 42).

Przeciętne potrzeby wodne roślin uprawnych w naszym kraju kształtują się na poziomie od 200 do ponad 500 mm. Najmniejsze potrzeby wodne mają rośliny zbożowe, nieco większe – strączkowe, ziemniaki, psiankowate i cebulowe, jeszcze większe bobowate drobnonasienne i warzywa korzeniowe, natomiast największe buraki, kapusta i trawy (16, 41, 42). Według R o j k a (41) rośliny bobowate drobnonasienne zużywają dwukrotnie więcej wody na produkcję 1 t suchej masy, niż zboża i potrzebują 500-700 mm opadów na rok, z czego na sezon wegetacyjny powinno przypadać 300-450 mm opadów. Zapotrzebowanie roślin bobowatych na wodę zwiększa się na glebach lekkich w stosunku do gleb ciężkich, w których istnieje możliwość magazynowania większych zapasów wody dostępnej dla roślin i rzadziej występują susze przejściowe, wyższy jest też z reguły poziom wód gruntowych (16). Na glebie lekkiej i średnio zwięzłej nawadnianie koniczyny łąkowej zwiększyło plonowanie w stosunku do nienawadnianej odpowiednio o więcej niż 40% oraz o około 30-40% (15, 16, 42).

Tabela 1

Potrzeby wodne ważniejszych gatunków roślin bobowatych drobnonasiennych

Gatunek rośliny bobowatej	Roczne potrzeby wodne w mm (potrzeby wodne w sezonie wegetacyjnym IV-IX)	Głębokość systemu korzeniowego (% systemu korzeniowego w warstwie ornej)	Okres z największymi potrzebami wodnymi	Budowa lodygi
Koniczyna łąkowa	500-600 (300-400)	2-2,5 m (75-80%)	Intensywny wzrost w fazie formowania pędów i rozgałęziania oraz wyształcania kwiatostanów (połowa maja do końca sierpnia)	Lodyga pusta, cienkie ściany komórkowe
Koniczyna białoróżowa	600 (400)	50-60 cm (80-90%)	Formowanie pędów głównych, początek tworzenia kwiatostanów	Pusty rdzeń pędów, cienkie ścianki komórkowe
Koniczyna biała	550-620 (300-400)	Krótki korzeń główny, dużo korzeni przybyszowych (80-90%)	Okres największego przyrostu masy	Lodyga pełna, płożąca
Koniczyna perska	400-500 (250-350)	60-70 (70%)	Intensywny wzrost wegetatywny VI-VIII	Lodyga pusta, dobrze ulistniona

Tabela 1 cd.

Lucerna	400-600 (340-470)	2-3 m (czasem do 5-10 m) (60%)	Intensywny wzrost wegetatywny, zawiązywanie pąków kwiatowych, faza kwitnienia II dekada czerwca do I dekady sierpnia	Rdzeń łodygi pełny, drewniejący, łodyga łamiwa
---------	----------------------	--------------------------------------	--	--

Źródło: Chmura i in., 2009 (10), Dzieżyc i Trybała, 1989 (16), Rojek, 1986, 1989 (41, 42)

Odporność roślin bobowatych drobnonasiennych na suszę zależy między innymi od głębokości systemu korzeniowego, poziomu wód gruntowych, dostępności wody, fazy rozwojowej oraz budowy anatomicznej rośliny tzn. im cieńsze są ściany komórkowe pędów tym ich wrażliwość na suszę jest większa. Rośliny bobowate o pustych łodygach jak np. koniczyny: łąkowa i perska są mniej odporne na suszę niż lucerna (tab. 1). Największe potrzeby wodne spośród najważniejszych gatunków roślin bobowatych ma koniczyna białoróżowa o pustej łodydze, małym i płytkim systemie korzeniowym, którego 80-90% masy znajduje się w warstwie ornej oraz koniczyna biała. Pod uprawę koniczyny łąkowej nadają się tereny górskie i nadmorskie. Koniczyna biała dzięki korzeniom przybyszowym dobrze znosi okresowe susze i zalewanie wodą, można ją uprawiać na terenie całego kraju.

Koniczyna białoróżowa jest rośliną stanowisk wilgotnych i mokrych, z powodu płytkiego systemu korzeniowego bardzo wrażliwą na suszę.

