

TECHNOLOGIE ZADARNIENIA, ZAPOBIEGAJĄCE DEGRADACJI GRUNTÓW ORNYCH W STREFIE LEŚNEJ ROSJI

**Anelia A. KUTUZOWA, Danił A. AŁTUNIN,
Igor W. STEPANISZCZEW**

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

Słowa kluczowe: degradacja gruntów ornych, odłogi gruntowe, technologie zadarnienia, trawy wieloletnie, żyzność gleby

Streszczenie

Na podstawie 12-letnich badań opracowano wielowariantowe technologie uprawy odłogowanych gruntów ornych poprzez ich zadarnienie i ukształtowanie runi kośnej o produktywności 35–53 GJ energii strawnej i 350–470 kg·ha⁻¹ białka surowego. Uzyskano 5–17-krotny zwrot nakładów, wyrażony w plonie energii strawnej, na obiektach z runią trawiastą i 14–17-krotny na obiektach z runią bobowato-trawiastą (po odliczeniu 25% strat technologicznych podczas przygotowywania siana). Masa korzeni w warstwie gleby 0–20 cm wynosiła 12,1–17,6 t s.m.·ha⁻¹ i zawierała azotu (N) 201–264 kg·ha⁻¹ i fosforu (P₂O₅) 67–97 kg·ha⁻¹. Zawartość próchnicy w ciągu 11 lat zwiększyła się z 1,9 do 2,0–2,2%.

WSTĘP

Odłogowanie gruntów ornych, rozpoczęte według danych FAO w drugiej połowie XX w., występuje w wielu krajach świata [LJURIN i in. 2008]. Akademik W.R. Williams na przykładzie czarnoziemów wydzielił dwa podstawowe stadia odłogowania: pierwsze – zielno-bylinowe i drugie – rozwój roślinności stepowej (z dominacją perzu właściwego – *Elymus repens* (L.) Gould), przydatnej do użytkowania kośnego [VILJAMS 1949]. W strefie leśnej po zakończeniu stadium zielno-

-bylinowego nieuprawiany grunt orny szybko ulega zakrzaczeniu i zadrzewieniu [ANDREEV 1986; KOSOLAPOV 2008].

Jednym ze sposobów zachowania tych terenów uprawnych w strukturze użytków rolnych jest zagospodarowanie przez zadarnienie i użytkowanie kośne. Brak jednak opracowanych technologii zadarnienia, za pomocą których można przekształcić odłogowane grunty orne w uprawne łąki kośne.

METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe, umożliwiające opracowanie technologii ochronnej, za pomocą której można przekształcić grunt orny w kośny użytek zielony, założono w 1999 r. na polu doświadczalnym Wszechrosyjskiego Instytutu Pasz (obwód moskiewski) z kontrolowanymi warunkami siedliskowymi dzięki stosowaniu zalecanej agrotechniki w okresie poprzedzającym badanie w celu ujednoczenia warunków uprawy (tła). Doświadczenie było położone na darniowo-bielicowej glebie ornej w średniej kulturze, cechującej się w 1999 r. następującymi wskaźnikami: $\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,0$, zawartość próchnicy – 1,9%, $\text{P}_2\text{O}_5 - 126$, $\text{K}_2\text{O} - 100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby, $\text{N} - 1,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, stosunek C:N = 5,8:1. Glebę orną od 1969 r. do 1998 r. użytkowano w systemie doświadczalnego paszowego płodozmianu ze zmianowaniem roślin jednorocznych i wieloletnich traw. W 1996 r. na eksperymentalnym polu uprawiano jęczmień, w 1997 r. – owies, a jesienią zasiano rzepak ozimy na ziarno (zebrane w 1998 r.). Program badań przewidywał porównanie czterech systemów zadarnienia i kośnego użytkowania runi: prymitywny (zbiór paszy pozyskanej z naturalnie zarośniętego odłogu), mineralny (nawożenie runi naturalnej, jak w tab. 1), technologiczny (samozadarnienie lub wysiew mieszanek traw na tle oddziaływania zasobności gleby ornej) i technologiczno-mineralny (zadarnienie agrotechniczne w połączeniu z corocznym nawożeniem runi). W systemach technologicznym i technologiczno-mineralnym stosowano wysiew uproszczonych mieszanek traw: trawiastej z dodatkiem tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.) WIK 9 ($8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* Huds.) WIK 5 ($12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz bobowato-trawiastej z dodatkiem koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) tetraploidalnej WIK 5 ($5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nasion o 100-procentowej sile kiełkowania). Wysiew przeprowadzono wiosną 1999 r. Rośliną ochronną była życica wielokwiatowa (*Lolium multiflorum* Lam. var. *westerwoldicum* Witm.) odmiany Rapid ($12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Powierzchnia poletka wynosiła 30 m^2 , powtórzenie czterokrotne, rozmieszczenie wariantów w powtórzeniach randomizowane. Wszystkie obserwacje i badania przeprowadzono zgodnie z metodami przyjętymi w łąkarstwie. Zawartość energii strawnej określono metodą Axellssona.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Na terenie ugorowanym już 3–4 lata przed założeniem doświadczenia ukształtowała się roślinność przyleśna z dominacją trzcinka piaskowego (*Calamagrostis epigeios* L.) – 90–99% występujących traw, z udziałem wierzby, brzozy i osiki (wysokość do 1,5–2,2 m w latach 2009–2010). Trzcinnik piaskowy, trawa rozłogowa, licznie występująca w leśnej i lasostepowej strefie, charakteryzuje się małą wartością pokarmową – zawartość włókna osiąga 38%, a białka – 8–9% s.m. Koszenie runi (dwukrotne w okresie wegetacyjnym) w systemie prymitywnym, w pierwszych latach ograniczało rozwój trzcinnika oraz krzewów na odłogu. Trzcinnik okazał się jednak odporny na koszenie i w 9.–12. roku jego udział w runi wyniósł 22–39%. Oprócz tego trzcinnik dobrze reagował na nawożenie i gdy stosowano 20 kg P·ha⁻¹ i 30 kg K·ha⁻¹, jego udział w naturalnej runi zwiększył się do 30–50%. Na obiekcie N₆₀P₂₀K₃₀ zaczął on dominować w fitocenozie (udział do 46–55%), a rozwijające się wartościowe gatunki traw, takie, jak wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis* L.), mietlica pospolita (*Agrostis capillaris* L.), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), stanowiły domieszkę w runi (34–38% łącznie). W rezultacie runi nie spełniała wymogów siana paszowego, dlatego wyniki 12-letnich badań, dotyczących naturalnych runi ukształtowanych w naturalnym i mineralnym systemie technologicznym, nie zostały zamieszczone w tabeli 1.

Tabela 1. Agroenergetyczna efektywność technologii przekształcenia odłogów w uprawne łąki kośne (wartości średnie z 12 lat)

Table 1. Energetic effectiveness of fallow land transformation into mown meadows (mean from 12 years)

Ruń Sward	Wariant nawożenia Fertilisation variant	Plon t s.m.·ha ⁻¹ Yield t DM·ha ⁻¹	Plon energii strawnej Yield of digestible energy GJ·ha ⁻¹	Średnie roczne nakłady Mean annual outlays GJ·ha ⁻¹	Krotność zwrotu nakładów energii w plonie energii strawnej Multiple return of outlays in the yield of digestible energy
Trawiasta siana Grassy	bez nawożenia without fertilisation N ₆₀ P ₂₀ K ₃₀	4,67 7,25	34,3 44,7	2,06 8,81	16,6 5,07
Bobowato- -trawiasta siana Legume-grassy	bez nawożenia without fertilisation P ₂₀ K ₃₀	4,77 5,93	35,2 50,4	2,01 3,49	17,5 14,4

Objaśnienia: liczby w indeksach dolnych w wariantach nawożenia oznaczają ilość składnika w kg·ha⁻¹.

