

Eliza Gawel

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

WYBRANE ZAGADNIENIA TECHNOLOGII UPRAWY ROŚLIN
BOBOWATYCH DROBNONASIENNYCH*

Słowa kluczowe: bobowate drobnonasienne, mieszanki bobowato-trawiaste, oddziaływanie bobowatych na glebę, wiązanie azotu atmosferycznego, technologia uprawy bobowatych i mieszanek bobowato-trawiastych

Wstęp

Pasze objętościowe dla zwierząt przeżuwających produkowane są na trwałych użytkach zielonych i gruntach ornych. Posiadane w gospodarstwie użytki zielone zazwyczaj nie zapewniają wystarczającej ilości paszy dla bydła na okres zimowy ze względu na niski poziom plonowania. Przeciętny plon siana w 2012 r. wynosił $5,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na łąkach i $3,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na pastwiskach trwałych (42). W doświadczeniach realizowanych w latach 2009–2012 w IUNG-PIB w Puławach poziom plonowania roślin wieloletnich bobowatych drobnonasiennych uprawianych na użytkach przemiennych był znacznie większy i wynosił od $7,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w zasiewach czystych do $19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w mieszankach z trawami (35, 36). Powierzchnia łąk i pastwisk w kraju ulega okresowym zmianom, o czym świadczą dane GUS z ostatnich lat. Następują wyłączenia niektórych terenów z użytkowania rolniczego spowodowane przeznaczeniem ich pod budownictwo, drogi, zalesianie lub inne. Zmieniła się też w ciągu ostatnich kilku lat proporcja łąk i pastwisk. Dane GUS z 2013 r. (42) wykazują, że zwiększyła się powierzchnia pastwisk do 161,5 tys. ha kosztem łąk. Aktualnie areal pastwisk przekroczył poziom z 2000 r. Rośliny bobowate drobnonasienne w siewie czystym i w mieszankach z trawami uprawia się w gospodarstwach prowadzących chów przeżuwaczy, produkujących mleko i żywiec wołowy. Polskie łąki i pastwiska trwale charakteryzuje poza małą wydajnością także niska wartość pokarmowa spowodowana brakiem roślin bobowatych drobnonasiennych w runi bądź niewielkim ich udziałem. K l ę c z e k i in. (56) wykazali poprawę plonowania, wartości białkowej i strawności paszy wraz ze zwiąk-

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

szeniem udziału roślin bobowatych w runi. Ponadto zaobserwowano korzystniejszą proporcję węglowodanów do białka w paszy mieszanek w porównaniu z siewem jednogatunkowym traw i bobowatych drobnonasiennych (49). Na przemiennych użytkach zielonych uprawianych na gruntach ornych wytwarza się również dużo wartościowej paszy zarówno w plonie głównym, jak też w międzyplonach. Po wprowadzeniu dopłat unijnych do uprawy roślin bobowatych ich areal zwiększył się znacznie z 91,3 tys. ha w 2008 r. do 146,4 tys. ha w 2011 r. Największą popularnością wśród rolników cieszy się koniczyna łąkowa (75,4 tys. ha), następnie lucerna (34,6 tys. ha) i seradela. W połowie ubiegłego stulecia, w okresie wysokich cen i małej podaży nawozów mineralnych na rynku podobny areal bobowatych drobnonasiennych przeznaczano na paszę i „zielony nawóz” na przyoranie. Aktualnie niemal w całości zasiewy bobowych przeznaczane są na paszę dla zwierząt, a w 2009 r. przyorano tylko około 5 tys. ha tych upraw (42).

W naszym kraju pasza z przemiennych użytków zielonych skarmiana jest w postaci zielonki koszonej, pastwiska, siana, coraz częściej sporządza się z tej runi sianokiszonkę i kiszonkę. Z powodów finansowych rzadko produkowany jest susz przemysłowy. Analiza ekonomiczna kosztów bezpośrednich ponoszonych w uprawie mieszanek bobowato-trawiastych oraz jednostkowych kosztów produkcji suchej masy i jednostek pokarmowych wykazała, iż spasanie runi jest ekonomicznie korzystniejsze niż koszenie i wytwarzanie sianokiszonki (39). Bobowate drobnonasienne wzbogacają runi trwałych i krótkotrwałych użytków zielonych, zwiększają wydajność i obniżają jednostkowe koszty produkcji suchej masy energii i białka, poprawiają smakowitość paszy oraz wartość pokarmową; wszystko to w efekcie prowadzi do obniżenia kosztów żywienia i osiągania lepszych efektów w produkcji zwierzęcej (43). Jednak w procesie wytwarzania paszy ważna jest technologia, a więc wykonywanie różnych zabiegów prato- i agrotechnicznych prowadzących do uzyskania efektów produkcyjnych. Od nich zależy wielkość produkcji roślinnej oraz jakość wytworzonej paszy, a także wydajność mleczna i produkcja żywca wołowego.

Celem niniejszego opracowania jest ocena wpływu niektórych elementów technologii uprawy roślin bobowatych drobnonasiennych na wydajność i jakość pozyskanej paszy.

Rola roślin bobowatych i ich wpływ na środowisko glebowe

Bobowate drobnonasienne uzupełniają bazę paszową dla zwierząt, są również ogniwem zmianowania wzbogacającym glebę w substancję organiczną, składniki pokarmowe, poprawiającym też strukturę gleby i jej właściwości fizykochemiczne (30). Po uprawie bobowatych w warunkach polowych pozostaje duża masa resztek pozbiorowych, które w sposób bezpośredni użyźniają glebę. Pośrednio przez wyprodukowaną paszę wpływają też na wielkość produkcji obornika i tym samym poprawiają bilans próchnicy i żyzność gleby (5, 6, 10, 40, 65). Masa resztek pozostałych po ich uprawie w warstwie ornej zależy od gatunku rośliny bobowatej

i z reguły jest większa w przypadku wieloletnich bobowatych niż jednorocznych. Znacznie większą masę resztek pozostawiają korzenie niż części nadziemne tych roślin (tab. 1). Prezentowane w tabeli 1 wyniki wskazują, iż więcej resztek pozbiorowych pozostaje w warunkach pastwiska polowego w porównaniu z kośnym wykorzystaniem runi. B a w o l s k i (11, 12) wykazał, że mieszanki dostarczają o 25–27% więcej resztek pozbiorowych zasobnych w azot, potas, fosfor, i wapń niż bobowate drobnonasienne uprawiane w siewie czystym.

Tabela 1

Sucha masa resztek pozbiorowych po 4 latach uprawy mieszanek bobowatych drobnonasiennych z trawami ($t \cdot ha^{-1}$)

Mieszanki	Frakcje resztek pozbiorowych							
	bobowate		trawy		chwasty		razem	
	n*	k**	n	k	n	k	n	k
zmienne użytkowanie								
<i>Tr</i> *** (25%) + <i>Tp</i> (25%) + <i>Lp</i> (15%) + <i>Dg</i> (15%) + <i>Tp</i> (10%) + <i>Fr</i> (10%)	0,06	0,04	0,99	4,38	0,13	0,10	1,19	4,51
<i>Tp</i> (50%) + <i>Lp</i> (20%) + <i>Fp</i> (20%) + <i>Php</i> (10%)	0,05	0,02	0,61	3,21	0,36	0,55	1,01	3,78
<i>Mv</i> (50%) + <i>Dg</i> (20%) + <i>Fp</i> (20%) + <i>Php</i> (10%)	0,42	2,34	1,97	3,80	0,18	0,34	1,79	6,48
<i>Tr</i> (25%) + <i>Mv</i> (25%) + <i>Lp</i> (15%) + <i>Dg</i> (15%) + <i>Fp</i> (10%) + <i>Fr</i> (10%)	0,23	0,69	1,08	5,14	0,06	0,09	1,38	5,93
pastwisko dla bydła								
<i>Tr</i> (25%) + <i>Tp</i> (25%) + <i>Lp</i> (15%) + <i>Dg</i> (15%) + <i>Tp</i> (10%) + <i>Fr</i> (10%)	0,39	0,74	0,78	4,45	0,07	0,18	1,24	5,37
<i>Tp</i> (50%) + <i>Lp</i> (20%) + <i>Fp</i> (20%) + <i>Php</i> (10%)	0,19	0,41	0,49	2,98	0,37	0,93	1,04	4,33
<i>Mv</i> (50%) + <i>Dg</i> (20%) + <i>Fp</i> (20%) + <i>Php</i> (10%)	0,57	2,64	0,57	2,80	0,15	0,66	1,30	6,10
<i>Tr</i> (25%) + <i>Mv</i> (25%) + <i>Lp</i> (15%) + <i>Dg</i> (15%) + <i>Fp</i> (10%) + <i>Fr</i> (10%)	0,58	2,29	0,76	3,80	0,18	0,32	1,51	6,42

