
ARTYKUŁY

JAN KUŚ, JERZY KOPIŃSKI
*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa –
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach*

GOSPODAROWANIE GLEBOWĄ MATERIAŁ ORGANICZNĄ WE WSPÓŁCZESNYM ROLNICTWIE

1. Wstęp

Zwiększenie lub przynajmniej utrzymanie na stałym poziomie żyzności i urodzajności gleb, umożliwiające trwale uzyskiwanie plonów o odpowiedniej wielkości i dobrej jakości (produkcja bezpiecznej żywności) jest jednym z podstawowych zadań rolnika. Żyzność gleby jest powszechnie definiowana jako jej zdolność do przekazywania rosnącym na niej roślinom składników pokarmowych, wody, powietrza i ciepła. O żyzności decyduje zespół właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby, a ważnym wskaźnikiem poprawności gospodarowania jest zawartość próchnicy (humusu). Jest to bezpostaciowa substancja organiczna o ciemnej barwie powstająca w glebie z rozłożonych martwych resztek roślinnych i zwierzęcych, która stanowi 70-80% całkowitej ilości glebowej materii organicznej. W skład glebowej materii organicznej wchodzi, obok próchnicy, nie rozłożone w pełni nawozy organiczne, resztki poźniwne i zwierzęce oraz produkty działalności życiowej organizmów glebowych [Mazur 1995]. Zawartość glebowej materii organicznej decyduje o:

- zdolności gleby do zatrzymywania i uwalniania składników mineralnych do roztworu glebowego (pojemność sorpcyjna gleby). Jej koloidalna struktura pozwala na sorpcję składników pokarmowych roślin w stopniu 4-12 razy większym niż frakcji mineralnej gleby, a dodatkowo są one łatwo dostępne dla roślin;
- zdolności gleby do zatrzymywania i gromadzenia wody, gdyż próchnica zatrzymuje 3 do 5-krotnie więcej wody dostępnej dla roślin w stosunku do swojej masy;

- strukturze gruzelkowej gleby ułatwiającej mechaniczną uprawę roli i zmniejszającej jej podatność na erozję, ponieważ stanowi ona lepszycze dla fazy stałej gleby;
- ciemnej barwie i właściwościach cieplnych gleby (szybkości ogrzewania się wiosną);
- zdolności adsorpcji na swojej powierzchni metali ciężkich i toksycznych substancji (np. pestycydów) aż do czasu ich rozkładu przez mikroorganizmy glebowe;
- aktywności biologicznej gleby, gdyż materia organiczna jest źródłem węgla i innych składników pokarmowych dla mikroorganizmów żyjących w glebie.

Próchnica jest także znaczącym źródłem niezbędnych dla roślin składników pokarmowych, a szczególnie azotu, fosforu i mikroelementów.

W obecnych warunkach poprawna gospodarka glebową materią organiczną jest również ważnym elementem ochrony środowiska i ograniczania efektu cieplarnianego. Szacuje się, że w skali globalnej w glebowej materii organicznej związana jest 2-krotnie większa ilość węgla od jego całkowitej ilości występującej w powietrzu w formie CO₂. Szczególnie duże jego ilości zawierają torfy i inne gleby organiczne i organiczno-mineralne. W związku z tym spadek zawartości materii organicznej w glebach (degradacja) zwiększa emisję gazów cieplarnianych, natomiast wzrost jej ilości w glebach (wiązananie - sekwestracja) jest czynnikiem ograniczającym efekt cieplarniany.

Celem niniejszego opracowania jest ocena oddziaływania zmian ekonomiczno-organizacyjnych w naszym rolnictwie na gospodarowanie glebową materią organiczną.

2. Zawartość materii organicznej w glebach Polski

W Polsce 56% gruntów ornych charakteryzuje się niską i średnią zawartością materii organicznej, w granicach 1-2%. Są to głównie gleby lżejsze i lekkie, wytworzone z różnego rodzaju piasków, w których następuje szybka mineralizacja glebowej substancji organicznej, przy małych możliwościach jej akumulacji (tabela 1). Wyższa zawartość próchnicy (powyżej 3,5%) występuje jedynie w czarnoziemach, czarnych ziemiach, rędzinach i ciężkich madach, które stanowią około 11% ogółu naszych gleb [Terelak i in. 2001]. Według klasyfikacji powszechnie stosowanej w Europie prawie 90% naszych gleb charakteryzuje się niską lub bardzo niską zawartością materii organicznej (tabela 1).

Tabela 1

Zawartość materii organicznej w glebach Polski

Klasa zawartości	Zawartość (%)		Udział gleb (%)	Europejska klasyfikacja – zawartość C org.
	materia organiczna	C- organiczny		
Niska	< 1,0	< 0,58	6	< 1,0 % bardzo niska
Średnia	1,0 – 2,0	0,58 – 1,16	50	
Wysoka	2,0 – 3,5	1,17 – 2,03	33	1,0 – 2,0 niska
Bardzo wysoka	> 3,5	> 2,04	11	2,1 – 6,0 średnia

W Polsce brak jest systematycznego monitoringu zawartości próchnicy w glebach. W latach 2002-2007 w IUNG przeprowadzono badania porównawcze około 1000 profili wzorcowych, które pierwotnie były analizowane przed 40-50 laty w trakcie prac związanych z klasyfikacją gleb. Generalnie stwierdzono tendencję spadku zawartości próchnicy, który był szczególnie wyraźny na gruntach o opadowo-gruntowym typie gospodarki wodnej. W przypadku tych gleb o spadku zawartości materii organicznej zadecydowała zmiana stosunków wodnych poprzez melioracje odwadniające przeprowadzone już po klasyfikacji. Z kolei na typowych gruntach ornych, wytworzonych głównie z piasków ubogich w próchnicę, odnotowano w tym okresie pewien przyrost jej zawartości, co można wiązać z większą ilością resztek poźniwnych w następstwie wyższego nawożenia i większych plonów [Stuczyński i in. 2007].

