

Zuzanna Jarosz, Antoni Faber, Magdalena Borzęcka-Walker, Rafał Pudelko

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach

SZACOWANIE I REGIONALIZACJA POTENCJAŁU BIOMASY UBOCZNEJ Z PRODUKCJI ZBÓŻ

ESTIMATING AND REGIONALISATION OF BIOMASS POTENTIAL FROM CEREAL PRODUCTION

Słowa kluczowe: biomasa, potencjał techniczny, słoma

Key words: biomass, technical potential, straw

Abstrakt. Celem badań było oszacowanie potencjału technicznego słomy z upraw zbożowych. Na podstawie danych GUS dla powiatów pochodzących z *Państwowego Spisu Rolnego* z 2010 r. scharakteryzowano regionalne zróżnicowanie udziału zbóż w powierzchni zasiewów na tle warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych. Uwzględniając wtórne wykorzystanie słomy w rolnictwie (ściółka, pasza, słoma do przyorania) obliczono potencjał techniczny słomy. Całkowita nadwyżka, którą można przeznaczyć na cele energetyczne wyniosła ponad 12,5 mln t. Potencjał techniczny był mocno zróżnicowany w poszczególnych powiatach i wahał się od 0 do około 20 tys. t.

Wstęp

Głównym postulatem Unii Europejskiej (UE), a także Polski w zakresie polityki energetycznej jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych. Jednym z rozwiązań jest wykorzystanie zero-emisyjnych odnawialnych źródeł energii (OZE). Obecnie energetyka odnawialna w Polsce bazuje na zasobach biomasy, ale dalsze wykorzystanie potencjału energetycznego biomasy zależy od możliwości produkcyjnych rolnictwa. Każdy rodzaj biomasy na cele energetyczne może być produkowany pod warunkiem spełnienia podstawowej funkcji rolnictwa, którą jest produkcja żywności. Dlatego coraz większą uwagę przywiązują się do rozpoznawania źródeł biomasy ubocznej z produkcji rolniczej, odpadów z gospodarki leśnej, przemysłu spożywczego i drzewnego, a także biomasy będącej biodegradowalnym odpadem komunalnym. Głównym asortymentem biomasy rolniczej wykorzystywanym w energetyce jest słoma [Denisiuk, Piechocki 2005, Scarlat i in. 2010]. Wielkość zasobów słomy w skali lokalnej (powiatu, regionu) zależy od rozpoznania lokalnych możliwości produkcyjnych.

Celem pracy było oszacowanie potencjału technicznego słomy z upraw zbożowych. Na tle warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych scharakteryzowano regiony (powiaty) o różnym udziale zbóż w powierzchni zasiewów, a następnie oszacowano nadwyżki słomy możliwe do wykorzystania na cele energetyczne.

Materiał i metodyka badań

W opracowaniu wykorzystano dane statystyczne GUS dla 314 powiatów pochodzące z *Państwowego Spisu Rolnego* z 2010 roku. Analizowane dane charakteryzują warunki organizacyjno-ekonomiczne obejmujące: udział użytków rolnych (UR), gruntów ornych (GO) i trwałych użytków zielonych (TUZ) w ogólnej powierzchni gruntów, strukturę zasiewów zbóż, obsadę bydła i trzody chlewnej w szt. na 100 ha UR oraz strukturę obszarową gospodarstw z podziałem na trzy grupy (1-5, 5-15 i powyżej 15 ha UR). Wskaźniki charakteryzujące warunki siedliskowe obejmowały waloryzację: gleby, agroklimatu, stosunków wodnych, rzeźby terenu oraz syntetyczny wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej [*Waloryzacja rolnicza*...2000].

Przedstawione zmienne analizowano w różnych układach klasyfikacyjnych. Liczbę klas i wartości graniczne wyznaczono na podstawie histogramu. Następnie dla poszczególnych powiatów oszacowano potencjał techniczny słomy. Celem oszacowania nadwyżki słomy, która może stanowić potencjalny surowiec energetyczny należało zasoby słomy pomniejszyć o jej wtórne wykorzystanie w rolnictwie (ściółka, pasza, słoma do przyorania). Do obliczeń wykorzystano formułę [Ludwicka, Grzybek 2010]:

$$N = P - (Z_s + Z_p + Z_n)$$

gdzie: N – nadwyżka słomy do wykorzystania poza rolnictwem [t], P – wielkość produkcji słomy zbóż [t], Z_s – zapotrzebowanie słomy na ściółkę [t], Z_p – zapotrzebowanie na słomę przeznaczoną na paszę [t], Z_n – zapotrzebowanie na słomę przeznaczoną na przyoranie [t].