Lucerna wraz z esparcetą siewną mają najsilniej rozbudowany system korzeniowy spośród bobowatych drobnonasiennych, dzięki temu dobrze znoszą krótkotrwały deficyt wody, natomiast długotrwały niedobór wody hamuje ich rozwój. Najczęściej lucernę wysiewa się wiosną w jęczmień jary na ziarno jako roślina ochronna, ale taki zasiew nie zawsze gwarantuje dobre plonowanie lucerny w następnym roku. Powodem tego jest konkurencja rośliny ochronnej i zmniejszająca się obsada roślin lucerny w warunkach niedoboru wody (13). Andrzejewska i in. (1) uważają, że dla wsiewek lucerny w roślinie ochronną alternatywą gwarantującą dobrą obsadę i plonowanie roślin w kolejnym sezonie wegetacyjnym może być siew czysty tego gatunku wykonany nie później niż w drugiej połowie lipca.

Mieszanki bobowato-trawiaste uprawiane w warunkach gruntów ornych charakteryzujących się ograniczoną możliwością podsiąku wody z głębszych warstw gleby, korzystają głównie z wody zmagazynowanej w jednometrowej warstwie gleby (29). Według tego autora mieszanki bobowato-trawiaste przy wytwarzaniu pierwszego odrostu runi korzystają z wody zmagazynowanej w okresie zimowym, niedostatek opadów podczas wiosny hamuje rozwój drugiego odrostu runi, natomiast gdy w pierwszym miesiącu po skoszeniu runi opady wynoszą 20-30 mm całkowicie ustaje rozwój traw (29).

Zmiany klimatu a efekty produkcyjne roślin bobowatych

Na wydajność roślin bobowatych drobnonasiennych i mieszanek bobowato-trawiastych wpływają między innymi warunki pogodowe i glebowe. Z reguły te uprawy prowadzi się na określonym dla nich typie i klasie bonitacyjnej gleby. Dlatego, niezależnie od stosowanych technologii produkcji duży wpływ na plonowanie roślin bobowatych i mieszanek mają warunki pogodowe: ilość opadów śniegu (zapasy wody pozimowej), długotrwałe zaleganie śniegu, brak pokrywy śnieżnej w warunkach niskich temperatur, przymrozki wiosenne (zwłaszcza niekorzystne są wahania temperatury wiosną, które niszczą szyjki korzeniowe roślin bobowatych), usłonecznienie, roczne opady atmosferyczne i ich rozkład w sezonie wegetacyjnym oraz susze przejściowe i trwałe jak też zmiany temperatury w tym zwłaszcza wyższe niż zwykle temperatury związane z ocieplaniem klimatu. Niedobór wody w glebie zakłóca przebieg procesu fotosyntezy i transpiracji ograniczając rozwój roślin i ich plonowanie (39, 45, 49).

Reakcja roślin bobowatych uprawianych w mieszankach na niedobór wody zależy między innymi od gatunku komponenta trawiastego. Stwierdzono mniejszą transpirację i lepsze wykorzystanie wody przez komonicę zwyczajną uprawianą z *Festulolium* niż z kostrzewą łąkową (38).

Na podstawie długoletnich analiz wpływu przebiegu pogody wykonano mapę efektów plonotwórczych klimatu w uprawie lucerny na paszę, z której wynika, że rejon Niziny i Wyżyny Śląskiej, Pogórza Karpackiego, Kotliny Sandomierskiej, okolice Rzeszowa i Leska są najbardziej odpowiednie pod uprawę tego gatunku ponieważ cechują się dużymi opadami i nasłonecznieniem oraz długim okresem wegetacji (12). Z opracowania *M r ó w c z y ń s k i e g o i i n.* (37) wynika możliwość ograniczenia plonów przez nowe choroby i szkodniki pojawiające się w warunkach susz lub zwiększającego się uwilgotnienia gleby oraz ocieplenia klimatu.

