

STANISŁAW IGNACZAK

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
e-mail: *signac@utp.edu.pl*

BADANIA NAD MOŻLIWOŚCIĄ WYKORZYSTANIA SŁOMY Z NASIENNYCH PLANTACJI RUTWICY WSCHODNIEJ (*Galega orientalis* Lam.) DO NAWOŻENIA SĄSIEDNICH PÓL

Na podstawie 83 oznaczeń plonu słomy przeprowadzonych w latach 1984-2007 na glebach lekkich, na 2-17-letnich plantacjach rutwicy wschodniej stwierdzono, że potencjalny plon uboczny tej rośliny wynosił średnio około $5,7 \text{ t ha}^{-1}$ i był mało zależny od wieku roślin. W tym plonie zgromadziło się w przeliczeniu na 1 ha około 64 kg N, 6 kg P, 64 kg K, 50 kg Ca oraz 11 kg Mg. Indeks żniwny wynosił średnio około 5,7, wahając się od 0,8 do około 18. W zebranej suchej masie nadziemnej łodygi stanowiły około 60%, liście około 26%, a strączyzny około 10%. Przy mechanicznym zbiorze nasion i prasowaniu słomy plon uboczny stanowiło tylko około $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ łodyg, w których w odniesieniu do całkowitej akumulacji w plonie ubocznym (łodygi+liście+strączyzny) było odpowiednio około 40% N, 58% P, 55% K, 28% Ca i 43% Mg. Uzasadniono celowość użytkowania zbieranej mechanicznie słomy jako nawozu organicznego na sąsiednie pola.

Słowa kluczowe: rutwica wschodnia, słoma, składniki pokarmowe, słoma jako nawóz organiczny

I. WSTĘP

Rutwica wschodnia (*Galega orientalis* Lam.), wieloletnia, wydajna roślina pastewna z rodziny *Fabaceae* jest przydatna w rolnictwie ekstensywnym. W takich warunkach odznacza się szczególnie dużą trwałością. Jest dobrze przystosowana do uprawy na glebach lekkich nawet lekko kwaśnych, klasy V, w warunkach pogodowych prawie całej Polski. Rutwica wschodnia i jej bogata flora przykorzeniowa mogą być wykorzystywane do rekultywacji gleb zanieczyszczonych olejami [7]. Proponuje się też, podobnie jak i innych roślin uprawnych, wykorzystywanie biomasy z zielonki rutwicy na opał, lub jako elementu filtrów do utylizacji wody odpadowej do nawodnień [2,4,5]. Jest przede wszystkim rośliną zielonkową uprawianą na paszę. Wydaje przeważnie 2 pokosy. Pierwszy wiosenny odrost (pierwszy pokos) osiąga początek kwitnienia – optymalną fazę dojrzałości do użytkowania zielonkowego już w końcu maja. Stanowi on przynajmniej 2/3 potencjalnego plonu rocznego.

Produkcja nasion o znaczeniu gospodarczym, wyłączna lub zmienna, z okresowym wykorzystywaniem całego plonu rocznego na zielonkę, jest możliwa od drugiego roku uprawy. W warunkach przyrodniczych Polski celowe jest zbieranie nasion jedynie z pierwszego pokosu rutwicy. Użytkowanie na nasiona może następować przez cały, niekiedy kilkunastoletni okres uprawy rośliny. Rutwica wschodnia w okresie ponad

* *Pracę recenzowała:* prof. dr hab. Ewa Stanisławska-Głubiak, IUNiG Puławy

20 letnich badań własnych w różnych rejonach Polski zawsze wydawała plony nasion o znaczeniu gospodarczym - od kilkudziesięciu do około 400 kg z ha, potwierdzając wyniki podawane w licznych publikacjach europejskich [3,8,9,10,12]. Niestety brakuje tam danych o wielkości plonu słomy z rutwicy i jej składzie chemicznym. Pozwoliłoby to ocenić m.in. wartość nawozową jej plonu ubocznego. Własne obserwacje w związku z uprawą rutwicy wschodniej na nasiona z pozostawianiem słomy na polu nasuwają podobnie pytania jak w badaniach biomasy rutwicy wschodniej na ugorach [1]:

– czy coroczne użyźnianie i tak już żyznej gleby pod wieloletnią plantacją tej motylkowej rośliny jest zawsze konieczne?

– czy i w jakim stopniu słoma mogłaby stanowić nawóz organiczny „na wynos” na sąsiednie pola?

