

Wpłynęło 16.03.2012 r.
Zrecenzowano 18.06.2012 r.
Zaakceptowano 26.09.2012 r.

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

BIOLOGICZNA SPECYFIKA TRAW ROZŁOGOWYCH W WARUNKACH WIELOLETNIEGO INTENSYWNEGO UŻYTKOWANIA AGROFITOCENOZ

Natalia ŻEZMER^{ABCDEF}, Jelena ORLIENKOWA^{ABCDEF}

Wszecchrosyjski Naukowo-Badawczy Instytut Pasz im. W.R. Wiliamsa w Łobni

Streszczenie

W pracy przedstawiono doświadczalnie potwierdzone możliwości wieloletniego, produkcyjnego użytkowania (w ciągu 15–26 lat) wielokośnych agrocenoz łąkowych (pratocenoz) założonych na bazie traw rozłogowych – stokłosa bezostnej (*Bromus inermis* Leyss.) i mozgi trzcinowatej (*Phalaris arundinacea* L.). Gatunki te charakteryzują się dużym potencjałem regeneracyjnym, ponieważ wykształcają system podziemnych pędów (rozłogów) systematycznie tworzących pączki wegetatywne (pędowne). Całkowita długość rozłogów stokłosa wynosiła 70,5, a mozgi 89,3 m·m⁻². Zawierały one odpowiednio 2627 i 2830 szt·m⁻² pączków wegetatywnych.

Założenie i trzykrotne użytkowanie wieloletnich agrocenoz łąkowych zapewniło duże plonowanie, wynoszące 7,7–8,7 t s.m. i 75,2–83,3 GJ energii metabolicznej z hektara i równocześnie uzyskanie wysokiej jakości biomasy do przygotowania kiszonki i sianokiszonki, zawierającej 9,6–9,8 MJ·kg⁻¹ s.m. energii metabolicznej. W wyniku systematycznego wieloletniego produkcyjnego użytkowania agrofitocenozy 4–5-krotnie obniżono nakłady poniesione na założenie łąki w stosunku do standardowych.

Słowa kluczowe: agrocenoza, biologiczna specyfika, intensywne użytkowanie, mozga trzcinowata, stokłosa bezostna, trawy rozłogowe

WSTĘP

Intensywne użytkowanie założonych łąk w warunkach silnej antropogenicznej, w tym technogenicznej, presji przeważnie doprowadza do ich szybkiego wyradza-

Do cytowania For citation: Żezmer N., Orlienkowa J. 2013. Biologiczna specyfika traw rozłogowych w warunkach wieloletniego intensywnego użytkowania agrofitocenozy. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 13. Z. 1(41) s. 183–190.

nia się i wzrostu nakładów na ich renowację. Podtrzymywanie produkcyjnej długowieczności łąk kośnych związane jest z wegetatywną odnową łąkowych agrocenoz [SMELOV 1966].

Najbardziej długowieczne gatunki traw rozłogowych wykazują dużą zdolność do samozadarnienia, ponieważ mają system podziemnych pędów (rozłogów) dostosowanych do długotrwałego odnawiania i rozmnażania [ŽEZMER i in. 1997].

Na podstawie studiów literaturowych (np. DONCOVA [1970], EGOROVA [1980] oraz ANDREEV i SAVICKAJA [1988]) stwierdzono brak pogłębionych badań podziemnych organów odnawiania – rozłogów i węzłów krzewienia – wieloletnich traw występujących w łąkowych agrocenozach z uwzględnieniem pratotechniki.

Celem publikacji jest zaprezentowanie wyników badań dotyczących biologicznej specyfiki traw rozłogowych dokumentujących możliwość długotrwałego (wieloletniego) intensywnego użytkowania agrocenoz z zachowaniem ich sprawności produkcyjnej w warunkach dwu- i trzykrotnego zbioru runi.

METODY BADAŃ

We Wszechrosyjskim Naukowo-Badawczym Instytucie Pasz w latach 1994–2007 badano dwu- i trzykośne agrofitycenozy użytkowane 13–26 i 2–15 lat (założone odpowiednio w latach 1982 i 1993). Doświadczenie przeprowadzono w siedlisku grądowym na darniowo-bielicowej glebie gliniastej. Przed założeniem łąki warstwa gleby 0–20 cm zawierała 14–17 mg próchnicy, 110–158 mg fosforu i 62–114 mg potasu w kg, a pH gleby w KCl wynosiło 6,0–6,5.