W warunkach niedoboru opadów stwierdzono 34-3% zniżkę plonu koniczyny łąkowej w porównaniu do uzyskanego w optymalnych warunkach uwilgotnienia wynoszącego 350-460 mm (10) (*C h m u r a i i n.* 2009). Autorzy tych badań stwierdzili ponadto 23-5% spadek plonu lucerny mieszańcowej spowodowany opadami mniejszymi od optymalnych (tzn. w granicach 250-400 mm). *L a z z a r o t t o i i n.* (36) w badaniach wykonanych w Szwajcarii, w rejonie występowania stresu suszy wiosennej, letniej i wczesnojesiennej na mieszance koniczyny białej z trawami przewidują, że w latach 2071-2100 nastąpi wzrost temperatury powietrza o około 3°C w okresie zimy i 5°C w okresie lata. Według tych autorów, w tym czasie opady zmniejszą się o 30% i dwukrotnie wydłużą się okresy suche. Pod wpływem tych zmian klimatycznych nastąpi spadek plonu zwłaszcza traw w runi mieszanek z roślinami bobowatymi z powodu ograniczenia obiegu składników odżywczych w wyniku pobierania mniejszej ilości składników pokarmowych z gleby małą masą, słabo rozwiniętych i płytkich korzeni. Ograniczenia te będą dotyczyły również azotu symbiotycznego transferowanego z koniczyny do gleby i pobieranego przez

trawy (36). W innych badaniach udowodniono wpływ opadów atmosferycznych i ich równomiernego rozkładu w sezonie wegetacyjnym na wysoki poziom plonów runi łąkowej z roślinami bobowatymi (14). W warunkach łąk uprawianych w rejonie Bydgoszczy w latach 1981-2014 stwierdzono, że średnie opady atmosferyczne w okresie wegetacji na poziomie 313 mm zaspakajały w 73% potrzeby runi łąkowej na wodę, a największy deficyt opadów na łąkach dwukośnych występował w pierwszym odroście, natomiast w trzykośnych – w drugim (11). Plonowanie mieszanek wielogatunkowych koniczyny łąkowej z różnymi gatunkami traw w latach 1996-1998 zależało od warunków wilgotnościowych (47), a dobre warunki wilgotnościowe w rejonie Puław z wysokimi i dobrze rozłożonymi opadami w sezonie wegetacyjnym (I rok opady 501,5 mm, II rok 428,1mm) dały o 47% wyższe plony z dwóch lat użytkowania niż w rejonie Błonie-Topola w woj. łódzkim, charakteryzującym się mniejszymi opadami wynoszącymi odpowiednio 314,4 mm i 298,6 mm (47). W tych badaniach zaobserwowano również letnie okresowe susze i upały które hamowały wzrost mieszanek w trzecim pokosie runi. Istotny, negatywny wpływ niedoboru opadów i ich nierównomiernego rozkładu na plonowanie traw stwierdziła B o r a w s k a – J a r m u ł o w i c z i współautorki (5). Wykazały one lepszą adaptację kupkówki pospolitej do warunków stresu suszy niż innych traw. Większą tolerancję kupkówki pospolitej w stosunku do festulolium na niedobór opadów potwierdzają także inne badania, w których większe plony suchej masy mieszanek z tym gatunkiem uzyskano w latach wilgotniejszych (19, 21). W tych badaniach w warunkach niedoboru opadów gatunkiem dominującym w runi była lucerna korzystająca z głębszych pokładów wody niż trawy. Uzyskane w badaniach wysokie plony suchej masy mieszanek lucerny z trawami sugerują, że w warunkach niedoboru wilgoci w glebie bardziej polecane są do uprawy mieszanki z lucerną niż z koniczyną łąkową lub koniczyną łąkową i białą z trawami (23, 26). W ostatnich badaniach własnych przeprowadzonych w latach z niedoborem opadów stwierdzono znaczny spadek rocznego plonu suchej masy w drugim i trzecim roku użytkowania runi bobowato-trawiastej (2015 i 2016 r.) (26). Brak opadów latem i po zbiorze trzeciego odrostu runi zahamował odrastanie roślin bobowatych i traw, co skłoniło autora do zrezygnowania z określania plonu czwartego odrostu runi i przerwania prowadzonych obserwacji (26).

W składzie runi mieszanek bobowatych z trawami obserwuje się dominujący udział traw w odroście wiosennym, który wynika z dobrego wykorzystania przez nie zapasów wody zgromadzonych podczas zimy (20, 21, 24, 26, 39). Latem i jesienią kiedy pogarszają się warunki wilgotnościowe w runi obserwuje się większy udział roślin bobowatych i chwastów niż traw. Z badań własnych realizowanych nad mieszankami wielogatunkowymi wynika wpływ składu gatunkowego mieszanek bobowato-trawiastych na plonowanie, a dobrym plonowaniem wyróżniały się mieszanki zawierające z grupy roślin bobowatych lucerną siewną bądź mieszańcową oraz koniczynę łąkową, natomiast z traw – kupkówkę pospolitą (20, 21, 24, 26).