Na podstawie liczebności pogłowia zwierząt gospodarskich i normatywów dla poszczególnych gatunków i grup użytkowych obliczono zapotrzebowanie na słomę zużywaną na paszę i ściółkę [Grzybek i in. 2001, Gradziuk 2003]. W szacunkach potencjału technicznego uwzględniono także zużycie słomy niezbędnej do reprodukcji substancji organicznej w glebie (słoma na przyoranie). W obliczeniach bilansu substancji organicznej wykorzystano współczynniki reprodukcji (odtworzenia) i degradacji (rozkładu) tej substancji. Wielkość tych współczynników zależy od uprawianej rośliny i rodzaju gleby oraz rodzaju stosowanych nawozów naturalnych i mineralnych. Saldo końcowe bilansu substancji organicznej oblicza się według formuły [Harasim 2011]:

$$S_k = R_n + R_u - D_u$$

gdzie: S_k – saldo końcowe [t/ha], R_n – ilość substancji organicznej dostarczona w ciągu roku do gleby z nawozami naturalnymi i organicznymi [t/ha], R_u – ilość substancji organicznej produkowana w glebie przez uprawę roślin [t/ha], D_u – ilość substancji organicznej ulegającej degradacji w glebie w wyniku uprawy roślin [t/ha].

Więcej szczegółów dotyczących sporządzania bilansu substancji organicznej w glebie można znaleźć w publikacjach [Goralach, Mazur 2001, Harasim 1988].

Wyniki badań

Czynnikami warunkującymi wielkość produkcji słomy z upraw zbożowych jest powierzchnia zasiewów poszczególnych gatunków zbóż i ich wydajność z 1 ha. Produkcja upraw zbożowych jest zróżnicowana regionalnie. Strukturę zasiewów zbóż determinują warunki przyrodnicze i organizacyjno-ekonomiczne [Kuś 2002, Krasowicz, Kuś 2006]. Przeprowadzona analiza wykazała, że wraz ze wzrostem wskaźnika rolniczej przestrzeni produkcyjnej wzrastał udział UR w ogólnej powierzchni gruntów (tab. 1).

Kosztem TUZ wzrastała także powierzchnia GO. W miarę spadku obszaru TUZ spadała obsada bydła, a wzrastała obsada trzody chlewnej. Jakość gleb i ich przydatność rolnicza decydują o strukturze gatunkowej i plonach zbóż. W strukturze zasiewów wzrastał udział pszenicy, jęczmienia i kukurydzy, czyli roślin o większych wymaganiach glebowych. Malał natomiast udział żyta, owsa i mieszanek zbożowych. W strukturze obszarowej gospodarstw wzrastał udział gospodarstw o powierzchni powyżej 15 ha, a malał udział gospodarstw małych (1-5 ha).

Średnio, w Polsce zbożami obsiewano się około 75% GO. W wydzielonych grupach powiatów udział zbóż w powierzchni zasiewów wahał się od 46,6 do 84,4% (tab. 2). W miarę wzrostu udziału zbóż w powierzchni zasiewów, zwiększał się udział prawie wszystkich gatunków zbóż. Wyjątek stanowiła pszenica ozima, który była zastępowany pszenżytem ozimym.

Tylko w 4 powiatach o najniższym wskaźniku rolniczej przestrzeni produkcyjnej (58,6), udział zbóż w powierzchni zasiewów wynosił poniżej 50%. Powiaty te charakteryzowały się także najniższą wydajnością z 1 ha. W 82 powiatach, położonych przede wszystkim w południowej i północnej części Polski, wyróżniających się dobrymi glebami i wysokimi plonami udział zbóż wynosił od 50 do 70% (rys. 1). W strukturze obszarowej dominowały gospodarstwa o powierzchni powyżej 15 ha. W 135 powiatach zgrupowanych w zachodniej i południowo-wschodniej części Polski udział zbóż w powierzchni zasiewów wynosił średnio około 75%. Średnia wartość wskaźnika rolniczej przestrzeni