* części nadziemne; ** korzenie; *** *Tr* – *Trifolium repens*, *Tp* – *Trifolium pratense*, *Lp* – *Lolium perenne*, *Dg* – *Dactylis glomerata*, *Fp* – *Festuca pratense*, *Fr* – *Festuca rubra*, *Fp* – *Festuca pratense*, *Php* – *Phleum pratense*, *Mv* – *Medicago x varia*

Źródło: Gawel i in., 2012 (40)

Bobowate drobnonasienne podnoszą żyzność gleb, a jej zwiększona produktywność po tych roślinach utrzymuje się przeciętnie trzy lata. Najwięcej korzystają z niej rośliny następcze uprawiane w pierwszym i drugim roku po bobowatych. Rośliny te poprawiają stan fizyczny i napowietrzenie gleby. Chronią też glebę przed różnymi rodzajami erozji i wymywaniem składników pokarmowych w okresie jesienno-zimowym.

Ważną cechą roślin bobowatych jest możliwość symbiozy z bakteriami brodawkowymi wiążącymi azot cząsteczkowy z powietrza. Dzięki tej umiejętności odgrywają one istotną rolę w bilansie azotu w glebie i obiegu tego składnika w przyrodzie. Ilość przyswojonego przez bobowate azotu atmosferycznego przetworzonego na formę

amonową, dostępną dla roślin, jest niekiedy znacząco wysoka ($50\text{--}250\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (33). Oszacowanie faktycznej ilości azotu związanego biologicznie jest trudne do zrealizowania. Ostatnie, bardziej precyzyjne, badania modelowe uwzględniają transfer azotu z roślin bobowatych za pośrednictwem gleby do traw oraz transfer azotu za pośrednictwem wypasanych zwierząt, jak też immobilizację pewnych ilości azotu w glebowej materii organicznej (52, 61, 62). Skwantyfikowanie dokładnej ilości azotu atmosferycznego związanego symbiotycznie przez bakterie i asymilowanego przez rośliny bobowate jest złożonym i trudnym zagadnieniem. Metoda opisana przez H ø g h - J e n s e n a i i n. (52) pozwala na dokładniejsze określenie ilości tego składnika, między innymi poprzez uwzględnienie wnoszenia azotu z plonem roślin bobowatych. Dotychczas parametr ten nie był brany pod uwagę w metodach badawczych. Wcześniej w naszym kraju przyjmowano, że na każdy 1% udziału koniczyny białej w runi mieszanki przypada przyrost plonu 78 kg suchej masy i 16 kg białka ogólnego oraz $2,6\text{ kg}$ związanego azotu atmosferycznego (55). Poza tym poprzednie metody kwantyfikacji ilości azotu związanego przez bakterie brodawkowe w wyniku symbiozy z roślinami bobowatymi nie uwzględniały rodzaju gleby, na której je uprawiano, gatunku rośliny bobowatej i sposobu użytkowania zasiewu, a są to czynniki, które mają zasadniczy wpływ na przebieg tego procesu. P i e t r z a k (62) stwierdził mniejsze wiązanie azotu atmosferycznego na pastwisku niż w warunkach koszenia oraz na glebach piaszczystych uboższych w składniki pokarmowe i wodę w porównaniu z glebą gliniastą. S z y m a n o w i c z i i n. (66) podają, że średnio w sezonie wegetacyjnym rutwica wschodnia redukuje około $312,3\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, a największą ilość – $379,7\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, zanotowano w fazie kwitnienia, co świadczy o wysokiej intensywności procesu biologicznej redukcji azotu cząsteczkowego w tej fazie rozwojowej rośliny. W celu poprawy produktywności gleby stosuje się inokulację nasion roślin bobowatych albo gleby bakteriami symbiotycznymi, azotobakterem i promieniowcami, które nie tylko wiążą azot atmosferyczny, ale też produkują różne związki chemiczne, jak np. azotobakter auksyny, gibereliny, pirydoksynę, biotynę i kwas nikotynowy, konieczne do rozwoju roślin bobowatych (1). W celu zwiększenia efektywności wiązania azotu symbiotycznego stosuje się też zaprawianie nasion ekstraktem zawierającym czynniki Nod lub opryskuje rośliny, bądź realizuje obie formy zabiegów jednocześnie w celu wspomagania przebiegu procesu symbiozy i rozwoju brodawek korzeniowych. Czynniki Nod uczestniczą w wymianie informacji między bakteriami symbiotycznymi i rośliną bobowatą, prowadzą one do infekcji systemu korzeniowego i powstania brodawek korzeniowych. Badania realizowane na grochu przez P o d l e ś n e g o i i n. (63, 64) wykazały lepszy rozwój roślin bobowatych, zwiększenie liczby i masy brodawek korzeniowych oraz wzrost plonu nasion grochu po zastosowaniu czynników Nod (tab. 2).

Uprawa roślin bobowatych w mieszankach z trawami lub innymi roślinami dwuliściennymi nieposiadającymi zdolności do symbiozy z bakteriami brodawkowymi *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* i *Sinorhizobium* umożliwia im korzystanie z azotu

asymilowanego przez bakterie brodawkowe. Związki azotu w formie dostępnej dla roślin uwalniane są w trakcie rozpadu obumarłych brodawek korzeniowych i korzeni roślin bobowatych do gleby skąd pobierane są przez rośliny jednoliścienne i niebobowate rośliny dwuliścienne. Ilość azotu transferowanego do roślin niebobowatych może być znaczna (kilka do kilkadziesiąt kilogramów) i zależy od wielu czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Asymilacja azotu cząsteczkowego z powietrza przez rośliny bobowate i jego transfer do innych roślin ogranicza zużycie nawozów mineralnych, co znacznie redukuje koszt produkcji pasz oraz przyczynia się do zmniejszenia skażenia środowiska związkami azotu pochodzącymi z nawozów mineralnych.

Tabela 2

Liczba i masa brodawek korzeniowych w fazie zielonych roślin grochu (BBCH 75)

Wyszczególnienie	Moczenie	Oprysk		
		kontrola	SP – roztwór czynników Nod	średnia
Liczba brodawek korzeniowych na roślinie	Kontrola	9,8a*	13,5aB	11,6a 12,2b
	SS – moczenie nasion	11,4bA	13,1aB	
	Średnia	10,6A	13,3 ^B	
Zielona masa brodawek (g/roślinę)	Kontrola	1,04aA	1,46aB	1,25a 1,26b
	SS – moczenie nasion	1,12bA	1,40aB	
	Średnia	1,08A	1,43B	
Sucha masa brodawek (g/roślinę)	Kontrola	0,21aA	0,35aB	0,28a 0,30a
	SS – moczenie nasion	0,24bA	0,36aB	
	Średnia	0,22A	0,35a	

* Wartości oznaczone literami: ^{A,B} – różnią się istotnie w wierszach; ^{a,b} – różnią się istotnie w kolumnach

Źródło: Podleśny i in., 2013 (63)