Mieszanki wieloskładnikowe zawierające wymienione wcześniej gatunki z powodu ich trwałości i plonowania polecane są do podsiewu zdegradowanych trwałych użytków zielonych i do zakładania krótkotrwałych pastwisk na użytkach przemianych (26).

Wpływ niedoboru opadów na jakość plonu roślin bobowatych i mieszanek bobowato-trawiastych

W produkcji pasz objętościowych ważne jest zapewnienie zwierzętom paszy najlepszej jakości ponieważ od niej zależy wydajność mleczna i rzeźna zwierząt. Zwierzęta wykorzystują z pasz objętościowych energię, białko, składniki mineralne i witaminy do pokrycia potrzeb bytowych oraz wytworzenia produktów zwierzęcych (mleka lub mięsa). Do pasz objętościowych zalicza się świeże lub konserwowane rośliny pastewne i uboczne produkty uprawy zbóż zawierające poniżej 4,1 MJ energii metabolicznej jak np.: zielonka, siano, kiszonka i susz (7, 8). Wartość pasz objętościowych zależy od jakości pokarmowej (składu chemicznego i zawartości składników pokarmowych takich jak np.: sucha masa, białko ogólne, tłuszcz, włókno surowe, neutralne i kwaśne włókno detergentowe, składniki mineralne), jakości odżywczej, na którą składa się: wartość wypełnieniowa, energetyczna i białkowa wyrażona w białku właściwym rzeczywiście trawionym jelitowo, strawność i jakości higienicznej określonej występowaniem chorobotwórczych bakterii w paszy, a właściwie ich brakiem.

Wpływ na jakość pokarmową i odżywczą paszy mają między innymi: skład botaniczny mieszanek, procentowy udział roślin bobowatych, intensywność użytkowania, fazy rozwojowe zbieranych roślin, termin zbioru pierwszego pokosu, sposób użytkowania, poziom nawożenia oraz warunki wilgotnościowe decydujące o proporcjach komponentów w runi i tym samym o składzie chemicznym uzyskanej paszy (14, 17, 22, 24, 25, 32, 44, 46, 47). U roślin bobowatych drobnonasiennych uprawianych w siewie czystym lub w mieszankach z trawami obserwuje się duże zmiany w jakości plonu w poszczególnych odrostach runi ponieważ zmieniające się warunki pogodowe modyfikują wzrost i rozwój roślin oraz udziały poszczególnych komponentów w runi. Z obserwacji wynika, że rośliny bobowate uprawiane w mieszankach dominują w odrostach letnich charakteryzujących się niedoborem opadów, ponieważ w przeciwieństwie do traw lepiej znoszą okresowe i krótkotrwałe susze. Badania własne i innych autorów potwierdziły te zależności (3, 21, 23, 24, 26, 44). Zaobserwowano, że niedobór wilgoci w glebie prowadzi do uproszczenia składu mieszanek i zwiększenia udziału roślin bobowatych w kolejnych odrostach runi i latach użytkowania (20, 22, 24). Do grupy gatunków bardziej wytrzymałych na niedobór opadów zaliczane są lucerna oraz koniczyny łąkowa i biała (3, 19, 26). Wyniki badań nad mieszankami wykazały obniżenie ilości paszy pobranej przez zwierzęta, zwiększenie zawartości kwaśnej frakcji włókna detergentowego (ADF) i spadek względnej wartości pokarmowej paszy przy wysokim udziale lucerny w runi

(39, 44). W żywieniu przeżuwaczy szczególnie ważna jest neutralna frakcja włókna detergentowego (NDF) będąca źródłem energii dla mikroorganizmów bytujących w żwaczu, odpowiadająca za wypełnienie żwacza. Istnieje ujemna korelacja pomiędzy NDF a pobraną paszą tzn. wysoka zawartość NDF w paszy zmniejsza jej pobranie (18). Kwaśne włókno detergentowe (ADF) występujące w roślinach odpowiada z kolei za strawność suchej masy paszy. O strawności paszy decyduje też rozkładalność włókna która jest gatunkowo i odmianowo zróżnicowana (28). Wraz ze zmniejszeniem zasobności paszy we włókno, zwłaszcza frakcji kwaśnej włókna detergentowego ujemnie skorelowanej ze strawnością wzrastała względna wartość pokarmowa paszy (38, 44).