Tabela 1. Charakterystyka produkcyjno-organizacyjna powiatów w zależności od warunków siedliskowych
Table 1. Production and organizational characteristic of local districts in depending on natural conditions

Wyszczególnienie/Specification	Wskaźnik waloryzacji/Valorisation index				
	<50	50-60	60-70	70-80	>80
Liczba powiatów/Number of local districts	19	81	115	58	41
Struktura użytkowania gruntów/Structure of land use [%]:					
– użytki rolne/agricultural lands	78,0	84,2	87,0	87,0	92,2
– grunty orne/arable lands	30,8	48,1	57,5	60,8	73,8
– trwałe użytki zielone/grasslands	34,3	23,7	18,2	15,5	9,5
Pogłowie bydła [szt./100 ha]/Cattle stock [units/100 ha]	49,5	37,5	32,4	25,6	22,8
Pogłowie trzody [szt./100 ha]/Pig stock [units/100 ha]	50,6	79,5	111,8	91,6	76,8
Udział gospodarstw o powierzchni/Share of farms with area [%]:					
– 1-5 ha	26,7	20,0	15,7	21,6	17,1
– 5-15 ha	27,7	29,7	26,0	20,8	24,7
– >15 ha	33,1	43,5	51,6	46,5	53,2
Plony zbóż/Yields of cereals [dt/ha]	3,40	3,60	3,90	4,00	4,10
Struktura zasiewów zbóż ogółem, w tym/Cropping pattern of cereals in total, in which [%]:	71,0	78,1	75,0	71,7	68,5
– pszenica ozmima/winter wheat	14,4	15,4	18,6	23,7	23,8
– pszenica jara/spring wheat	2,6	2,6	2,7	2,9	2,9
– jęczmień ozimy/winter barley	1,6	2,2	2,6	2,3	2,3
– jęczmień jary/spring barley	6,0	6,3	6,9	7,9	7,9
– żyto/rye	10,0	13,0	11,0	6,7	5,7
– owies/oats	6,9	6,6	5,8	5,1	4,9
– pszenżyto ozime/winter triticale	10,3	13,4	11,7	8,7	7,1
– pszenżyto jare/spring triticale	1,4	1,5	1,4	1,1	1,0
– mieszanki zbożowe/cereals mixtures	14,4	13,1	9,8	7,9	7,1
– pozostałe/other	0,8	1,2	1,2	1,2	1,4
– kukurydza/maize	2,3	2,8	3,4	4,1	4,5

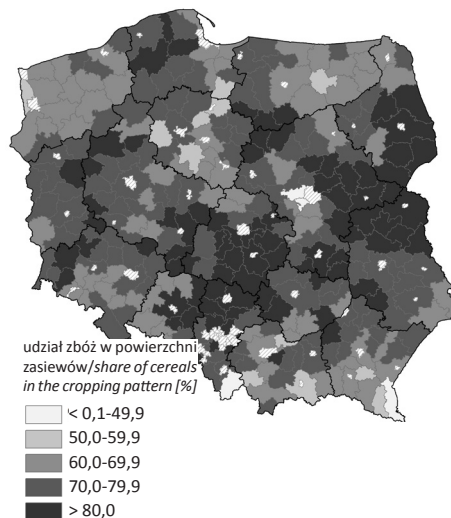
Źródło: badania własne
Source: own study

produkcyjnej była nieznacznie mniejsza niż przeciętna dla kraju. Aż w 80 powiatach zbożami obsiewano ponad 80% GO. Były to powiaty obejmujące tereny o stosunkowo słabszych warunkach przyrodniczych, mierzonych wskaźnikiem waloryzacji rolniczej przestrzemi produkcyjnej i niższej wydajności z 1 ha. Grupa ta charakteryzowała się także najwyższą obsadą bydła i trzody chlewnej.

Wykorzystując informacje o powierzchni zasiewów i wielkości uzyskiwanych plonów oraz wskaźniki określające stosunek plonu ziarna do plonu słomy [Harasim 1994] oszacowano potencjał teoretyczny słomy w poszczególnych powiatach (rys. 2).

Oszacowany potencjał teoretyczny słomy z upraw zbożowych wyniósł ponad 29 723 tys. t. Powiaty, w których zbiory słomy przekraczały 100 tys. t skoncentrowane były w zachodniej, północnej i wschodniej części Polski. Najmniejsze ilości słomy stwierdzono w południowej i centralnej Polsce.