Bobowate na trwałych użytkach zielonych

Produkcyjność łąk i pastwisk trwałych zależy głównie od stosowanego nawożenia, pielęgnacji i składu gatunkowego runi. Ruń, w której nie występują rośliny bobowate plonuje słabo; gorsza jest również jakość produkowanej paszy, gdyż zazwyczaj dominują w niej gatunki o niższej wartości użytkowej (56). Według Wasilewskiego i Sutkowskiej (69) by zapewnić produkcję paszy o składzie chemicznym odpowiednim dla przeżuwaczy, w składzie botanicznym runi łąk i pastwisk bobowate powinny stanowić 20–30%, zioła i chwasty do 20%, a trawy 60–70%. W praktyce zagadnienie to wygląda całkowicie odmiennie, gdyż bobowate w runi stanowią zaledwie kilka procent lub nie występują w niej wcale. Dlatego tak ważne jest wzbogacenie runi użytków zielonych poprzez podsiew roślinami bobowatymi lub mieszankami bobowato-trawiatymi (44, 45). W celu poprawy składu botanicznego i wydajności

łąk oraz pastwisk oprócz mieszanek wieloletnich można również do podsiewu stosować gatunki jednoroczne, jak koniczyna perska, koniczyna Aleksandryjska i życica wielokwiatowa (24). Oba komponenty mieszanek bobowaty i trawiasty wywierają na siebie pozytywny wpływ. H a r a s i m (48) stwierdziła wzrost wysokości pędów trawy, zwiększenie liczby pędów i liści na roślinie oraz plonu z pojedynczej rośliny i jednostki powierzchni po każdorazowym zwiększeniu udziału koniczyny białej o następne 25% w runi mieszanek. Komponent bobowaty wprowadzony do runi jako bogatszy w składniki mineralne i białko może całkowicie lub w znacznym stopniu pokryć zapotrzebowanie zwierząt przeżuwających na te składniki (45). Wraz ze wzrostem udziału roślin bobowatych zwiększa się wartość pastewna runi (46).

Renowacji łąk i pastwisk trwałych dokonuje się poprzez: nawożenie, podsiew z częściową renowacją starej darni (siew bezpośredni w run), całkowite niszczenie starej darni metodą pełnej uprawy (z orką) i nowy zasiew mieszanek bobowato-trawiastych oraz renowację przy wykorzystaniu herbicydów nieselektywnych i siew nasion mieszanek bobowato-trawiastych. Wybór metody podsiewu zależy od stopnia degradacji darni i występujących w niej gatunków roślin. Najczęściej podsiew stosuje się w warunkach znacznego uproszczenia składu gatunkowego, dużego zachwaszczenia i na glebach organicznych, by ograniczyć proces ich murszenia i mineralizacji po ewentualnych intensywnych uprawach. Całkowite niszczenie starej runi, orka i ponowny zasiew są bardzo kosztowne. Wykonuje się je przy silnym zajęciu runi przez uciążliwe chwasty wieloletnie i kłaczaste, najczęściej na glebie mineralnej. Na glebie organicznej z powodzeniem można stosować herbicydy zawierające glifosad do nieselektywnego niszczenia runi zdegradowanych łąk i pastwisk po zbiorze drugiego odrostu runi. Po upływie około 5–6 tygodni należy wykonać siew mieszanek (4). Podsiew wykonuje się po odpowiednim przygotowaniu runi specjalnie w tym celu skonstruowanymi siewnikami wprowadzającymi nasiona mieszanek bobowato-trawiastych bezpośrednio do gleby (58). Badania wykazały, że koniczyny biała, białoróżowa i łąkowa, a ostatnio także lucerna siewna i mieszańcowa nadają się do siewu bezpośredniego i skutecznie zmieniają skład gatunkowy runi, zwiększają jej wydajność oraz ograniczają poziom nawożenia mineralnego, zwłaszcza azotem (7, 8, 9, 22, 59, 70). D e m b e k i Ł y s z c z a r z (22) po podsiewie uzyskali wydajność pastwiska 4400 JPM ha⁻¹ i wydajność mleczną około 6 tys. litrów mleka z 1 ha na rok, a plon suchej masy po tym zabiegu wzrósł niemal dwukrotnie w porównaniu ze średnią krajową wynoszącą w tym okresie 3,6 t·ha⁻¹.

Bobowate na przemiennych użytkach zielonych

Najważniejszym zagadnieniem związanym z zakładaniem przemiennych użytków zielonych na gruntach ornych jest dobor gatunków bobowatych drobnonasiennych i traw do mieszanek, udział tych roślin w mieszankach, nawożenie (zwłaszcza azotem), sposób i intensywność użytkowania oraz pielęgnacja zasiewów. Z takich upraw

uzyskuje się nie tylko cenną zielonkę i ruń pastwiskową, ale też pozyskuje się bardzo dobry surowiec do produkcji sianokiszzonek i kiszzonek. Dużą uwagę zwraca się więc na równomierność podaży paszy w sezonie oraz stabilny w pokosach i zrównoważony w sezonie wegetacyjnym pod względem energetycznym i białkowym skład chemiczny paszy. Pasze uzyskane z tych zasiewów są alternatywą dla drogich pasz białkowych i stanowią ważny element żywienia krów i bydła opasowego. Wiele badań prowadzonych na użytkach przemiennych dotyczy doskonalenia technologii uprawy mieszanek koniczyn białej i łąkowej oraz lucerny z wartościowymi gatunkami traw, jak: życica trwała, kostrzewa łąkowa, tymotka łąkowa oraz mieszaniec międzygatunkowy *festulolium* dostarczających przez kilka lat po zasiewie cennej paszy (14, 35, 36, 39, 43, 44, 46, 48, 49, 51, 56). Mieszanki bobowatych drobnonasiennych wykorzystywane do zakładania przemiennych użytków zielonych różnią się ze względu na ilość wysiewu, udział komponentów w mieszankach oraz jakość paszy (14, 17, 51). W praktyce rolniczej można uprawiać mieszanki proste (dwugatunkowe) i złożone (wielogatunkowe). Z opracowania B e n e d y c k i e g o (13) wynika, że zastosowanie w mieszankach kilku gatunków roślin różniących się wymaganiami siedliskowymi, składem chemicznym oraz konkurencyjnością korzystnie wpływa na plonowanie i jakość paszy. Podobne rezultaty uzyskali również inni autorzy (14, 27, 28, 32, 34, 36). W badaniach własnych przeprowadzonych na mieszankach dwu- i trójskładnikowych koniczyny łąkowej z 30% udziałem traw nie potwierdzono tej opinii (68). Również w przypadku pastwiskowych mieszanek koniczyny białej z trawami nie zawsze większa liczba gatunków w mieszankach gwarantuje wzrost plonowania runi (51).

Do mieszanek z koniczną łąkową (cvcv. di - i tetraploidalne) stosuje się: kostrzewę łąkową, tymokę łąkową i życicę trwałą (16, 18). Tymotka wyróżnia się małą konkurencyjnością w stosunku do bobowatych drobnonasiennych i nie wypiera ich z ładu mieszanek. Lepsza trwałość charakteryzuje tetraploidy, dlatego są one bardziej przydatne do uprawy w mieszankach z trawami niż diploidy (37, 38), ale są bardziej podatne na choroby grzybowe. Ze względu na wydajność i jakość paszy najkorzystniejszy jest 50% wysiew stosowany w uprawie jednogatunkowej koniczyny i traw. Po wysianiu takiej mieszanki uzyskuje się paszę zrównoważoną pod względem energetycznym i białkowym, o korzystnym składzie mineralnym. Najczęściej jednak pod wpływem różnych czynników siedliskowych, klimatycznych i agrotechnicznych w runi dominuje jeden z komponentów mieszanki. Badania realizowane przez B o j a r s z c z u k i i n. (14) nad produktywnością mieszanek pastwiskowych z 20, 35 i 50% łącznym udziałem koniczyny białej, łąkowej i białoróżowej w mieszance z trawami wykazały istotnie najwyższe plonowanie z mieszanek z 20% udziałem roślin bobowatych (tab. 3). W tych badaniach zanotowano malejący plon suchej masy mieszanek wraz ze wzrostem udziału roślin bobowatych w mieszankach, jak również zaobserwowano najniższe plonowanie mieszanek przy 50% łącznym udziale trzech gatunków koniczyn w mieszankach. W literaturze spotyka się różne, często sprzeczne ze sobą opinie na temat wpływu udziału gatunków roślin bobowatych i traw w wysianej mieszance

na jej wydajność. H a r a s i m (50), stwierdziła obniżenie poziomu plonowania runi przy dużym (75%) udziale nasion koniczyny białej, natomiast D e m b e k (21) uzyskała wyższe plony w przypadku 60% udziału nasion koniczyny białej w zestawieniu z mieszanką, w której koniczyny białej było zaledwie 30%.