Explanations: subscripts in fertilisation variants mean the amount of components in kg·ha⁻¹.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Na łące z udziałem prostych mieszanek, zakładanej na odłogu, udział naturalnych wartościowych i wysianych traw w 9.–12. roku badań stanowił w wariancie technologicznym (bez nawożenia) 71–18%, w wariancie technologiczno-mineralnym (tło $N_{60}P_{20}K_{30}$) – 76–50%. W 4. roku uprawy w runi bobowato-trawiastej zachowała się koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense* L.) tetraploidalna WIK (tło $P_{20}K_{30}$), ale w następnych latach wyparła ją koniczyna biała (*Trifolium repens* L.) dziko rosnąca, rozwijająca się z nasion znajdujących się w glebie. Jej udział stanowił tylko 6–18% skoszonej runi, a mimo to w okresie badań zawartość przyswajalnego azotu zwiększyła się o 25–42 $kg \cdot ha^{-1}$ rocznie, podczas gdy ilość pozyskiwanego azotu z gleby wynosi 60 $kg \cdot ha^{-1}$.

Jakość paszy z runi bobowato-trawiastej pod względem zawartości białka surowego (10,8–11,1% s.m.) odpowiadała wymogom standardu siana 1. klasy, a z runi trawiastej (8,8–10,1% s.m.) – 2. klasy [Rossel'chozakademija 2008]. Ponadto 1 kg s.m. zawierał odpowiednio 9,8–10,0 i 9,3–9,8 MJ energii strawnej.

Plonowanie runi trawiastej bez nawożenia wynosiło średnio z 12 lat badań 4,67 t s.m. ha^{-1} , a dzięki corocznemu nawożeniu $N_{60}P_{20}K_{30}$ było większe o 55%. Na skutek oddziaływania czynnika biologicznego (symbiotyczne przyswajanie azotu) i nawożenia $P_{20}K_{30}$ runi bobowato-trawiastej plon był większy o 27% (tab. 1). Dzięki zasobności byłej gleby ornej nadziemna część runi trawiastej, w której rozwinęła się koniczyna biała (6–26%), pobrała średnio w ciągu 12 lat: azotu 76 $kg \cdot ha^{-1}$, fosforu (P_2O_5) 30 $kg \cdot ha^{-1}$ i potasu (K_2O) 78 $kg \cdot ha^{-1}$, a runi bobowato-trawiastej – odpowiednio 85, 30 i 74 $kg \cdot ha^{-1}$. Średnie wartości współczynników wykorzystania nawozów przez run trawiastą wynosiły: N_{60} – 68%, P_{20} – 64% i K_{30} – 131%. W przypadku runi bobowato-trawiastej współczynnik ten dla P_{20} wyniósł 42%, a dla K_{20} – 111%. Duży pobór potasu przez biomasę traw doprowadził do szybkiego zubożenia gleby w ten składnik. Po 6 latach doświadczenia zasobność w potas zmniejszyła się do 72–77% $mg \cdot kg^{-1}$ gleby lub mniej, nawet w wariantach z nawożeniem.

Nakłady energii na założenie łąk uprawnych, włączając uproszczoną uprawę broną talerzową BDT – 3,0 i przyśpieszone zadarnienie przez wysiew traw, wynosiły w odniesieniu do runi trawiastych 5,1 $GJ \cdot ha^{-1}$, a bobowato-trawiastych 5,4 $GJ \cdot ha^{-1}$. Działanie następcze tych nakładów trwało 12 lat. Umożliwiło to ograniczenie stosowania maszyn, zużycia paliwa, nasion i nakładów pracy w porównaniu z uprawą roślin jednorocznych. Produkcyjne nakłady na przygotowanie siana (rolowanie w bele) w systemie technologicznym wyniosły 2,0–2,1 $GJ \cdot ha^{-1}$, a w systemie technologiczno-mineralnym zwiększyły się 1,74 razy na łąkach z runią bobowato-trawiastą i 4,28 razy z runią trawiastą. Ogólne nakłady energii zrekompensował plon energii strawnej (po odjęciu 25% technologicznych strat na przygotowanie paszy) 5,1–16,6-krotnie bobowato-trawiastej (tab. 1).