Słoma wykorzystywana jest jako pasza objętościowa dla zwierząt, ściółka oraz substrat zwiększają-



Rysunek 1. Udział zbóż w powierzchni zasiewów według powiatów
Figure 1. Share of cereals in the cropping pattern by districts

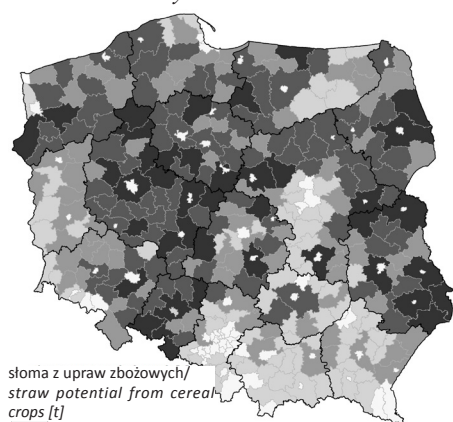
Źródło: opracowanie własne
Source: own study

Tabela 2. Charakterystyka produkcji rolnej w powiatach o różnym udziale zbóż w strukturze zasiewów
 Table 2. Characteristic of crop production in local districts with different share of cereals in the cropping pattern

Wyszczególnienie/Specification	Zboża w strukturze zasiewów/ Cereals in the cropping pattern [%]				
	<50	50-60	60-70	70-80	>80
Liczba powiatów/Number of local districts	4	12	80	135	83
Wskaźnik waloryzacji rpp/Agricultural area valorization index	58,6	69,6	72,5	66,2	60,2
Pogłowie bydła [szt./100 ha]/Cattle stock [units/100 ha]	15,8	28,6	30,0	31,8	36,5
Pogłowie trzody [szt./100 ha]/Pig stock [units/100 ha]	3,6	71,1	83,5	89,2	110,2
Udział gospodarstw o powierzchni/Share of farms with area [%]:					
- 1-5 ha	24,4	24,3	15,0	19,4	20,1
- 5-15 ha	20,3	18,4	20,9	24,8	34,0
- >15 ha	35,1	48,9	57,3	47,4	39,4
Plony zbóż/Yields of cereals [dt/ha]	3,40	3,90	4,00	3,80	3,70
Struktura zasiewów zbóż ogółem, w tym/Cropping pattern of cereals in total, in which [%]:					
- pszenica ozyma/winter wheat	9,1	18,8	20,1	19,9	17,5
- pszenica jara/spring wheat	2,2	2,3	2,4	2,7	3,0
- jęczmień ozimy/winter barley	1,0	1,6	2,3	2,4	2,5
- jęczmień jary/spring barley	3,2	6,9	6,4	7,3	7,4
- żyto/rye	7,6	5,1	7,7	9,8	13,2
- owies/oat	5,1	4,2	5,0	5,8	6,9
- pszenżyto ozime/winter triticale	7,1	7,4	8,7	10,9	13,8
- pszenżyto jare/spring triticale	0,9	0,9	1,2	1,3	1,5
- mieszanki zbożowe/cereals mixtures	7,7	6,9	7,8	9,8	13,8
- pozostałe/other	0,6	0,6	1,2	1,3	1,2
- kukurydza/maize	2,3	2,6	3,2	3,6	3,6

Źródło: badania własne

Source: own study



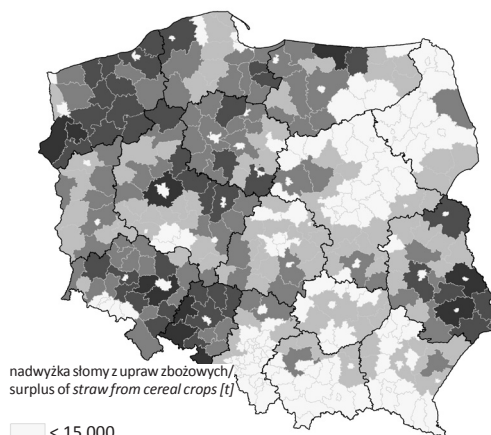
słoma z upraw zbożowych/
straw potential from cereal
crops [t]

< 20 000
20 001-60 000
60 001-100 000
100 001-150 000
>150 000

Rysunek 2. Potencjał teoretyczny słomy z upraw zbożowych

Figure 2. Theoretical straw potential from cereal crops

Źródło: opracowanie własne
Source: own study



nadwyżka słomy z upraw zbożowych/
surplus of straw from cereal crops [t]