W okresie badań użytek nawożono średnio (w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): N – 115, P – 25, K – 120 (w okresie wegetacji roślin) w warunkach użytkowania dwukośnego, a w wariacie trzykośnym stosowano (w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): N – 185, P – 30, K – 165. Wielokośne użytkowanie runi rozpoczęto na drugi rok po założeniu użytku. W trakcie doświadczeń prowadzono ogólnie przyjęte obserwacje i pomiary. Obliczenia zawartości energii metabolicznej w kg suchej masy obliczono metodą Akselsona [MICHAJLIČENKO i in. 1995]. Rozwój dominujących w fitocenozach gatunków rozłogowych (stokłosy bezostnej *Bromus inermis* Leyss. – odmiana Morszanskij 750 i mozgi trzcinowatej *Phalaris arundinacea* L. – odmiana Pierwieniec) badano w 13–16- i 2–5-letnich cenozach. W tym okresie stosowano następujące nawożenie: N – 240 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ PK w wariacie trzykośnym i N – 160 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ PK w wariacie dwukośnym. W monolitach darni pobranych łącznie z nadziemnymi pędami oceniano nie tylko rozkrzewienie pędów nadziemnych, lecz także szczegółowo badano stan organów podziemnych tworzących odrosty stokłosy i mozgi (tab. 1). Podział kłączy według wieku prowadzono na podstawie ich cech morfologicznych. Do jednorocznych zaliczano jasne pędy podziemne. Kłącza dwuletnie i starsze były brunatne i ciemnobrązowe, bardziej twarde i zgrubiałe, a rozmieszczone na nich łuski były ciemne lub nie było ich wcale. Wydzielono również frakcję starych kłączy, częściowo aktywnych lub martwych (z cechami rozkładu).

Tabela 1. Zdolność regeneracyjna traw rozłogowych w wieloletnich łąkowych agrocenozach (średnia z I pokosu z lat 1994–1997)**Table 1.** Regeneration capacity of stoloniferous grasses in long-term meadow agrocenoses (mean of the first cuts from the years 1994–1997)

Wskaźnik Index	<i>Bromus inermis</i> Leys.			<i>Phalaris arundinacea</i> L.		
	użytkowanie trzykośne three cuts use		użytkowanie dwukośne two cuts use	użytkowanie trzykośne three cuts use		użytkowanie dwukośne two cuts use
	lata użytkowania years of use					
	13–16	2–5	2–5	13–16	2–5	2–5
Długość kłączy, m·m ⁻² Length of rhizomes, m·m ⁻²	70,5	25,3	47,5	89,3	54,4	70,5
w tym: jednorocznych in that number: annual	7,1	6,0	9,7	4,9	11,2	13,1
– dwuletnich i starszych two-year and older	55,2	17,2	36,2	45,8	39,0	55,4
– starych, częściowo aktywnych i obumarłych old, partly active and dead	8,2	2,1	1,6	38,6	4,2	2,0
– masa kłączy (t s.m.·ha ⁻¹) w war- stwie gleby 0–10 cm mass of rhizomes (t DM·ha ⁻¹) in a 0–10 cm soil layer	1,2	0,7	1,0	3,4	2,0	2,7
Pędy nadziemne szt.·m ⁻² Above ground shoots per m ²	882	740	850	778	1 293	1 203
Pączki pędowe i igielki, szt.·m ⁻² Buds and needles per m ²	2 627	1 673	2 695	2 830	4 895	4 913
– w tym: na pędach nadziemnych in that number: on above-ground shoots	1 765	1 418	1 725	2 205	3 527	3 328
– pod liśćmi dolnych międzywęźli under the leaves of lower inter- nodes	27	–	–	605	780	920
– w węźle krzewienia in the propagation node	1 738	1 418	1 725	1 600	2 747	2 408
– w tym na kłączach: in that number: on rhizomes	862	255	970	625	1 368	1 585
– jednorocznych annual	37	32	137	112	415	453
– dwuletnich i starszych two-year and older	825	223	833	505	953	1 132
Potencjał nierozwiniętych pączków ¹⁾ Potential of undeveloped buds ¹⁾	3,0	2,3	3,2	3,6	3,8	4,1

¹⁾ Stosunek ilości pączków i igielek do wyrosniętych pędów nadziemnych.¹⁾ The proportion of buds and needles to developed above-ground shoots.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono biologiczną specyfikę tworzenia wieloletnich samoodnawialnych agrofitecnoz. O trwałości stokłosa bezostnej i mozgi trzcinowatej decydują organy wegetatywnego rozmnażania – kłącza i węzły krzewienia, wytwarzające nowe pączki pędowe, igielki (pęd w początkowym stadium morfogenezy bez rozwiniętego liścia) i pędy. W warunkach trzykośnego użytkowania stokłosa bezostnej i mozgi stwierdzono znaczną ilość organów wegetatywnego rozmnażania roślin zarówno na starym (13–16-letni), jak i na nowszym (2–5-letni) użytku (tab. 1). W starej darni w okresie odrostu pierwszego pokosu długość kłączy, wynosząca $70,5 \text{ m} \cdot \text{m}^{-2}$ u stokłosa i $89,3 \text{ m} \cdot \text{m}^{-2}$ u mozgi, była odpowiednio 2,8 oraz 1,6 razy większa niż w młodych cenozach. Masa kłączy w starej darni również była większa o 71% u stokłosa i 70% u mozgi.