Hipoteza badawcza zakładała więc możliwość i celowość użytkowania zbieranej części słomy rutwicowej jako nawozu organicznego na sąsiednie pola.

II. METODYKA

Jako materiał do analiz wykorzystano wyniki 83 pomiarów plonów słomy rutwicy wschodniej po zbiorze roślin na nasiona w około 25 obiektach, różniących się w momencie zbioru przede wszystkim wiekiem – liczbą lat od siewu (2-17 lat) Badania były prowadzone w latach 1982-2007 w RSB Mochełek k. Bydgoszczy na glebach kompleksów żytniego dobrego i słabego o niżej przedstawionych właściwościach (tab. 1). Plon nasion i słomy oznaczano w dojrzałości biologicznej rośliny w sierpniu. Zawartość suchej masy w słomie oznaczano metodą wagową, a składników pokarmowych metodami laboratoryjnymi stosowanymi m.in. w stacjach chemiczno-rolniczych. Skład chemiczny słomy rutwicowej oznaczono w 4 obiektach w latach 1989 i 2005. Strukturę masy organów nadziemnych, reprezentujących plantacje kilku- oraz kilkunastoletnie i ich skład chemiczny oznaczono w 6 obiektach w latach 2005-2007.

Tabela 1 - Table 1

Wskaźniki żyzności gleby pod rutwicą uprawianą na nasiona
Fertility indexes of soil under fodder galega cultivated for seeds

Zawartość składników pokarmowych <i>Nutrient content</i>	mg · kg ⁻¹				pH _{KCl}
	C	P	K	Mg	
Wartość minimalna / <i>Minimal value</i>	4390	49,1	43,0	35,6	4,44
Wartość maksymalna / <i>Maximal value</i>	23812	396,2	392,5	124,8	7,15
Średnia / <i>Mean</i>	8440	107,2	166,9	67,7	5,91
Wartość najczęstsza / <i>Most common</i>	8070	89,0	70,0	59,2	5,97
Współczynnik zmienności [%] <i>Variation coefficient [%]</i>	38,0	60,3	59,2	28,6	10,3

III. WYNIKI BADAŃ

Plon słomy – średnio 569 g · m⁻², oceniany w momencie zbioru rutwicy wschodniej na nasiona składał się w z częściowo ulistnionych pędów owoconośnych (około 58% liczby wszystkich pędów), a także z przerosłów, zwłaszcza w latach mokrych, na młodszych plantacjach (średnio 25% liczby wszystkich pędów) oraz pędów obumierających i martwych łodyg (średnio 17% liczby wszystkich pędów). Zarówno wysokość pędów, jak i ich zagęszczenie wykazywały tendencję do zwiększania w miarę starzenia się roślin. Plon słomy, dominujący w zebranej masie nadziemnej roślin, był z nią silnie skorelowany (tab. 2). Plon ten zależał przede wszystkim od wysokości pędów, natomiast praktycznie nie

był liniowo skorelowany z ich zagęszczeniem. Zależał zatem wprost od masy poszczególnych pędów. Plon słomy był dodatkowo skorelowany z plonem nasion ($r = +0,624$), mimo że bujna masa wegetatywna miała nieznacznie negatywny wpływ na liczbę pędów owoconośnych ($r = -0,206$). Plon nasion w zbieranej masie nadziemnej rutwicy stanowił średnio 5,7%.

Tabela 2 - Table 2

Plon nasion i słomy rutwicy wschodniej
Seed and straw yield of fodder galega

Przedmiot analizy <i>Subject of analysis</i>	Wysokość pędów [cm] <i>Height of shoots [cm]</i>	Liczba pędów <i>Number of shoots</i> [piece · m ⁻²]	Plon nasion <i>Seed yield</i> [g · m ⁻²]	Plon słomy <i>Straw yield</i> [g · m ⁻²]	Zebrany plon suchej masy <i>Dry weight yield</i> [g · m ⁻²]	Indeks żniwny <i>Harvest index</i>
Liczba pomiarów / <i>Number of measurements</i>	67	104	121	83	83	83
Wartość minimalna <i>Minimal value</i>	65	30	2,8	142	148	0,81
Wartość maksymalna <i>Maximal value</i>	150	185	94,0	1378	1450	18,15
Średnia / <i>Mean</i>	104	107	32,3	569	610	5,70
Zmienność / <i>Variation [%]</i>	21,1	28,7	73,7	49,7	48,8	56,8
Wsp. korelacji <i>Correlation coefficient</i>	+0,782	+0,024	+0,624	1,000	+0,995	-0,079