W warunkach okresowego niedostatku wilgoci w glebie stwierdzono dominację roślin bobowatych w runi mieszanek, co prowadziło do zwiększenia zawartości niektórych makroelementów w kolejnych odrostach runi. Głównie wzrastała koncentracja N, Ca i Mg, wartość białkowa i plon białka z 1 ha oraz strawność paszy, a niekiedy - wartość energetyczna paszy, natomiast spadała zawartość włókna surowego (3, 17, 24, 27, 47). Zwiększająca się w kolejnych pokosach zawartość składników mineralnych, w niektórych przypadkach przekraczała zapotrzebowanie krów na N, P, K, Ca i Mg (24). Podobne wyniki dotyczące poprawy wartości pastewnej mieszanek bobowato-trawianych w sezonie wegetacyjnym, zwiększania wartości białkowej i strawności paszy oraz spadku zawartości włókna surowego opisano w innym opracowaniu (3, 6). W tych badaniach najlepszy skład mineralny paszy stwierdzono w odroście wiosennym runi wzrastającym w optymalnych warunkach wilgotnościowych gdyż rośliny korzystały z zapasów wody zgromadzonej w okresie zimowym. W badaniach Ś c i b i o r i G a w e ł (47) zwiększenie udziału koniczyny w runi mieszanek dwu – i wielogatunkowych w warunkach upalnej pogody i letniej suszy przełożyło się na większą koncentrację białka ogólnego, popiołu surowego i strawność oraz spadek włókna surowego i frakcji NDF i ADF. W warunkach tych badań wysoka zawartość białka ogólnego i duża koncentracja białka trawionego w jelicie cienkim (BTJN) wskazywała na konieczność wzbogacania dawki żywieniowej bydła paszami węglowodanowymi (47).

W składzie chemicznym wszystkich roślinach bobowatych występują składniki antyodżywcze, niekorzystnie wpływające na zdrowie zwierząt. Ich zawartość w roślinach zmienia się w sezonie wegetacyjnym. Zanotowano znaczny wzrost koncentracji izoflawonów w liściach koniczyny łąkowej w drugim pokosie w porównaniu z pierwszym (9). Koncentracja saponin występujących głównie w lucernie także wzrasta w sezonie letnim charakteryzującym się mniejszą ilością opadów i wyższymi temperaturami w porównaniu z okresem wiosennym (6).

Podsumowanie

Zmiany klimatu (ocieplenie i niedobór opadów) wywierają duży wpływ na plonowanie i jakość paszy pozyskanej z uprawy roślin bobowatych i mieszanek

bobowato-trawiastych. Ograniczyć ten negatywny wpływ można przez bezwzględne przestrzeganie zasad agrotechniki tych cennych dla środowiska przyrodniczego roślin. Należy przy tym kierować się potrzebami wodnymi poszczególnych gatunków.

Postępujące ocieplenie, przewidywany wzrost temperatury powietrza i wydłużające się okresy suche zmniejszają pobieranie składników pokarmowych z gleby przez rośliny bobowate i obniżają ich plonowanie, zakłócają również przebieg procesu symbiozy i odżywiania roślin niebobowatych występujących z nimi w mieszankach. Niedobór opadów szczególnie niekorzystny i dotkliwy będzie dla traw charakteryzujących się większymi potrzebami wodnymi niż posiadają rośliny bobowate. Mało wydajna ruń użytków zielonych będzie poddawana renowacji metodą podsiewu mieszankami. W celu dobrego wykorzystania wody w warunkach niedoboru opadów można do podsiewu zastosować wielogatunkowe mieszanki bobowato-trawiaste, w których trawy wykorzystują wodę z płytkich a bobowate z głębszych pokładów gleby. Do komponowania tych mieszanek należy stosować gatunki mniej podatne na niedostatek opadów jak np. z grupy roślin bobowatych lucernę siewną i mieszańcową, esparcetę siewną lub koniczynę łąkową. Spośród traw należy również wybierać gatunki wykazujące większą tolerancję na suszę, między innymi w mieszankach z roślinami bobowatymi powinna znaleźć się kupkówka pospolita reagująca mniejszym spadkiem plonu na niedobór opadów niż pozostałe trawy.