Tabela 3

Plon suchej masy mieszanek koniczyny białej, łąkowej i białoróżowej z trawami przy różnych sposobach użytkowania runi

Udział nasion roślin motylkowatych w mieszankach (%)	Plon suchej masy (t·ha ⁻¹)			Plony łączne
	lata wegetacji			
	rok siewu	I rok pełnego użytkowania	II rok pełnego użytkowania	
użytkowanie pastwiskowo-kośne				
20	1,69	7,66	10,69	20,20
35	1,69	7,42	10,08	19,19
50	1,77	7,25	9,69	18,71
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	r.n.	0,45	0,40
użytkowanie kośno-pastwiskowe				
20	1,62	9,80	10,88	22,38
35	1,75	10,26	11,01	23,19
50	1,74	10,44	10,70	22,72
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	0,32	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Bojarszczuk i in., 2011 (14)

Z lucerną dobrze komponują się poza wymienionymi wcześniej gatunkami traw wieloletnich również: kupkówka pospolita, stokłosa obiedkowata, rajgras wyniosły (zwłaszcza w suchszych warunkach) i festulolium, aczkolwiek gatunek ten przejawia dość dużą konkurencyjność w stosunku do roślin bobowatych drobnonasiennych (15, 17, 29, 35, 36, 39). Do uprawy w Polsce zaleca się krajowe odmiany lucerny mieszańcowej, bardziej dostosowane do warunków klimatycznych naszego kraju, które są bardziej trwałe niż odmiany lucerny siewnej pochodzące z zagranicy. W mieszankach z lucerną udział komponentów w wysianej mieszance zależy od warunków wilgotnościowych. W warunkach dobrego uwilgotnienia gleby wskazany jest większy udział traw w mieszance. Natomiast w suchszych warunkach zaleca się zwiększenie udziału lucerny nawet do 75%, gdyż dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu jest ona odporna na niedobór wilgoci w glebie i dobrze plonuje w rejonach z niedoborem opadów. Spośród lucerny siewnej i mieszańcowej wybór odmiany do mieszanek z trawami użytkowymi kośnie nie ma większego znaczenia. Większość aktualnie dostępnych odmian dobrze znosi zbiór 3–4 pokosów w sezonie wegetacyjnym. W intensywniejszym użytkowaniu zamiera znaczna liczba roślin już w pierwszym roku użytkowania. Lucernę charakteryzuje wzniesiony pokrój roślin i szyjka korzeniowa (organ spichrzowy) często wyrastająca ponad powierzchnię gleby, dlatego

gatunek ten jest wykorzystywany głównie w użytkowaniu kośnym. Jednak przeznaczając zasiew lucerny z trawami na pastwisko dla przeżuwaczy, należy do mieszanek stosować odmiany trwałe, odporne na udeptywanie i przygryzanie przez zwierzęta z nisko osadzonymi nad powierzchnią gleby lub wciągniętymi w nią szyjkami korzeniowymi (2, 23, 25, 26, 29, 30, 39). W Polsce lucernę wykorzystuje się na pastwiskach polowych w niewielkim zakresie, aczkolwiek ostatnio wzrasta zainteresowanie tym użytkowaniem. W Zakładzie Uprawy Roślin Pastewnych IUNG-PIB w Puławach Borwiecki i Gaweł (17) oraz Gaweł (25, 26, 27, 28, 29) przeprowadzili cykl badań dotyczących tej tematyki. W Ameryce Północnej i Południowej, Afryce Północnej i Południowej, Nowej Zelandii i Australii stosuje się lucernę na pastwiskach przemiennych użytkowanych systemem kośno-pastwiskowym. Również w Europie, we Francji, na Węgrzech, i w Hiszpanii, a nawet Estonii wypasane są mieszanki z lucerną. Ponadto w tych państwach prowadzona jest hodowla pastwiskowych odmian tego gatunku. Znane są dwa typy lucerny predysponowane na pastwiska. W rejonach suchych o surowych zimach stosowane są odmiany płozące lub o łodygach pochylonych, posiadające zdolność do rozmnażania wegetatywnego. W rejonach o dużym uwilgotnieniu na pastwiska stosuje się odmiany lucerny o wyprostowanym pokroju rośliny, trwałe, wytwarzające dużą i głęboko osadzoną w glebie szyjkę korzeniową, z której wyrasta duża liczba pędów. U lucerny szybkość odrastania po wypasie i ilość odrastających pędów zależy właśnie od wielkości tego organu zapasowego. Badania zrealizowane w IUNG-PIB w Puławach wykazały przydatność do użytkowania pastwiskowego polskiej odmiany typu kośnego Radius oraz zagranicznych odmian typu pastwiskowego Luzelle (francuska) i Szentesi Róna (węgierska) w dwugatunkowych mieszankach z kupkówką pospolitą, kostrzewą łąkową lub tymotką łąkową (25, 26). Najlepszym plonowaniem w trzyletnim wypasaniu charakteryzowała się mieszanka lucerny odmiany Luzelle z kupkówką pospolitą. Odmiana Radius w mieszance z kostrzewą łąkową nadaje się na dwuletnie spasanie, a Szentesi Róna – na jednoroczne (nie licząc roku siewu). Późniejsze badania w zakresie oceny najlepszego sposobu spasania runi i najkorzystniejszej intensywności wypasania wykazały ponadto dobre plonowanie i trwałość lucerny w warunkach południowego Mazowsza amerykańskich odmian Legend (odmiana wielolistkowa) i Maxi Graze (odmiana przydatna do wypasu ciągłego) (27, 28) oraz dobrą jakość paszy i niski poziom plonów mieszanek intensywnie wypasanych (29, 30, 39).

Na pastwiska polowe dla koniczyny białej odpowiednimi gatunkami do mieszanek są: życica trwała, kostrzewa łąkowa i czerwona, tymotka łąkowa, kupkówka pospolita (47, 48, 49, 51). Wskazany jest około 30% udział koniczyny białej w runi spasanej zwierzętami. Taka ilość tego gatunku w mieszankach z trawami gwarantuje wysoki poziom plonowania, podobny do wydajności traw nawożonych azotem w dawce 150–180 kg N·ha⁻¹. Koniczyna obecna w runi stymuluje wzrost i rozwój traw oraz ich plonowanie (48). Jednak zbyt wysoki udział koniczyny białej może być przyczyną „przebiałczenia paszy” i dużych strat białka podczas procesu trawienia tego składnika organicznego w przewodzie pokarmowym zwierząt.

Z udziałem roślin bobowatych w mieszankach z trawami ściśle wiąże się poziom nawożenia mieszanek azotem, zwykle należy go ograniczyć w przypadku dominacji roślin bobowatych w runi. Natomiast kiedy traw jest więcej niż bobowatych, zwiększa się dawkę tego składnika. Największą efektywność nawożenia mieszanek azotem stwierdzono dla dawki 60–120 kg N·ha⁻¹ w pierwszym roku użytkowania i 180 kg N·ha⁻¹ w następnym roku, gdy run zdominowana jest przez trawy (18, 67). Przy wysokim 70% udziale koniczyny łąkowej w runi mieszanek z trawami wystarczające jest nawożenie dawką 60 kg N·ha⁻¹ (67). W przypadku mieszanek lucerny z trawami uprawianych na glebie zasobnej w składniki pokarmowe roczna dawka azotu powinna wynosić 120 kg N·ha⁻¹ w pierwszym i 150 kg N·ha⁻¹ w drugim roku użytkowania. Bobowate uprawiane w mieszance z tymotką, z powodu mniejszych wymagań pokarmowych tego gatunku trawy można nawozić mniejszymi dawkami azotu tzn. 90–120 kg N·ha⁻¹ odpowiednio w pierwszym i drugim roku użytkowania.