Równoległe z oceną sposobów zagospodarowania odłogu pod produkcję pasz, w 2009 r. (w 11. roku użytkowania kośnego) określono wpływ jego przekształcenia w uprawną łąkę kośną na warunki siedliskowe (tab. 2). Pod wpływem nawoże-

Tabela 2. Wpływ sposobów zagospodarowania odłogu na biomasę korzeni i zmianę żyzności gleby (w latach 1999–2009)**Table 2.** The effect of fallow land management on root biomass and soil fertility (years 1999–2009)

Ruń Sward	Wariant nawożenia Fertilisation variant	Masa korzeni w warstwie 0–20 cm t s.m.·ha ⁻¹ Root biomass in 0–20 cm layer t DM·ha ⁻¹	Zawartość w korzeniach Content in roots kg·ha ⁻¹		Wskaźniki żyzności gleby Indices of soil fertility		
					zawartość content		C:N
			N	P ₂ O ₅	próchnicy humus %	N g·kg ⁻¹	
Trawiasta siana Grassy	bez nawożenia without fertiliser	15,1	237	76	2,12	1,49	8:1
	N ₆₀ P ₂₀ K ₃₀	17,6	264	97	1,97	0,97	11:1
Bobowato- trawiasta siana Legume-grassy	bez nawożenia without fertiliser	12,1	201	67	2,12	1,45	8:1
	P ₂₀ K ₃₀	13,9	231	73	2,17	1,37	9:1
Naturalna z dominacją trzcinnika pia- skowego (<i>Ca- lamagrostis epigeios</i> L.) ¹⁾ Natural with the domination of <i>Calamagrostis epigeios</i> L. ¹⁾	bez nawożenia without fertiliser	17,3	202	86	2,14	0,92	13:1

¹⁾ Nieużytkowana (rezerwat). ¹⁾ Not used (nature reserve).

Objaśnienia, jak pod tab. 1. Explanations as in Tab. 1.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

nia nastąpiło znaczne zwiększenie masy korzeni w runi trawiastej – 17% w porównaniu z nienawożoną fitocenozą i o 27% w porównaniu z runią bobowato-trawiastą oraz zawartości azotu odpowiednio o 18 i 14%. W związku z większą koncentracją azotu (1,6–1,7% s.m.) korzenie roślin w runi bobowato-trawiastej są bardziej podatne na mineralizację w porównaniu z trawiastymi fitocenoząmi nawożonymi NPK. Najmniejszą koncentrację azotu (1,17%) stwierdzono w korzeniach runi trzcinnikowej. Zawartość fosforu w korzeniach nawożonej fitocenozy trawiastej była nieznacznie większa niż w korzeniach nawożonej fitocenozy bobowato-trawiastej (odpowiednio 97 i 72 kg P₂O₅·ha⁻¹) ze względu na większą biomasę i zawartość w niej fosforu (odpowiednio 5,5 i 5,2 g P₂O₅·kg⁻¹), pochodzącego z nawożenia.

W agroekosystemach łąkowych wyraźnie zwiększyła się zawartość próchnicy w glebie – z 1,9% w 1999 r. do 2,0–2,2% w 2009 r. Zastosowanie pełnego nawo-

żenia NPK przyspieszyło mineralizację substancji organicznej i wynoszenie azotu wraz z plonem traw i dlatego zawartość próchnicy i azotu w glebie była mniejsza w porównaniu z wariantem kontrolnym i nawożonym PK. Stosunek C:N najszerszy był w glebie z rezerwatu (13:1), pod użytkowaną łąką wynosił 8–9:1 i tylko na obiekcie nawożonym NPK pod runią trawiastą osiągnął 11:1. W okresie badań pH_{KCl} gleby darniowo-bielicowej zmniejszyło się we wszystkich wariantach zagospodarowania odłogu (z 5,0 do 4,4–4,6). Zmniejszyła się również zawartość fosforu w glebie (do 82–86 mg $P_2O_5 \cdot kg^{-1}$), a jeszcze bardziej potasu (do 54–71 mg $P_2O_5 \cdot kg^{-1}$) w warstwie 0–25 cm na nienawożonych poletkach. Wskazuje to na potrzebę wzbogacenia zagospodarowanych odłogów w dostępne formy fosforu i potasu. Proces darniowy sprzyjał tylko akumulacji próchnicy w glebie (średnio 200–500 $kg \cdot ha^{-1}$ rocznie) w okresie prowadzenia doświadczenia.