Choroby i szkodniki atakujące rośliny bobowate i ich mieszanki z trawami i rozwijające się w warunkach suszy będą dla nich nowym zagrożeniem obniżającym trwałość i plonowanie. Jakość paszy pozyskanej z roślin bobowatych w siewie czystym i mieszankach bobowato-trawiastych w warunkach niedoboru opadów pogarsza się ze względu na ograniczone pobieranie składników pokarmowych z gleby oraz wytwarzanie przez rośliny bobowate większych ilości substancji antyodżywczych szkodliwych dla zwierząt po spożyciu dużej ilości tych związków chemicznych.

Literatura

1. Andrzejewska J., Kenneth A., Albrecht, Ignaczak S., Skinder Z.: Method and time of alfalfa sowing when climate is changing. Acta Sci. Pol. Agricultura, 2015, **14(3)**: 3-13.
2. Adamczyk F., Bilińska E., Bojarszczuk J., Buchwald W., Czerwińska E., Danielski W., Deszcz E., Domańska J., Dymkowska-Malesa M., Erlichowska B., Feledyn-Szewczyk B., Fijoł-Adach E.B., Gawęł E., Grzelak M., Grzesik M., Jabłoński M., Janas R., Juliszewski T., Kazimierczak R., Kiełbasa P., Książak J., Kucharski W.A., Leszczyńska D., Łowiński Ł., Mordalski R., Piłat A., Piskier T., Romanowska-Duda Z., Stalenga J., Staniak M., Szaroleta M., Szczepaniak J., Szparaga A., Tadasiewicz R., Talarczyk W., Tylek P., Walczyk J., Zbytek Z.: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia PIMR, 2017, 10: ssp. 134.
3. Bahrynowski D., Barszczewski J., Bieniaszewski T., Borkowska M., Buchwald W., Byczyńska M., Ciesielska A., Dobrowolska A., Feledyn-Szewczyk B., Futa B., Gawęł E., Golinowska M., Grabowski M., Gryszczyńska A., Grzelak M., Grzyb Z.S., Hallmann E., Heller K., Jończyk K., Kruszyński M., Kucharski W.A., Kucińska K., Kuś J., Mendra M., Mordalski R., Nowacki W., Piotrowski W., Podleśna A., Podleśny J., Rymarczyk J., Ryniec I., Sas Paszt L., Semkiw P., Skubida P., Szulc M., Wielgus K., Wysmułek A.: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, 2014, 7: ss. 176.