Sucha masa plonu słomy zawierała stosunkowo dużo azotu, potasu, wapnia i magnezu, natomiast niewiele fosforu, mimo, że gleby pod doświadczeniami były na ogół zasobne, a w niektórych obiektach nawet bardzo zasobne w ten składnik (tab. 1). W próbach słomy z rutwicy wschodniej zebranych ręcznie – 56,9 dt w przeliczeniu na 1 ha o składzie chemicznym podanym w tab. 3 zakumulowane było około 63,7 kg N, 6,3 kg P, 63,7 kg K, 51,2 kg Ca oraz 11,4 kg Mg.

Szczegółowa analiza masy organów rutwicy wschodniej w momencie zbioru na nasiona wykazała oczywistą dominację łodyg (tab. 4). Udział kilku górnych liści, dość mocno przytwierdzonych do łodyg stanowił ponad ¼ biomasy nadziemnej. Około 15% masy stanowiły organy generatywne – strąki z nasionami. Masa łupin strąków (pot. strączyn) była większa niż nasion. Większość liści, szczególnie dobrze wysuszonych, np. po desykcacji, podczas zbioru mechanicznego za pomocą kombajnu zbożowego i prasowania słomy zostaje pokruszona i podobnie jak strączyny, pozostaje na polu. Można zatem przyjąć, że potencjalnym zbieranym nowocześnie ubocznym plonem z nasiennej plantacji rutwicy wschodniej są przede wszystkim łodygi - w przedstawianych badaniach około 3,5 t · ha⁻¹ czyli około 58% biomasy nadziemnej roślin w pełnej dojrzałości biologicznej. W zależności od pogodowych i technicznych warunków zbioru rutwicy wschodniej na nasiona – sposobów omłotu nasion i zbioru słomy rutwicowej akumulacja składników pokarmowych w plonie ubocznym na 1 ha tej rośliny wynosiła około 30-73 kg N, 4,5-8 kg P, 32-64 kg K, 20-70 kg Ca oraz 5-12 kg Mg. W plonie nasion rutwicy wynoszono z pola ponad 21 % zakumulowanych azotu i fosforu; jedynie w przypadku azotu była to znacząca ilość – około 20 kg · ha⁻¹.

W samych łodygach rutwicy wschodniej w stosunku do całego plonu ubocznego (łodygi+liście+strączyny) stwierdzono zakumulowanie składników pokarmowych od około 28% (Ca) do około 58% (P) (tab. 4).

Tabela 3 - Table 3

Zawartość składników pokarmowych i ich akumulacja w suchej masie całego plonu słomy rutwicowej z prób roślin zebranych ręcznie / *Nutrient content and their accumulation in dry weight of whole yield of galega straw from samples of plants harvested by hand*

Zawartość składników pokarmowych <i>Nutrient content</i>	[g · kg ⁻¹]						
	Popiół <i>Ash</i>	N _{ogólny} <i>Total N</i>	P	K	Ca	Mg	Włókno surowe <i>Crude fibre</i>
Wartość minimalna <i>Minimal value</i>	41,1	8,8	0,8	9,0	7,7	1,8	386
Wartość maksymalna <i>Maximal value</i>	61,6	14,9	1,3	12,6	12,9	2,4	475
Średnia / <i>Mean</i>	46,8	11,2	1,1	11,2	9,0	2,0	449
Zmienność / <i>Variation</i> [%]	21,1	23,4	20,2	16,0	28,6	14,1	9,5
Akumulacja w plonie / <i>Accumulation in yield</i> [g · m ⁻²]	26,6	6,36	0,61	6,35	5,13	1,11	-

Tabela 4 - Table 4

Plony, struktura masy, skład chemiczny oraz akumulacja składników pokarmowych w pędach rutwicy wschodniej w momencie zbioru na nasiona / *Yields, weight structure, chemical composition and accumulation of nutrients in shoots of fodder galega at harvest for seeds*