WNIOSKI

Opracowana na podstawie badań Rosyjskiej Akademii Rolniczej i Wszechrosyjskiego Instytutu Pasz strategia zagospodarowania łąkowego odłogowanych gruntów orných przewiduje maksymalne wykorzystanie stosunkowo żyznych gleb, będących się w średniej kulturze i występujących w strefowych płodozmianach. Tereny występowania gleb ubogich, silnie zerodowane zbocza należy przekształcić w inne kategorie użytkowania z uwzględnieniem fitomelioracji ochronnych (w regionach południowych) lub pozostawienie ich w celu naturalnej sukcesji roślinności drzewiasto-krzewiastej w strefie leśnej [IVANOV 2008; KOSOLAPOV i in. 2008].

LITERATURA

- АНДРЕЕВ Н.Г. 1985. Луговоедение. [Łąkoznawstwo]. Москва. Агропромиздат ss. 255.
- ВИЛЬЯМС В.Р. 1949. Луговоедство и кормовая площадь. [Łąkoznawstwo i powierzchnia paszowa]. Москва. Огиз-сельхозгиз ss. 196.
- ИВАНОВ А.Л. 2008. Без решения проблемы землепользования невозможна технологическая модернизация земледелия. [Rozwiązanie problemu użytkowania gruntów jako podstawa technologicznej modernizacji rolnictwa]. Земледелие. № 8 s. 3–5.
- КОСОЛАПОВ В.М., КУТУЗОВА А.А., ШПАКОВ А.С. 2008. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земельных ресурсов в кормопроизводстве России. В: Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активности сельскохозяйственного оборота. [Агроэкологiczny stan i perspektywy wykorzystywania zasobów gruntowych do produkcji pasz. W: Stan agroekologiczny i perspektywy użytkowania gruntów rolniczych w Rosji, na których zaniechano uprawy]. Москва. Минсельхоз, РАСХН s. 223–226.
- КУТУЗОВА А.А., КОСОЛАПОВ В.М., ТЕБЕРДИЕВ Д.М. и др. 2010. Ускоренное освоение залежных земель под пастбища и сенокосы на основе многовариантных технологий по зонам России. [Przyspieszone zagospodarowanie pastwiskowe i łąkowe gruntów odłogowanych na bazie wielowariantowych technologii według stref Rosji]. Москва. ФГУ ПЦСК ss. 48.

- Люрн Д.И., Горячкин С.В., Караваева И.А., Денисенко И.О. 2008. Закономерности вывода из оборота сельскохозяйственных земель в России и мире и процессы постагородного развития залежей. В: Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, вышедших из активности сельскохозяйственного оборота. [Prawidłowości zaniechania uprawy gruntów rolnych w Rosji i na świecie oraz procesy rozwoju odłogów. W: Stan agroekologiczny i perspektywy użytkowania gruntów rolnych w Rosji, na których zaniechano uprawy]. Москва. Минсельхоз, РАСХН s. 45–71.
- Россельхозакадемия 1995. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. [Metodyczna pomoc naukowa w zakresie agroenergetycznej i ekonomicznej oceny technologii i systemów produkcji pasz]. Москва ss. 173.

Anelia A. KUTUZOWA, Danił A. ALTUNIN, Igor W. STEPANISZCZEW

GRASS SOWING TECHNOLOGIES PREVENTING THE DEGRADATION OF ARABLE LANDS IN RUSSIAN WOODLANDS

Key words: degradation of arable lands, fallow lands, grass sowing technologies, perennial grasses, soil fertility

S u m m a r y

Multi-variant technologies of the cultivation of fallow lands through sowing and harvesting grass were elaborated based on 12-year long studies. The productivity of mown sward was 35–53 GJ of digestible energy and its content of crude protein was 350–470 kg·ha⁻¹. The return expressed in the yield of digestible energy was 5–16.6 times higher than outlays in objects with grassy sward and 14.4–17.5 times higher in objects with legume-grassy sward (after deduction of 25% technological losses during hay making). Root biomass in the 0–20 cm soil layer was 12.1–17.6 t DM·ha⁻¹, its nitrogen content was 201–264 kg·ha⁻¹ and phosphorus content – 67–86 kg·ha⁻¹ P₂O₅. Soil humus content increased from 1.9 to 2.0–2.2% during 11 years.

Recenzenci:

prof. dr hab. Anatol Niczyporuk

prof. dr hab. Janusz Ostrowski

Praca wpłynęła do Redakcji 21.01.2011 r.