Na podstawie analizy struktury wiekowej kłączy stwierdzono, że w starszych cenozach występuje mniejszy udział kłączy jednorocznych (10% u stokłosa i 5% u mozgi) niż w stosunkowo młodych trzykośnych (odpowiednio 24 i 21%). Świadczy to o większej dynamice rozwoju kłączy roślin na nowszym użytku. W starszych fitocenozach stwierdzono dużo aktywnych, żywych dwuletних i starszych kłączy ($55,2 \text{ m} \cdot \text{m}^{-2}$ u stokłosa i $45,8 \text{ m} \cdot \text{m}^{-2}$ u mozgi), czyli znacznie więcej niż w młodych. Najwięcej (96% u stokłosa) pączków pędowych i igielek wykształciło się w starszej ceniezie na dwuletних kłączach. Może to być wskaźnikiem trwałości i wysokiego wegetacyjnego potencjału traw rozłogowych na wieloletnim użytku.

Stwierdzono gatunkowe zróżnicowanie traw ze względu na rozwój organów rozmnażania. Ogólna długość kłączy przypadająca na m^2 , a jeszcze bardziej ich masa były większe u mozgi trzcinowatej niż u stokłosa bezostnej. Potencjał reprodukcyjny tych traw w fitocenozach będących w różnym wieku, wyrażony liczbą pączków pędowych i igielek, był wyższy w przypadku mozgi trzcinowatej (2830 na wieloletnim i 4895 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$ na nowszym trzykośnym użytku) niż stokłosa bezostnej (odpowiednio 2627 i 1673 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$). Rozmieszczenie pączków pędowych u obydwu gatunków było prawie jednakowe. Przeważnie były one skupione przy podstawie pędów nadziemnych lub w węźle krzewienia (u mozgi 72–78%, a u stokłosa 67–85%).

Potencjał nierozwiniętych pączków w cenozach trzykośnych wynosił 3,6–3,8 (mozga) i 2,3–3,0 (stokłosa). Znaczna przewaga pączków pędowych nad liczbą pędów nadziemnych wskazuje na bardzo dobre przystosowanie tych rozłogowych gatunków do wieloletniej regeneracji wegetatywnej.

Nawożenie, szczególnie azotowe, w warunkach trzykośnego użytkowania stymuluje rozwój nadziemnej biomasy i łagodzi ujemny wpływ intensyfikacji zbiorów [GERASIMOVA 1978; JAKUŠEV i in. 1983]. W doświadczeniu przeprowadzonym przez autorów niniejszej pracy stosowanie większej ilości nawozów na obiekcie użytkowanym trzykośnie niż użytkowanym dwukośnie (odpowiednio 160 i 240 kg $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$) sprzyjało zwiększeniu intensywności tworzenia pędów nadziemnych (tab.

1). Nie zahamowało to jednak redukcji kłączy w warunkach intensywniejszego użytkowania (trzykośnie) i koszenia runi we wcześniejszych fazach rozwoju (wegetacji). Korzystny wpływ tego nawożenia na rozwój kłączy był większy w przypadku stokłosa bezostnej niż mozgi trzcinowatej. Na nowszym użytku, z którego runi zbierano dwukrotnie, długość kłączy stokłosa, średnio w ciągu 4 lat, wynosiła $47,5 \text{ m} \cdot \text{m}^{-2}$, a gdy trzykrotnie – tylko $25,3 \text{ m} \cdot \text{m}^{-2}$, czyli redukcja kłączy osiągała 48%. Również rozwój pączków pędowych w warunkach zbioru trzech pokosów był bardziej ograniczony niż na użytku 2-kośnym (do 38%). Szczególnie wyraźnie zmniejszała się liczba tych pączków na kłącach stokłosa (o 74%) i w mniejszym stopniu w węzłach krzewienia jej nadziemnych pędów (18%).