Organy pędów <i>Organs of shoots</i>	Plony i struktura suchej masy pędów <i>Yields and structure of dry weight of shoots</i>		Zawartość składników pokarmowych w suchej masie organów pędów [g · kg ⁻¹] <i>Nutrient content in dry weight of shoots organs [g · kg⁻¹]</i>					
	[g · m ⁻²]	[%]	Popiół <i>Ash</i>	N _{ogólny} <i>Total N</i>	P	K	Ca	Mg
Łodygi / <i>Stems</i>	350,5	58,4	73,7	8,3	1,3	9,2	5,5	1,5
Liście / <i>Leaves</i>	159,0	26,5	118,1	23,4	1,7	13,7	25,3	3,3
Strączyny / <i>Pod-shells</i>	58,3	9,7	67,5	11,4	1,0	7,2	18,1	2,6
Nasiona / <i>Seeds</i>	32,3	5,4	35,3	60,4	6,5	10,2	1,0	3,1
Suma/średnia <i>Total/mean</i>	600,1	100,0	82,8	15,4	1,6	10,3	11,7	2,1
Akumulacja w / <i>Accumulation in</i>			[g · m ⁻²]					
Łodygi / <i>Stems</i>			25,83	2,92	0,45	3,23	1,93	0,51
Liście / <i>Leaves</i>			18,77	3,72	0,27	2,18	4,02	0,52
Strączyny / <i>Pod-shells</i>			3,94	0,67	0,06	0,42	1,05	0,15
Nasiona / <i>Seeds</i>			1,14	1,95	0,21	0,33	0,03	0,10
Suma / <i>Total</i>			49,67	9,25	0,99	6,15	7,03	1,28
Akumulacja w organach % akumulacji w całej masie / <i>Accumulation in organs % accumulation in whole weight</i>								
Łodygi / <i>Stems</i>			52,0	31,6	45,3	52,4	27,4	39,8
Liście / <i>Leaves</i>			37,8	40,2	27,4	35,4	57,1	40,6
Strączyny / <i>Pod-shells</i>			7,9	7,2	6,2	6,8	15,0	11,7
Nasiona / <i>Seeds</i>			2,3	21,1	21,2	5,3	0,5	7,9
Akumulacja % akumulacji w całym plonie ubocznym / <i>Accumulation % accumulation in the whole side-line crop</i>								
Łodygi / <i>Stems</i>			53,2	39,9	57,7	55,4	27,6	43,2

IV. DYSKUSJA

Rutwica wschodnia jest przede wszystkim rośliną pastewną, spasaną jako zielonka lub w formie konserwowanej. W związku ze zmniejszającym się zapotrzebowaniem na pasze objętościowe wykorzystuje się niektóre walory tej rośliny, m.in. trwałość i dużą potencjalną masę wegetatywną do zagospodarowywania odłogów. Ta masa produkowana w nadmiarze może być nawozem na sąsiednie pola [1].

Po zbiorze rośliny na nasiona w warunkach niekorzystnych dla uprawy roślin pastewnych słoma rutwicowa może stanowić paszę dla bydła [10, 11], jednak, podobnie jak słoma rzepakowa, przeważnie pozostaje na polu. Przy nowoczesnych metodach zbioru nasion i słomy tej rośliny na polu pozostają corocznie ściern, okruszone liście, strączyzny – razem około 40 % biomasy nadziemnej. Wydaje się to wystarczającą ilością dla utrzymania dodatniego bilansu masy organicznej gleby, zwłaszcza, że jak stwierdzili Sienkiewicz i in. [6] w przypadku ugoru obsianego bujnie rosnącą rutwicą wschodnią i niezbiieraniu plonu z pola, istnieje zagrożenie nadmiarem azotanów w wodzie glebowej. Zatem zbierana corocznie część biomasy słomy – około 60%, porównywalna z 1/3 standardowej dawki obornika, podobnie jak w przypadku biomasy produkowanej przez ugór rutwicowy [1], mogłaby stanowić nawóz organiczny „na wynos” na sąsiednie pola. Ewentualnie zubożałoby to glebę pod plantacjami nasiennymi rutwicy wschodniej o około 27 - 52% potencjalnej rocznej akumulacji głównych makroelementów z plonu ubocznego. Byłby to jednocześnie sposób na ograniczenie ryzyka zanieczyszczenia wód gruntowych nadmiarem związków azotu, sygnalizowanego przez Sienkiewicza i in. [6].