< 15 000
15 001-40 000
40 001-75 000
75 001-120 000
>120 000

Rysunek 3. Potencjał techniczny słomy z upraw zbożowych

Figure 3. Technical straw potential of cereal crops

Źródło: opracowanie własne
Source: own study

cy reprodukcję materii organicznej w glebie. Po odliczeniu zapotrzebowania słomy na wymienione cele otrzymuje się nadwyżkę słomy (potencjał techniczny) do alternatywnego wykorzystania (rys. 3). Całkowita nadwyżka z upraw zbożowych, którą można przeznaczyć na cele energetyczne wyniosła 12,5 mln t. Potencjał techniczny słomy w poszczególnych powiatach był zróżnicowany (rys. 3). Ilość słomy do alternatywnego wykorzystania wahała się od 0 (brak nadwyżki) do około 20 tys. t. Największe zasoby słomy wystąpiły w powiatach położonych w zachodniej, północnej i częściowo wschodniej (tereny województwa lubelskiego) części kraju. Najmniejsze zaś w południowej i północno-wschodniej Polsce.

Podsumowanie

Oszacowanie potencjału słomy na poziomie teoretycznym i technicznym pozwala na uzyskanie informacji o możliwościach zaspokojenia potrzeb energetycznych dla danego powiatu (regionu). Całkowity potencjał techniczny słony z upraw zbożowych wyniósł 12 mln t. Jednak nadwyżki słomy były zróżnicowane w poszczególnych powiatach, co wynikało z rejonizacji produkcji. Znaczne ilości słomy na cele energetyczne mogą być przeznaczane w powiatach o dominacji dużych gospodarstw.

Literatura

- Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej*. 2000: Biuletyn Informacyjny IUNG, nr 12, 4-17.
- Denisiuk W., Piechocki J. 2005: *Techniczne i ekonomiczne wykorzystanie słomy na cele grzewcze*, Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn.
- Goralach E., Mazur T. 2001: *Chemia rolna*, PWN Warszawa.
- Gradziuk P. (red.). 2003: *Biopaliwa*, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa.
- Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K. 2001: *Słoma- energetyczne paliwo*, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa.
- Harasim A. 1988: *Sporządzanie bilansu substancji organicznej w glebach dla gospodarstwa rolnego*, Służba Rolna, 11-12, 7-11.
- Harasim A. 1994: *Relacje między plonem słomy i ziarna u zbóż*, Pam. Puł., 104, 51-59.
- Harasim A. 2011: *Gospodarowanie słomą*, Puławy, IUNG-PIB, ss. 77.
- Krasowicz S., Kuś J. 2006: *Regionalne zróżnicowanie produkcji roślinnej w Polsce na tle warunków przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych*, Wieś Jutra, nr 6, 3-5.
- Kuś J. 2002: *Rejonizacja produkcji roślinnej w Polsce*, Pam. Puł., 30/II, 435-454.
- Ludwicka A., Grzybek A. 2010: *Bilans biomasy rolnej (słomy) na potrzeby energetyki*, Probl. Inż. Rol., 2, 101-111.
- Scarlat N., Martinov M., Dallemard J.F. 2010: *Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: Potential and limitations for bioenergy use*, Waste Manag, 30, 1889-1897.

Summary

The aim of the study was to estimate the technical potential of cereal straw. Based on CSO data from the National Agricultural Census of 2010 was characterised regional difference in the share of cereals in sowing area. Estimation of the theoretical and technically potential of straw allows one to obtain information about the opportunities to meet the energy needs for the local district (region). The technical potential of straw was calculated taking into account the reuse of straw in agriculture (litter, feed, straw incorporation). The total straw surplus, which can be used for energy purposes amounted to more than 12.5 million tons. The technical potential is highly diversified in individual local districts and ranges from 0 to about 20 thousand tons. Significant quantities of straw for energy purposes can be designed in the local districts with the dominance of large farms.

Adres do korespondencji
dr Zuzanna Jarosz, prof. dr hab. Antoni Faber,
dr Magdalena Borzęcka-Walker, dr Rafał Pudełko
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 886 34 21 w. 210, tel. (81) 886 34 21 w. 381
e-mail: zjarosz@iung.pulawy.pl