Plonowanie, skład gatunkowy fitocenozy oraz zbiór energii metabolicznej z ha w latach prowadzenia doświadczeń (1994–2007) świadczą o wysokim potencjale produkcyjnym intensywnie użytkowanej runi z dominacją traw rozłogowych (tab. 2). Z tych wieloletnich agrocenozy uzyskano duże plony ($7,7\text{--}8,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ s.m.}$) bio-

Tabela 2. Plonowanie runi i jakość paszy pozyskanej z wieloletnich łąk, będących w różnym wieku, średnio z lat 1994–1997

Table 2. Sward yielding and fodder quality from long-term meadows of various age, mean from the years 1994–1997

Dominujący gatunek w runi Dominating species in sward	Rok zagospodarowania łąki (wysiewu traw) The year of sowing grasses	Liczba pokosów Number of cuts	Wydajność z hektara Efficiency from a hectare				Zawartość w suchej masie Content in dry mass	
			plon s.m. dry mass yield $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$		plon energii metabolicznej yield of metabolic energy $\text{GJ} \cdot \text{ha}^{-1}$		energii metabolicznej metabolic energy $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$	białka strawnego digestible protein %
			w latach in the years 1994–2007	w tym w okresie in that number: in the years 1994–1997	w latach in the years 1994–2007	w tym w okresie in that number: in the years 1994–1997		
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	1982	3	7,7	7,9	75,2	77,9	9,8	13,6
	1993	3	8,0	8,7	77,7	84,4	9,7	13,5
		2	7,9	9,5	73,2	86,6	9,2	9,5
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	1982	3	8,5	8,2	81,5	81,8	9,6	14,0
	1993	3	8,7	8,9	83,3	86,3	9,6	13,8
		2	8,7	10,3	79,4	94,0	9,2	9,6
	NIR _{0,05}	LCD _{0,05}	0,6	0,7				

Źródło: wyniki własne. Source: own elaboration.

masy w wariacie z przewagą stokłosa i $8,5-8,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ z mozgą. W latach 1994–1997 plonowanie trzykośnej 13–16-letniej runi było tylko nieznacznie słabsze niż 2–5-letniej – o 10% z dominacją stokłosa i o 7% z przewagą mozgi. W warunkach większej intensywności użytkowania (trzy pokosy) młody, 2–5-letni użytek plonował słabiej w wariacie trzykośnym o 8%, gdy dominowała stokłosa i o 14%, gdy mozga. W następnych latach użytkowania fitocenoz takich różnic nie zauważono.

Z badanych użytków zielonych uzyskano dość duży plon energii metabolicznej, przy czym nie było istotnej różnicy między wariantami dwu- i trzykośnym (tab. 2). Jakość paszy z wariantu dwukośnego była znacznie gorsza niż z trzykośnego, a średnia z 14 lat wynosiła $9,2 \text{ MJ}$ w kg s.m. energii metabolicznej, niezależnie od dominującej rośliny, natomiast zawartość białka w runi z dominacją stokłosa wynosiła 9,5%, z dominacją mozgi 9,6%. W wariacie trzykośnym pasza z runi z dominacją stokłosa zawierała energii metabolicznej $9,7 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. i 13,5% białka surowego, a w runi z dominacją mozgi odpowiednio $9,6 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ i 13,8%. Dlatego na zakładanych łąkach ze stokłosą bezostną i mozgą trzcinowatą odpowiednie jest użytkowanie trzykośne do uzyskania odpowiedniej jakości kiszonki i sianokiszonki ze względu na wartość energetyczną i zawartość białka w dawkach żywieniowych przeżuwaczy w chowie alkierzowym oraz ograniczenia dawki koncentratów.

Duża wydajność wieloletniej runi jest uwarunkowana biologiczną specyfiką traw rozłogowych, mających rozbudowane systemy kłączy rozrastających się wraz z latami użytkowania. U stokłosa bezostnej i mozgi trzcinowatej nie ma objawów fazy senilnej (starości) nawet w 15. i 26. roku istnienia fitocenoz użytkowanych trzykośnie. Świadczy to o zachowaniu odpowiedniego potencjału wegetatywnego tych gatunków i przeczy wcześniej przyjmowanej teorii cyklicznego starzenia się ich pędów [SMELOV 1966]. Oznaki redukcji kłączy pod wpływem niekorzystnych czynników antropogenicznych występują wcześniej, niż następuje zmniejszenie aktywności w formowaniu pędów nadziemnych. Występowanie żywotnych kłączy można wykorzystać jako cechę diagnostyczną do prognozowania zdolności fitocenozy (w tym również naturalnej) do dalszego samoodnawiania.