V. WNIOSKI

1. Potencjalny plon uboczny nasiennej plantacji rutwicy wschodniej około 6 t słomy z 1 ha w zależności od sposobu zbioru roślin akumuluje około 30-73 kg N, 4,5-8 kg P, 32-64 kg K, 20-70 kg Ca oraz 5-12 kg Mg.
2. Przy mechanicznym zbiorze roślin kombajnem zbożowym i prasowaniu słomy zbiera się faktycznie niemal wyłącznie łodygi, które w biologicznej dojrzałości roślin rutwicy wschodniej stanowią około 60% biomasy nadziemnej.
3. W łodygach rutwicy wschodniej w dojrzałości biologicznej zakumulowane było 40% N, 58% P, 55% K, 28% Ca i 43% Mg w stosunku do całej masy plonu ubocznego tej rośliny.
4. Słoma z nasiennych plantacji rutwicy wschodniej może być obfitym wartościowym źródłem masy organicznej i składników pokarmowych do wykorzystania w gospodarstwach rolnych jako nawóz organiczny na sąsiednie pola.

VI. LITERATURA

1. Harasimowicz-Hermann G., Ignaczak S.: Gromadzenie azotu i węgla przez rośliny okrywające ugór przy różnych systemach konserwacji gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 513. s. 121-127. 2006.
2. Kalembasa S., Symanowicz B.: Wpływ infekcji nasion rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) na plon suchej masy i wartość energetyczną. Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura 2(2). s. 157-162. 2003.
3. Meripold H.: The dependence of fodder galega's seed yield on sowing rate and row space. in: Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) research in Estonia. s. 32-34. The Estonian Research Institute of Agriculture. Saku. 1994.

4. Pahkala K, Pihala M.: Different plant parts as raw material for fuel and pulp. Production. Industrial Crops and Products. 11. s. 119-128. 2000.
5. Petrikova V.: Utilization of Plant Materials as an Energy Source. International Conference in Warsaw 29.-30 Sep. http://stary.biom.cz/clen/vp/seven_ang.html. 1998.
6. Sienkiewicz S., Koc J., Wojnowska T., Ignaczak S., Szymczyk S.: Wpływ różnych sposobów użytkowania gleb wyłączonych z intensywnej uprawy na mineralizację azotu. Bibliotheca Fragm. Agron. 5. s. 239-248. 1998.
7. Suominen L., Jussila M. M., Makelainen K., Romantschuk M., Lindstrom K.: Evaluation of the *Galega-Rhizobium galegae* system for the bioremediation of oilcontaminated soil. Environmental Pollution 107 (2). s. 239-244. 2000.
8. Varis E.: Goat's rue (*Galega orientalis* Lam.) a potential pasture legume for temperate conditions. J. Agricultural Sc. in Finland. 58. s. 83-101. 1986.
9. Vavilov P., Filatov I.: Intensivnyje kormovyje kul'tury v necherozem'e. Moskovskij Rabochij. 1980.
10. Vavilov P. P., Kondratev A. A.: Kozljatnik vostochnyj ili galega vostochnaja w: Novyje kormovyje kul'tury. s. 227-247. Rosselkhozizdat, Moskva. 1975.
11. Vavilov P. P., Raig H. A.: Vozdelyvanije i ispol'zovanije kozljatnika vostochnogo. Leningrad "Kolos". 1982.
12. Yaroshevich M.: Main research results of *Galega orientalis* Lam. in Byelorussia. in: Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) research in Estonia. The Estonian Research Institute of Agruculture. Saku. s. 60 - 61. 1994.

USE OF STRAW FROM SEED PLANTATION OF FODDER GALEGA (*Galega orientalis* Lam.) TO FERTILIZE NEIGHBORING FIELDS

Summary

On the basis of 83 determinations of straw yield carried out in the years 1984-2007 on light soils, on 2-17-year plantations of fodder galega it was stated that the potential side-line crop of this plant amounted on average to about 5.7 t · ha⁻¹ and hardly depended on plant age. In this crop about 64 kg N, 6 kg P, 64 kg K, 50 kg Ca and 11 kg Mg was accumulated per hectare. The mean harvest index was approximately 5.5, and ranged from 0.8 to about 18. Stems constituted about 60%, leaves about 26%, and pod-shells about 10% of the aboveground dry weight harvested. With mechanical seed harvesting and straw baling, the side-line crop included only about 3.5 t · ha⁻¹ of stems. In relation to the total accumulation in the side-line crop (stems+leaves+pod-shells), this amounted to 40% N, 58% P, 55% K, 28% Ca and 43% Mg, respectively. Using mechanically collected straw as an organic fertilizer on neighboring fields proved to be appropriate.

Key words: fodder galega, straw, nutrient content, straw as organic fertilizer