4. Bilińska E, Bojarszczuk J, Breza–Boruta B, Buchwald W, Czerwińska E, Danielski W, Gałęzewski L, Gawęł E, Grzelak M, Hallmann E, Jaskulska I, Jończyk K, Kaczmarek S, Kitkowska S, Kotwica K, Księżak J, Kucharski A, Lempkowska M, Matyjaszyk E, Mordalski R, Piskier T, Radzikowski P, Sobczak J, Stałęga J, Staniak M, Szparaga A, Szulc M, Zalińska H.: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, 2015, 8: ss. 116.
5. Borawska–Jarmułowicz B, Mastalerczuk G, Janicka M.: Ocena cech biologicznych oraz plonowania wybranych odmian *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis* i *Phleum pratense* w siewach czystych i mieszanych. Łąkarstwo w Polsce (*Grassland Science in Poland*). 2016, **19**: 35-50.
6. Borowiecki J, Gawęł E, Guy P, Filipiak K.: Wzrost plonowania oraz jakości masy roślinnej krajowych i zagranicznych odmian lucerny. II. Cz. Skład chemiczny roślin. Pam., Puł., 1999, **117**: 37-48.
7. Brzóška F, Śliwiński B.: Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. Cz. I. Charakterystyka pasz objętościowych i mierniki jej jakości. Wiadomości Zootechniczne, 2011, R. **XLIX(2)**: 11-23.
8. Brzóška F, Śliwiński B.: Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. Cz. II. Metody analizy i oceny wartości pokarmowej pasz objętościowych. Wiadomości Zootechniczne, 2011, R. **XLIX, 4**: 57-68.
9. Burda S, Ścibior H, Bawolski S.: Wpływ terminu zbioru na zawartość izoflawonów w liściach koniczyny czerwonej. Acta Agrobotanica, 1997, **50(1-2)**: 87-92.
10. Chmura K., Chylińska E., Dmowski Z., Nowak L.: Rola czynnika wodnego w kształtowaniu plonu wybranych roślin polowych. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 2009, **9**: 33-34.
11. Dembek R., Żarski J., Łyszczarz R.: Niedobory opadów atmosferycznych na łąkach dwu- i trzykośnych w rejonie Bydgoszczy. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 2015, **III(1)**: 569-582.
12. Demidowicz G.: Bonitacja agroklimatu Polski dla wielokośnego zbioru zielonej masy lucerny. Acta Agrophysica, 2005, **6(1)**: 53-58.
13. Domański P. J., Andrzejewska J.: Ocena odmian lucerny przy wypasaniu i częstym koszeniu. Wiadomości Odmianoznawcze, 2007, **82**: ss. 24.
14. Ducka M., Barszczewski J.: Degradacja runi łąkowej w warunkach optymalnego uwilgotnienia i zróżnicowanego nawożenia. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2012, **12, 3(39)**: 39-51.
15. Dzieżyc J., Dmowski Z., Nowak L., Panek K.: Efekty i efektywność produkcyjna deszczowania roślin w uprawie polowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1987, **326**: 27-43.
16. Dzieżyc J., Trybała M.: Rola wody w intensyfikacji produkcji roślinnej na glebach lekkich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1989, **377**: 179-193.
17. Gawęł E.: Produkcyjność i wartość pokarmowa mieszanek lucerny z trawami w warunkach użytkowania pastwiskowego Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2001, **479**, 57-64.
18. Gawęł E.: Cechy odmian lucerny (*Medicago sativa ssp. sativa*) warunkujące przydatność do wypasania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2004, **497**: 269-278..
19. Gawęł E.: Wpływ sposobów i różnej częstości użytkowania mieszanek lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) z trawami na plon, jego skład botaniczny i jakość. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2008, **8, 2(24)**: 5-18.
20. Gawęł E.: Struktura i wielkość plonu, zasobność w składniki pokarmowe oraz wartość pokarmowa mieszanki motylkowato-trawiastej w warunkach różnej częstotliwości wypasania. Fragm., Agron., 2009, **26(2)**: 43-54.
21. Gawęł E.: Plonowanie mieszanek koniczyny czerwonej i lucerny mieszańcowej z trawami w gospodarstwie ekologicznym. J. Res. Applic. Engng., 2009, **54(3)**: 79-85.
22. Gawęł E.: Skład chemiczny mieszanek wielogatunkowych z lucerną w zależności od częstości koszenia. Fragm., Agron., 2009, **26(4)**, 28-37.
23. Gawęł E.: Plon białka w ekologicznej uprawie mieszanek motylkowato-trawiastych. J. Res. Applic. Engng., 2010, **55(3)**: 80-85.