Mieszanki bobowato-trawiaste mogą być też nawożone nawozami naturalnymi stałymi i płynnymi. Z reguły nawozy te wywierają pozytywny wpływ na plonowanie roślin, sprzyjają rozwojowi roślin bobowatych w mieszankach i korzystnie wpływają na zwiększenie ich udział w runi (54). W literaturze spotyka się też odmienne opinie mówiące o braku reakcji mieszanek na nawożenie obornikiem lub kompostem. Gaweł (31) nie stwierdziła zwyczajki plonu suchej masy mieszanek koniczyny łąkowej i lucerny z trawami po zwiększeniu dawki kompostowanego obornika z 10 do 30 t·ha⁻¹ tego nawozu, ale jednocześnie zanotowała lepszą zasobność runi w Mg w pierwszym oraz P i K w drugim roku użytkowania. Z kolei inni badacze (14) wykazali wzrost poziomu plonowania runi pastwiskowej koniczyn z trawami po zwiększeniu ilości nawożenia kompostem z 5 do 15 t·ha⁻¹ (tab. 4).

Tabela 4

Plon suchej masy mieszanek przy różnych sposobach użytkowania runi w zależności od dawki kompostu

Dawka przekompostowanego obornika (t·ha ⁻¹)	Plon suchej masy (t·ha ⁻¹)			Plony łączne
	lata wegetacji			
	rok siewu	I rok pełnego użytkowania	II rok pełnego użytkowania	
użytkowanie pastwiskowo-kośne				
5	1,63	6,33	9,06	17,02
10	1,74	7,92	10,52	20,18
15	1,79	8,09	10,88	20,76
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	0,65	0,83	0,71
użytkowanie kośno-pastwiskowe				
5	1,74	9,07	10,04	20,85
10	1,87	10,00	10,32	22,19
15	1,50	11,43	12,24	25,17
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	1,25	0,75	1,25

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Bojarszczuk i in., 2011 (14)

Jakość paszy z mieszanek bobowato-trawiastych z punktu widzenia żywienia zwierząt jest zagadnieniem bardzo ważnym. Udowodniono wpływ terminu koszenia runi mieszanek, a ściślej fazy rozwojowej roślin podczas zbioru na jakość pozyskanej paszy, co na przykładzie badań nad lucerną wykazali Gaweł i Żurek (41, 72). We wcześniejszych fazach rozwojowych uzyskuje się paszę jakościowo lepszą, o większej koncentracji energii i białka oraz bardziej strawną. Zbiór lucerny w pełni pąkowania i zakończenia pąkowania powoduje wzrost zawartości suchej masy, włókna surowego, NDF, ADF, celuloz, ADL oraz substancji organicznej. Spada też udział liści w masie lucerny i zawartość N ogólnego, a także obniża się strawność substancji organicznej, wartość energetyczna i białkowa paszy. Runi pastwiska spasanego we wcześniejszych fazach rozwojowych lepiej pobierana jest przez zwierzęta, przekłada się to również na wyższą wydajność mleczną. Mieszanki koszone i spasane krowami co 21 dni odznaczały się niższym plonem, słabszą obsadą i trwałością roślin lucerny, lepszym wykorzystaniem runi pastwiska oraz korzystniejszym składem chemicznym niż eksploatowane z częstotliwością co 28, 35 i 42 dni (29, 30). Termin zbioru pierwszego pokosu wpływa także na skład chemiczny, wartość energetyczną i białkową paszy z mieszanek bobowato-trawiastych (41, 72). Lepszą jakościowo paszę objętościową pozyskuje się z wcześniej skoszonych łąk i użytków przemiennych uprawianych na gruntach ornych. Wczesny termin zbioru pozwala ograniczyć zużycie pasz treściwych i obniżyć jednostkowe koszty produkcji mleka i mięsa wołowego.

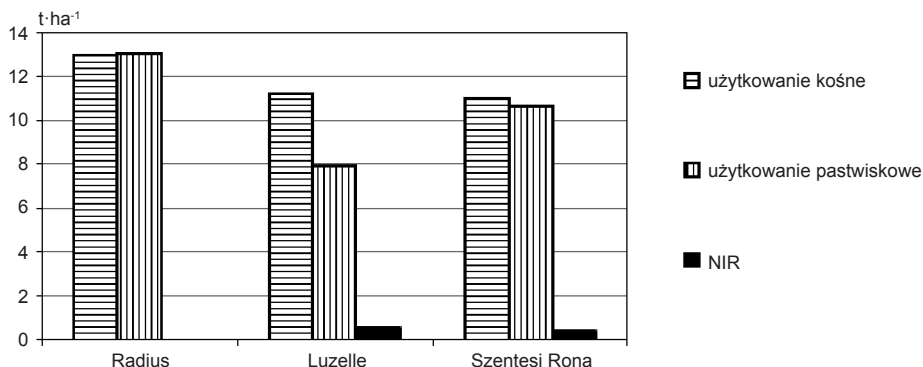
Ocena plonowania i jakości paszy z mieszanek koniczynowo-trawiastych wykazała, że zbiór trzech pokosów (pierwszego w fazie pąkowania koniczyny, a następnych w odstępach 35 dni) jest korzystniejszy pod względem produktywności i wartości pokarmowej niż zbiór dwóch pokosów (pierwszego w fazie kwitnienia koniczyny, a drugiego w odstępie 45 dni) (67).

Mieszanki koniczyny białej z trawami dojrzałość technologiczną do wypasu uzyskują po osiągnięciu 30 cm wysokości runi. Aktualnie zaleca się rozpoczęcie pierwszego wypasu przy wysokości runi 20–25 cm, wtedy uzyskuje się paszę najlepszej jakości w całym sezonie pastwiskowym.

W niektórych krajach europejskich i poza Europą o łagodniejszym klimacie niż występujący w naszym kraju praktykuje się utrzymywanie zwierząt na pastwisku w okresie późnej jesieni i zimą. W związku z tym na takie użytkowanie należy dobrać gatunki i odmiany o dłuższym okresie wegetacji, dobrze znoszące wypas. Odmiany lucerny późno wchodzące w stan spoczynku zimowego w połączeniu z wcześnie rozpoczynającymi wegetację wiosną zastosowane razem w mieszankach zapewniają ciągłość paszy w sezonie wegetacyjnym. Na pastwisku zimowym pozostawienie ostatniego jesiennego odrostu na zimę wiąże się niejednokrotnie z zanieczyszczeniem paszy mikotoksynami, które powstają w wyniku rozwoju chorób grzybowych w runi narażonej na opady atmosferyczne często występujące w tym okresie.

Sposób wykorzystania runi mieszanek bobowato-trawiastych jest również czynnikiem modyfikującym plonowanie i skład botaniczny. Zwykle w użytkowaniu kośnym

mieszanki plonują lepiej niż w warunkach wypasu zwierząt. Negatywny wpływ spasanania runi najczęściej nie ujawnia się w pierwszym roku tylko w następnym lub po kilku latach wypasania (rys. 1, tab. 5). Spadek wydajności mieszanek spasnanych zwierzętami może wynosić 15–25% plonu (tab. 5).