WNIOSKI

Z samoodnawiającej się wieloletniej runi trzykośnej (użytkowanej przez 1–14 i 20–25 lat) z dominacją gatunków rozłogowych – stokłosa bezostnej i mozgi trzcinowatej w warunkach nawożenia $\text{N} - 185$, $\text{P} - 30$, $\text{K} - 105 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ można uzyskać $7,7-8,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ s.m. i $75,2-83,3 \text{ GJ}$ energii metabolicznej, czyli wysokiej jakości biomasy przydatnej do produkcji kiszonki i sianokiszonki. Zakładanie wieloletnich łąk 4–5-krotnie obniża koszty renowacji w ciągu założonego okresu ich użytkowania w stosunku do standardowych.

LITERATURA

- АНДРЕЕВ Н.Г., САВИЦКАЯ В.А. 1988. Кострец безостый [Stokłosa bezostna]. Москва. Агропромиздат ss. 186.
- ГЕРАСИМОВА Н.И. 1978. Особенности побегообразования у ежи сборной и овсяницы луговой в смешанном травостое при многократном их использовании [Specyfika tworzenia się pędów u kupkówki i kostrzewy łąkowej w runi mieszanej wielokrotnie użytkowanej]. Сельскохозяйственная биология. Т. 13. No 5 s. 717–720.
- ДОНЦОВА Н.Ф. 1970. Некоторые биологические закономерности развития культурных растений [Wybrane biologiczne prawidłowości rozwoju roślin uprawnych]. Воронеж. Записки Воронежского СХИ. Т. 45 s. 70–87.
- ЕГОРОВА В.Н. 1980. Кострец безостый. В: Биологическая флора Московской области [Kostrzewa bezostna. W: Biologiczna flora obwodu moskiewskiego]. Москва. Периодическое издание Московского Государственного Университета. Вып. 5 s. 58–73.
- ЖЕЗМЕР Н.В., РОДИОНОВА А.В., ОРЛЕНКОВА Е.К. 1997. Биологические основы создания долгодетных травостоев [Biologiczne podstawy zakładania wieloletnich runi]. Кормопроизводство. No 1–2 s. 21–24.
- СМЕЛОВ С.П. 1966. Теоретические основы луговодства [Teoretyczne podstawy łąkarstwa]. Москва. Колос ss. 367.
- ЯКУШЕВ Д.В., КОБЫЛЬЧЕНКО Е.С., ГОРБУНОВА Т.А. 1983. Продуктивное долголетие сеяных луговых травостоев при разных режимах использования [Trwałość produkcyjna zakładanych runi łąkowych w różnym warunkach użytkowania]. Вестник сельскохозяйственной науки. No 6 s. 60–68.
- МИХАЙЛИЧЕНКО Б.П., КУТУЗОВА А.А., НОВОСЕЛОВ Ю.К. и др. 1995. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства [Wskazówki metodyczne agroenergetycznej i ekonomicznej oceny technologii i systemów produkcji pasz]. Москва. Российская академия сельскохозяйственных наук ss. 175.

Natalia ŻEZMER, Jelena ORLIENKOWA

**BIOLOGICAL SPECIFICS OF STOLONIFEROUS GRASSES
IN LONG INTENSIVELY USED AGRO-PHYTOCOENOSES**

Key words: *agrocenoses, biological specifics, intensive use, the reed canary grass, the smooth brome grass, stoloniferous grasses*

S u m m a r y

The paper presents experimentally confirmed possibilities of long-term (15–26 years) productive use of multiple cut meadow agrocenoses based on stoloniferous grasses – the smooth brome grass (*Bromus inermis* Leyss.) and the reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.). The species are characterised by a high regeneration potential since the develop the system of underground rhizomes (stolons) systematically producing vegetative buds. The total length of stolons of the brome grass was 70.5 and those of the reed canary grass – 89.3 m·m⁻². They contained 2627 and 2830 vegetation buds per square metre, respectively.

Set up and the threefold cut of long-term meadow agrocenoses ensured high yielding of 7.7–8.7 t dry mass and 75.2–83.3 GJ of metabolic energy per hectare with a possibility of obtaining high quality biomass for ensilage and hay silage containing 9.6–9.8 MJ·kg⁻¹ dry mass of metabolic energy. As

a result of systematic long-term use of agro-phytocoenoses the inputs to meadow set up were 4–5 times smaller compared with the standard.

Adres do korespondencji: N. Žezmer, All-Russia Williams Fodder Research Institute, RAAS, Russia, 141055, Lobnya, Moscow region, Science Town; tel. 8 (495) 577-73-37, 8 (495) 577-71-07, e-mail: vniikormov@nm.ru