24. G a w e ł E.: Skład gatunkowy i mineralny mieszanek motylkowato-trawiastych w ekologicznej uprawie i kośno-pastwiskowym użytkowaniu. Polish Journal of Agronomy, 2011, 6: 17-26.
25. G a w e ł E.: Rola roślin motylkowatych drobnonasiennych w gospodarstwie rolnym. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2011, t. 11, z. 3(35): 73-91.
26. G a w e ł E.: Influence of renovation of grassland on sward yields in the conditions of organic farming. J. Res. Applic. Engng., 2017, 62(3): 105-111.
27. G a w e ł E., M a d e j A., G r z e ł a k M.: Ocena ekonomiczno-produkcyjna dwóch sposobów renowacji użytku zielonego z wykorzystaniem mieszanek bobowato-trawiastych w warunkach ekologicznych. Roczniki Nauk. SERiA, 2017, XIX(5): 72-79.
28. G a w e ł E., Ż u r e k J.: Wartość pokarmowa wybranych odmian lucerny. Biul. IHAR, 2003, 225: 167-174.
29. G r a b a r c z y k S.: Potrzeby wodne użytków zielonych i traw. W: Potrzeby wodne roślin uprawnych, Dzieżyc J. (red.), PWN Warszawa 1989: 189-226.
30. G u m i ń s k i R.: Meteorologia i klimatologia dla rolników. PWR i L Warszawa, 1951.
31. G U S, Dane statystyczne. Obszary tematyczne/Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2003-2017.
32. H a r a s i m J., Harasim A.: Produkcyjność mieszanek pastwiskowych z udziałem koniczyny białej (*Trifolium repense* L.) w różnych warunkach siedliskowych. Monografie i Rozprawy Naukowe, IUNG-PIB w Puławach, 2010, 26: ssp. 65.
33. K o z ł o w s k i S., Z i e l e w i c z W.: Obecność azotu azotanowego w roślinach i w wodzie –przeszłość i przyszłość. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2009, 9(2): 125-138.
34. K o z y r a J., D o r o s z e w s k i A., N i e r ó b c a A.: Zmiany klimatyczne i ich przewidywany wpływ na rolnictwo w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, 2009, 14: 243-257.
35. K o z y r a J., N i e r ó b c a A., M i z a k K., P u d e ł k o R., B o r z e ń c k a – W a l k e r M., F a b e r A., D o r o s z e w s k i A.: Zmiana klimatu – nowe wyzwania dla rolnictwa. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, 2010, 19: 133-144.
36. L a z z a r o t t o P., C a l a n c a P., S e m e n o v M., F u h r e r J.: Transient responses to increasing CO₂ and climate change in an unfertilized grass-clover sward. Clim. Res., 2010, 41: 221-232.
37. M r ó w c z y ń s k i M., W a l c z a k F., K o r b a s M., P a r a d o w s k i A., R o t h M.: Zmiany klimatyczne a zagrożenia roślin rolniczych przez agrofagi. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, 2009, 17: 139-146.
38. O ł s z e w s k a M., G r z e g o r c z y k S.: Intensywność fotosyntezy i transpiracji liści *Lotus corniculatus* L. uprawianej w mieszankach z *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus i *Festuca pratensis* L. w zależności od nawożenia azotem i pogody. Biul. IHAR, 2008, 248: 125-133.
39. O ł s z e w s k a M., G r z e g o r c z y k S., K o b y l i ń s k i A.: Plonowanie oraz względna wartość pokarmowa mieszanek *Dactylis glomerata* L z *Medicago media* Pers. W zależności od udziału lucerny w zasiewie. Acta Agroph., 2017, 24(3): 485-496.
40. P r u s i ń s k i J., K o t e c k i A.: Współczesne problemy w produkcji roślin motylkowatych. Bibiotheca Fragn. Agron., 2005, 9: 27-28.
41. R o j e k S.: Potrzeby wodne motylkowych. Fragn. Agron., 1986, 2(10): 3-20.
42. R o j e k S.: Potrzeby wodne roślin motylkowatych. W: Potrzeby wodne roślin uprawnych. J. Dzieżyc (red.). PWN Warszawa, 1989: 137-158.
43. S k o w e r a B., P u ł a J.: Skrajne warunki pluwiometryczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971-2000. Acta Agroph., 2004, 3(1): 171-177.
44. S o s n o w s k i J.: Wartość RFV mieszanek *Festulolium* z koniczyną łąkową i lucerna mieszańcowa zasilanych użyźniaczem glebowym. Łąkarstwo w Polsce (*Grassland Science in Poland*), 2012, 15: 167-176.
45. S t a n i a k M., K o c o ń A.: Forage grasses under drought stress in conditions of Poland. Acta Physiol. Plant, 2015, 37: 116.
46. S z y s z k o w s k a A., K r z y w i e c k i S., G o s p o d a r c z y k F., N o w a k W., S o w i ń s k i J.: Zmiany wartości pokarmowej mieszanek tetraploidalnych odmian traw i koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) w sezonie wegetacyjnym. Biul. Oc. Odm., 1997, 29: 179-183.
47. Ś c i b i o r H., G a w e ł E.: Plonowanie i wartość pokarmowa wielogatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami. Pam., Puł., 2004, 137: 149-161.

48. Ziernicka – Wojtaszek A.: Weryfikacja rolniczo-klimatycznych regionalizacji Polski w świetle współczesnych zmian klimatu. *Acta Agroph.*, 2009, 13(3): 803-812.
 49. Żakowicz S.: Wpływ wilgotności gleby i warunków ewapotranspiracyjnych na przebieg transpiracji roślin. *Fragm. Agron.*, 1986, 2(10): 21-28.
 50. Żyłowski T.: Czynniki wpływające na emisję podtlenku azotu z rolnictwa. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 50(4): 97-119.
 51. https://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGWiRL/ARP/02.Warunki%20naturalne%20rolnictwa.pdf
-

Adres do korespondencji:

dr hab. Eliza Gawel
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. 81 4786 794
e-mail: gawel@iung.pulawy.pl