Rys. 1. Wpływ sposobu użytkowania mieszanek lucerny z trawami na plon suchej masy

Źródło: Gawel, 2000 (25)

Tabela 5

Plon suchej masy mieszanek koniczyny białej z trawami w warunkach dwóch sposobów użytkowania (t·ha⁻¹)

Lata badań	Sposób użytkowania		Relacja W:K (%)
	Koszenie (K)	Wypas (W)	
1993	10,8	8,9	82
1994	10,1	8,6	85
1995	9,5	7,1	75
Średnia	10,1	8,2	-

Źródło: Harasim, 2004 (49)

W użytkowaniu pastwiskowym długość okresu spasanania wpływa na plonowanie i trwałość bobowatych drobnonasiennych w mieszankach. W pierwszym, a nawet jeszcze w drugim roku użytkowania jednakowy poziom plonowania charakteryzował mieszanki lucerny i esparcety z trawami w wypasie krótko- i długotrwałym (27, 28). Ujemny wpływ długotrwałego wypasu przejawiający się spadkiem wydajności i obsady roślin bobowatych w runi nastąpił w trzecim roku użytkowania. Na trwałość roślin lucerny w runi długotrwanie spasanej największy wpływ miał czynnik genetyczny, a więc zastosowanie odpowiedniej odmiany predysponowanej do tego sposobu użytkowania. Gawel (28) wykazała znacznie większą trwałość odmiany amerykańskiej Maxi Graze w porównaniu z odmianami krajowymi i europejskimi. W przypadku mieszanek bobowatych drobnonasiennych z trawami wypas ciągły stosuje się prawie wyłącznie w hodowli w celu pozyskania odmian odpornych na wypas.

Jednostronne użytkowanie runi kośnie lub wypas zwierząt modyfikuje jej plonowanie i skład chemiczny. Najczęściej następuje spadek produktywności i uproszczenie składu gatunkowego runi, gdyż pasące się zwierzęta wyjadają rośliny selektywnie w oparciu o własne preferencje. Wskazana jest więc zmiana sposobu wykorzystania runi, najczęściej wykonuje się ją po 2–3 latach użytkowania lub w następnym sezonie wegetacyjnym. Można też stosować tzw. wypas okresowy. H a r a s i m (49) osiągnęła poprawę poziomu plonowania, lepsze wyjadanie i zwartości runi mieszanek w czwartym odroście runi pastwiska po skoszeniu poprzedniego odrostu.

W badaniach własnych dopiero w trzecim roku użytkowania kośno-pastwiskowego uzyskano lepszą wydajność mieszanek niż na pastwisku (35). Z kolei w innym doświadczeniu wykazano lepszą wydajność runi w kośno-pastwiskowym użytkowaniu w porównaniu z pastwiskowo-kośnym (14). Autorzy tych badań udowodnili, że sposób wykorzystania runi w pierwszym odroście kształtuje wydajność i wartość żywieniową runi.

Jednym z zabiegów pielęgnacyjnych wykonywanych w runi pastwiska w celu utrzymania pożądanego składu gatunkowego, wysokiej produktywności i wartości pokarmowej w turnusach pastwiskowych jest koszenie niedojadów po zakończonym wypasie zwierząt oraz usuwanie z powierzchni kwater starej niewyjedzonej roślinności i chwastów. Zabieg ten wykonuje się w celu zapewnienia wszystkim roślinom uprawnym w runi mieszanek jednakowych warunków do wzrostu i rozwoju. Z dotychczasowych badań realizowanych na runi pastwiskowej wynika, że masa pozostawionych niedojadów po turnusie pastwiskowym była zróżnicowana w zależności od gatunku roślin bobowatych w mieszankach z trawami. Z reguły więcej niedojadów pozostaje na pastwiskach z koniczyną łąkową i lucerną niż koniczyną białą (28, 29, 30, 31, 49). Niekiedy rolnicy wykonują zabieg koszenia niedojadów po każdym wypasie, czemu towarzyszy istotny spadek poziomu plonowania, ale runi pastwiska cechuje wtedy wysoka wartość pokarmowa i bardzo dobre wykorzystanie przez pasące się zwierzęta (36). Jednak częste wykonywanie zabiegu wykaszania niedojadów wydaje się mało uzasadnione ze względów ekonomicznych. Na trwałych użytkach zielonych zaleca się realizację tego zabiegu pielęgnacyjnego po drugim turnusie pastwiskowym lub po pierwszym i trzecim turnusie, gdy runi jest bardziej zachwaszczona. Wypasając runi koniczyny łąkowej i lucerny z trawami, koszenie niedojadów powinno być przeprowadzone co najmniej raz w sezonie pastwiskowym, po pierwszym lub po ostatnim turnusie (36). Zaniechanie pielęgnacji pastwiska połowego wpływało niekorzystnie na wyjadanie runi i zwiększało masę niedojadów.

Zielonka z roślin bobowatych drobnonasiennych dostarcza surowca do produkcji dobrej jakości kiszonek, jakkolwiek wysoka zawartość białka i składników mineralnych oraz niedostateczna zasobność tych roślin w węglowodany utrudnia proces zakiszania, dlatego wskazane jest kiszenie tych roślin po ich podsuszeniu. Najczęściej kiszonki wytworzone z przewędniętej zielonki (powyżej 30% suchej masy) stosuje się w żywieniu krów wysokoprodukcyjnych. Dominacja traw w mieszankach

z roślinami bobowatymi ułatwia proces technologiczny produkcji surowca kiszonkarskiego z runi przewiędnętej. W celu przyspieszenia podsuszania zielonek stosuje się kosiarki ze spulchniaczami pokosów, które umożliwiają szybsze otrzymanie optymalnej zawartości suchej masy w runi. W przypadku dominacji w runi roślin bobowatych drobnonasiennych do zbioru mieszanek należy zastosować zgniatacze pokosów. Niszczą one strukturę pędów roślin, ułatwiając w ten sposób zakiszanie roślin bobowatych drobnonasiennych. Wskazane jest ponadto rozdrobnienie roślin przed zakiszeniem. Gatunek roślin bobowatych i intensywność użytkowania wpływają na wartość żywieniową kiszonek i jakość pozyskanego mleka. Wykazano lepsze i efektywniejsze wchłanianie białka i energii z kiszonki koniczyny czerwonej niż z lucerny (19, 20). Wynika to z szybszego procesu proteolizy białka występującego w lucernie w porównaniu z koniczyną łąkową. Lepszą jakość kiszonki z koniczyny łąkowej niż z innych bobowatych drobnonasiennych potwierdzają również Höjer i in. (53). Uprawa roślin bobowatych drobnonasiennych w mieszankach z trawami zwiększa zasobność paszy w energię, co przekłada się na większe przyrosty zwierząt karmionych tymi paszami (60).

Jednym ze sposobów ułatwiających zakiszanie jest łączenie roślin bobowatych z paszą zawierającą dużo węglowodanów lub stosowanie preparatów konserwujących (zakwaszających) (71), np. kwasu mrówkowego (57, 71), który ogranicza powstawanie w kiszonkach amin biogennych (3).

Podsumowanie

W produkcji pasz objętościowych bobowate drobnonasienne są cennymi roślinami o wysokich walorach żywieniowych, zawierającymi wiele witamin i aminokwasów, zwłaszcza egzogennych, wykorzystywanych przez zwierzęta. Bobowate uprawiane w mieszankach z trawami zwiększają plonowanie, smakowitość paszy i wydajność mleczną. W wyniku symbiozy z bakteriami brodawkowymi wiążącymi znaczne ilości azotu cząsteczkowego możliwe jest stosowanie mniejszych ilości nawozów azotowych oraz obniżenie kosztów produkcji suchej masy, jednostek energetycznych i białkowych paszy.

W produkcji pasz objętościowych mieszanki bobowato-trawiaste mają bardzo duże znaczenie, głównie ze względu na wysoki poziom plonowania i dużą wartość żywieniową. Uzupełniają one niedobór paszy pochodzącej z trwałych użytków zielonych, a bogaty skład chemiczny, duża zawartość witamin, minerałów i aminokwasów egzogennych (co jest szczególnie ważne w żywieniu zwierząt jednożołądkowych), poprawia smakowitość paszy, zwiększa wykorzystanie pastwiska i wydajność zwierząt.

Rośliny bobowate drobnonasienne korzystają ze znacznych ilości azotu cząsteczkowego i transferują go do uprawianych współrzędnie w mieszance traw lub innych roślin niebobowatych. Ogranicza to zużycie nawozów azotowych i zmniejsza ryzyko zanieczyszczenia środowiska związkami azotu.

Agrotechnika mieszanek bobowatych drobnonasiennych z trawami, dobór gatunków i odmian, nawożenie, sposób i intensywność wykorzystania runi mieszanek, zabiegi pielęgnacyjne wykonywane w łanie wpływają na udział komponentów w mieszankach (szczególnie roślin bobowatych) i jakość pozyskanej paszy.

Dobrą paszę, zasobną w składniki organiczne i mineralne, zapewnia 30–50% udział roślin bobowatych drobnonasiennych w mieszankach.

Literatura

1. Anđelković S., Djurić S., Lugić Z., Vasić T., Babić S., Marković J.: Abundance of azotobakter in the rhizosphere of alfalfa grown on different soil types. *Grassland Sci. Eur.*, 2012, **17**: 589-591.
2. Andrzejewska J., Albrecht K.A.: Rośliny motylkowate drobnonasienne na pastwiskach. Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, 2009, ss. 127.
3. Antoszkiewicz Z., Purwin C.: Aminy biogenne w kiszoncek z lucerny. W: Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt. Nowe możliwości zastosowania ekstraktu z lucerny. Monografia, E.R. Grela (red.). SRRiL „Progress”, Lublin-Sandomierz 2010, **6**: 77-86.
4. Badoński M., Sekutowski T.: Chemiczna renowacja zaniedbanych trwałych użytków zielonych. *Inżynieria Rolnicza*, 2007, **3(91)**: 11-16.
5. Bałuch A., Benedycki S.: Wpływ mieszanek motylkowato-trawiastych i nawożenia mineralnego na żyzność gleby. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59**: 441-448.
6. Bałuch A., Benedycki S., Benedycka Z.: Wartość poplonowa mieszanek motylkowato-trawiastych. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59**: 449-455.
7. Barszczeński J., Wróbel B., Jankowski A-H, Uflejt H.: Efekt gospodarczy podsiewu łąki trwałej koniczyną łąkową. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2011, **3(35)**: 21-37.
8. Baryła R., Kulik M.: Ocena przydatności gatunków traw i roślin motylkowatych do podsiewu zdegradowanych zbiorowisk trawiastych w siedliskach pobagiennych. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu*, 2006, **545**: 13-19.
9. Baryła R., Kulik M.: Podsiew jako sposób poprawy runi łąk i pastwisk w aspekcie komponowania mieszanek. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland*, 2012, **15**: 9-28.
10. Batalin M.: Studium nad resztkami późniwnymi roślin uprawnych w łanie. *Rocz. Nauk Rol. Ser. D.*, 1962, **98**: 1-154.
11. Bawolski S.: Wstępne badania nad rozwojem systemu korzeniowego i wartością resztek późniwnych wieloletnich roślin motylkowatych. *Post. Nauk Rol.*, 1961, **2**: 59-74.
12. Bawolski S.: Dobór gatunków traw do mieszanek z lucerną, esparcetą i komoniką zwyczajną. Cz. II. Wartość nawozowa resztek późniwnych i wpływ następczy mieszanek. *Pam. Puł.*, 1972, **51**: 221-231.
13. Benedycki S. M.: Optymalizacja nawożenia azotowego mieszanek motylkowato-trawiastych na użytkach przemysłowych. *Acta. Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricult.*, 1991, **52**.
14. Bojarszcuk J., Staniak M., Harasim J.: Produkcyjność mieszanek pastwiskowych z udziałem roślin motylkowatych w ekologicznym systemie gospodarowania. *J. Res. Applic. Agric. Enging*, 2011, **56(3)**: 27-35.
15. Borowiecki J.: Przydatność festulium do uprawy w mieszankach z lucerną. *Pam. Puł.*, 1997, **109**: 35-44.
16. Borowiecki J.: Przydatność festulium do uprawy w mieszankach z koniczyną łąkową. *Pam. Puł.*, 1997, **111**: 21-33.
17. Borowiecki J., Gaweł E.: Plonowanie prostych i złożonych mieszanek lucerny z trawami. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 5-16.

18. Borowiecki J., Ścibior H.: Red clover meadow fescue mixtures in extensive fodder production. Proc. of 20th Meeting of EUCARPIA Fodder Crop and Amenity Grasses Section. Radzików IHAR, 1997, s. 71-74.
19. Brito A. F., Broderick G. A., Olmos Colmenero J. J., Reynal S.: Effect of feeding formatetreated alfalfa silage or red clover silage on omasal flow of nutrients and microbial protein synthesis in lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 2007, **90**: 1392-1404.
20. Broderick G. A., Brito A., Olmos Colmenero J. J.: Effects of feeding formate-treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 2007, **90**: 1378-1391.
21. Dembek R. Porównanie plonowania życicy trwałej (*Lolium perene* L.) i jej mieszanek z koniczyną białą (*Trifolium repens*) przy ograniczonym nawożeniu azotowym. Biul. Oc. Odm., 1997, **29**: 149-153.
22. Dembek R., Łyszcza R., Potencjał produkcyjny i walory żywieniowe pasz z użytków zielonych w dolinie Kanału Noteckiego. Pam. Puł., 2008, **147**: 31-43.
23. Domański P.J., Andrzejewska J.: Ocena odmian lucerny przy wypasaniu i częstym koszeniu. COBORU Słupia Wielka, Wiadomości Odmianoznawcze, **82**: 1-24.
24. Dradrach A., Zdrojewski Z.: Ocena produktywności runi łąkowej po podsiewie mieszaną jednoroczną. Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland, 2008, **11**: 247-259.
25. Gawel E.: Ocena przydatności mieszanek lucerny z trawami do użytkowania pastwiskowego. Cz. I. Plonowanie i skład botaniczny. Pam. Puł., 2000, **121**: 67-82.
26. Gawel E.: Produkcyjność i wartość pokarmowa mieszanek lucerny z trawami w warunkach użytkowania pastwiskowego. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 2001, **479**: 57-64.
27. Gawel E.: Plonowanie i wartość pokarmowa mieszanek lucerny z kupkówką pospolitą i esparcetą w warunkach różnych systemów wypasania. Pam. Puł., 2005, **140**: 311-329.
28. Gawel E.: Wpływ wypasu krótko- i długotrwałego i wykorzystanie pastwiska z mieszanek lucerny odmiany Maxi Graze z kupkówką pospolitą i esparcetą. Fragm. Agron., 2006, **91**: 209-222.
29. Gawel E.: Wpływ częstości wypasania mieszanek motylkowato-trawiastych na plon, wykorzystanie pastwiska i trwałość lucerny. Pam. Puł., 2008, **147**: 55-64.
30. Gawel E.: Wpływ sposobów i różnej częstotliwości 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(2b)**: 5-18.
31. Gawel E.: Plonowanie mieszanek koniczyny czerwonej i lucerny mieszańcowej z trawami w gospodarstwie ekologicznym. J. Res. Applic. Agric. Enging., 2009, **54(3)**: 79-86.
32. Gawel E.: Skład gatunkowy i mineralny mieszanek motylkowato-trawiastych w ekologicznej uprawie i kośno-pastwiskowym użytkowaniu. Pol. J. Agron., 2011, **6**: 17-26.
33. Gawel E.: Rola Roślin motylkowatych drobnonasiennych w gospodarstwie rolnym. Woda-Środowisko-Odszary Wiejskie, 2011, **11(3)**: 73-91.
34. Gawel E.: Wartość żywieniowa mieszanek bobowato-trawiastych uprawianych w systemie ekologicznym. J. Res. Applic. Agric. Enging., 2012, **57(3)**: 91-97.
35. Gawel E.: Plon i wykorzystanie runi motylkowato-trawiastej użytkowanej zmiennie w warunkach ekologicznej uprawy. J. Res. Applic. Agric. Enging., 2013, **58(3)**: 124-130.
36. Gawel E.: Wpływ częstości koszenia niedojadów i wykorzystanie runi pastwiskowej. J. Res. Applic. Agric. Enging., 2013, **58(3)**: 131-136.
37. Gawel E., Bałowski S.: Gęstość siewu komponentów mieszanek koniczyny czerwonej z trawami z różnicowanych warunkach siedliskowych. Cz. I. Mieszanki di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej z kostrzewą łąkową. Pam. Puł., 1995, **106**: 63-79.
38. Gawel E., Bałowski S.: Gęstość siewu komponentów mieszanek koniczyny czerwonej z trawami z różnicowanych warunkach siedliskowych. Cz. I. Mieszanki di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej z tymotką łąkową. Pam. Puł., 1995, **106**: 81-89.

39. Gaweł E., Mądej A.: Plon i ekonomiczna ocena pozyskiwania pasz z runi mieszanek roślin motylkowatych z trawami w zależności od sposobu, częstotliwości użytkowania i składu gatunkowego. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2008, **7(3)**: 53-63.
40. Gaweł E., Jadczyż T., Mądej A.: Ocena systemu zmiennego użytkowania mieszanek motylkowato-trawiastych w gospodarstwie ekologicznym. Raport końcowy tematu badawczego IUNG-PIB nr. 2.2.3., 2012, 46 (maszynopis).
41. Gaweł E., Żurek J.: Wartość pokarmowa wybranych odmian lucerny. *Biul. IHAR*, 2003, **225**: 167-174.
42. Główny Urząd Statystyczny 2013.: Obszary tematyczne. Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych. Dział II. Produkcja upraw pastewnych.
43. Goliński P.: Ekonomiczne aspekty wykorzystania motylkowatych na użytkach zielonych. *Biul. Nauk.*, 1998, **1**: 59-74.
44. Goliński P.: Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. *Pam. Puł.*, 2008, **147**: 67-82.
45. Goliński P., Spychalski W., Golińska B., Kroehnke D.: Wpływ odmiany hodowlanej *Trifolium repens* L. na skład mineralny runi mieszanki trawiasto-motylkowej. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland*, 2007, **10**: 49-58.
46. Grzela M.: Produkcja i wartość paszowa suszu z łąk nadnoteckich ekstensywnie użytkowanych. *Nauka. Przyn. Technol.*, 2010, **4(1)**: 10.
47. Harasim J.: Wpływ ilości wysiewu i doboru gatunków traw na produktywność mieszanek pastwiskowych z koniczyną białą na gruntach ornych. *Pam. Puł.*, 2001, **126**: 53-80.
48. Harasim J.: Wpływ udziału *Lolium perenne* L. w mieszankach z *Trifolium repens* L. na początkowy wzrost i rozwój obu składników. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland*, 2002, **5**: 93-101.
49. Harasim J.: Jakość plonu mieszanek z różnym udziałem koniczyny białej w pastwiskowym i zmiennym użytkowaniu runi na gruntach ornych. *Pam. Puł.*, 2004, **138**: 51-62.
50. Harasim J.: Plonowanie runi pastwiskowej z udziałem koniczyny białej w zależności od ilości wysiewu nasion i siedliska. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2008, **8(2b)**: 19-29.
51. Harasim J., Harasim A.: Produkcyjność mieszanek pastwiskowych z udziałem koniczyny białej (*Trifolium repens* L.) w różnych warunkach siedliskowych. *Monografie i Rozprawy naukowe IUNG-PIB*, 2010, **26**: 1-65.
52. Høgh-Jensen H., Jørgensen F. V., Vinther F. P.: An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in Grass-clover mixtures. *Agr. Syst.*, 2004, **82**: 181-194.
53. Højer A., Martinsson K., Jensen S. K., Gustavsson A - M.: Effect of botanical composition and harvest system of legume/grass silage on fatty acid, α -tocopherol and β -caroten concentration in organic forage and milk. *NJF Report*, 2010, **6(3)**: 133-136.
54. Kacorzyk P., Kasperczyk M.: Ocena nawożenia naturalnego na łące w rejonie podgórskim. cz. I. Skład botaniczny, plony suchej masy oraz zawartość białka ogólnego i cukrów prostych. *Acta Agr. Silv. Ser. Agr. S.*, 2006, **XLVIII**: 25-32.
55. Kasperczyk M., Gołąb B.: Koniczyna biała (*Trifolium repens* L.) w runi pastwiskowej jako czynnik ograniczający zawożenie azotowe. *Biul. Oc. Odm.*, 1997, **29**: 77-80.
56. Klęczek C., Bielak F., Wawrzyńczuk S., Węglarzy K.: Wydajność mleczna oraz skład chemiczny krwi i mleka krów wypasanych na pastwisku trawiastym lub trawiasto-koniczynowym. *Rocz. Nauk Zoot.*, 1997, **24(4)**: 127-139.
57. Kostulak-Zielińska M., Potkański A., Kryszak J.: Skład chemiczny kiszzonek z mieszanek trawiasto-koniczynowych z udziałem *Festulolium*, zakiszonych z dodatkiem kwasu mrówkowego. *Rocz. Nauk Zoot.*, 2002, **29(2)**: 61-71.
58. Kozłowski S.: Czynniki warunkujące podsiew użytków zielonych – roślina. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland*, 1998, **1**: 31-44.

59. Łyszczarz R., Dembek R., Suś R., Zimmer-Gajewska M., Kornacki P.: Renowacja łąk trwałych na glebach torfowo-murszowych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2010, **10(4)**: 129-148.
60. Ostrowski R., Borowiecki J.: Wartość pokarmowa siana i kiszonki oraz mieszanek lucerny z *Festulolium* lub z kostrzewą łąkową oceniana na owcach. Roczn. Nauk Zoot., 1997, **24(3)**: 173-185.
61. Pietrzak S.: Kwantyfikacja azotu wiązanego symbiotycznie przez rośliny motylkowate. Znaczenie gospodarcze i przyrodnicze – stan aktualny i przyszłość. Streszczenia prac, 2010, Falenty Wyd. ITP, 2010, : 30-31.
62. Pietrzak S.: Kwantyfikacja azotu wiązanego symbiotycznie przez rośliny motylkowate. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2011, **11(3)**: 197-207.
63. Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D.: The pleiotropic effects of extract containing rhizobial Nod factors on pea growth and yield. Cent. Eur. J. Biol., 2014, **9(4)**: 398-409.
64. Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D.: The responses of two pea genotypes to Nod factors (LCOs) treatment. J. Food Agric. Environ., 2014, **12(2)**: 554-558.
65. Sowiński J.: Wpływ sposobu ugorowania na wydajność rutwicy wschodniej, strukturę biomasy wiosną oraz jej skład mineralny. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 2011, **58**: 71-80.
66. Szymanowicz B., Pała J., Kalebasa S.: Wpływ procesu biologicznej redukcji N₂ na pobranie azotu przez rutwicę wschodnią (*Galega orientalis* Lam.). Acta Sci. Pol., Agricultura, 2005, **4(2)**: 93-99.
67. Ścibior H.: Plonowanie dwu- i wielogatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami w warunkach ograniczonego nawożenia azotem. Pam. Puł., 1999, **117**: 83-98.
68. Ścibior H., Gawel E.: Plonowanie i wartość pokarmowa wielogatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami. Pam. Puł., 2004, **137**: 149-161.
69. Wasilewski Z., Sutkowska E.: Użytkowanie pastwisk na niżu w systemie zrównoważonego rolnictwa. Pam., Puł., 2000, **120/II**: 491-502.
70. Wołski K.: Renowacja runi łąkowej metodą siewu bezpośredniego z wykorzystaniem *Trifolium pratense* L. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 1997, **453**: 283-291.
71. Zielińska K.J., Stecka K.M., Suterska A.M., Miecznikowski A.H.: Ekologiczna metoda kiszzenia pasz objętościowych. J. Res. Applic. Agric. Engling., 2006, **51**: 219-223.
72. Żurek J., Gawel E.: Efektywny rozkład w żwaczu suchej masy w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu. Biul. IHAR, 2003, **225**: 175-181.

Adres do korespondencji:

dr Eliza Gawel
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 353
e-mail: gawel@iung.pulawy.pl