Zawartość materii organicznej w glebach zależy od dwóch grup czynników [Mazur 1995]:

- **siedliskowych**, determinowanych przez skałę macierzystą z jakiej powstała gleba (skład granulometryczny i mineralogiczny), stosunki wodne i ukształtowanie terenu oraz
- **antropogenicznych** związanych przede wszystkim z agrotechniką i regulacją stosunków wodno-powietrznych (melioracje).

Podstawowymi elementami agrotechniki decydującymi o tempie akumulacji (reprodukcji) i rozkładu (degradacji) próchnicy są:

- nawozy naturalne (obornik lub gnojowica) i organiczne (słoma, nawozy zielone i komposty);
- dobór uprawianych roślin i płodozmian;
- intensywność (głębokość i ilość) mechanicznych zabiegów uprawowych.

W ostatnim okresie w rolnictwie europejskim następują szybkie zmiany organizacyjne. W następstwie nadprodukcji artykułów żywnościowych niekorzystnie kształtują się relacje cen środków produkcji nabywanych przez rolników do cen produktów rolniczych. W konsekwencji, rolnicy dla uzyskania odpowiedniego

poziomu dochodów muszą systematycznie zwiększać skalę produkcji. Następuje to poprzez powiększanie gospodarstw, postępującą specjalizację w produkcji oraz wdrażanie postępu biologicznego. Ograniczaniu ulega asortyment uprawianych roślin w gospodarstwie, często do 2-3 gatunków (najczęściej są to rośliny o podobnej technologii produkcji), a w produkcji zwierzęcej upowszechnia się fermowy chów dużych stad jednego gatunku zwierząt, często żywionych paszami pochodzącymi z zakupu. W tej sytuacji gospodarstwa specjalizujące się w produkcji zwierzęcej dysponują nadmiarem nawozów naturalnych (obornik a częściej gnojowica), co stwarza zagrożenia środowiskowe. Z kolei gospodarstwa specjalizujące się w uprawach polowych są pozbawione takich nawozów i mogą mieć problemy z utrzymaniem żyzności gleb [Kopiński 2006, Kuś 2010]. Postępuje również regionalne zróżnicowanie kierunków produkcji rolnej, prowadzące często do nie respektowania w dostateczny sposób naturalnych warunków glebowo-klimatycznych [Krasowicz i in. 2009].

3. Założenia metodyczne bilansowania glebowej materii organicznej

Utrzymanie dodatniego lub co najmniej zrównoważonego bilansu glebowej materii organicznej (próchnicy) jest jedną z podstawowych miar poprawności gospodarowania w rolnictwie [Kuś i Krasowicz 2001]. Przychód (reprodukcja) próchnicy zależy od ilości i jakości resztek poźniwnych oraz dawek nawozów naturalnych i organicznych. Rozchód (mineralizacja lub degradacja) jest efektem jej rozkładu w trakcie uprawy roślin i zależy od ilości i intensywności mechanicznych zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych, okresu i stopnia ocienienia gleby itp.

Uprawiane rośliny, z punktu widzenia oddziaływania na bilans próchnicy w glebie, można podzielić na trzy grupy:

1. Wzbogacające glebę w materię organiczną.

Należą tu przede wszystkim wieloletnie rośliny motylkowate i ich mieszanki z trawami oraz trawy w uprawie polowej. Dodatkowo z uwagi na optymalny stosunek węgla do azotu oraz silną penetrację gleby przez system korzeniowy i dużą ilość wydzielin korzeniowych poprawiają one strukturę gleby. Rośliny strączkowe oraz międzyplony przyorywane jako zielone nawozy mają niewielki dodatni wpływ na bilans próchnicy.

2. Zubożające glebę.

Do tej grupy zalicza się głównie rośliny okopowe, warzywa korzeniowe i kukurydzę. Pozostawiają one mało resztek poźniwnych, a ich wysiew w szerokie rzędy, międzyrzędowe zabiegi pielęgnacyjne oraz późne zwarcie ładu (zakrycie międzyrzędzi) zwiększa rozkład próchnicy i nasila erozję. Szacuje

się, że w trakcie uprawy tej grupy roślin ulega mineralizacji w ciągu roku od 1,1 do 1,5 t·ha⁻¹ próchnicy. Aby ten ubytek wyrównać trzeba zastosować około 15-16 t·ha⁻¹ obornika w roku ich uprawy.

3. Rośliny o małym ujemnym wpływie na bilans próchnicy lub neutralne pod tym względem.

Należą tu zboża i oleiste, które wcześniej traktowano jako rośliny zubażające gleby w materię organiczną. Jednak zmiany w ich agrotechnice: zagęszczenie łąnów (dzięki skróceniu słomy), ograniczenie liczby zabiegów uprawowych oraz kombajnowy zbiór, przy którym pozostaje dużo resztek poźniwnych, znacznie zmniejszyły ich ujemne oddziaływanie na bilans glebowej materii organicznej. Należy podkreślić, że jakość resztek poźniwnych zbóż jest gorsza niż pozostałych gatunków roślin z uwagi na niekorzystny stosunek węgla do azotu.

Do bilansowania glebowej materii organicznej najczęściej wykorzystuje się współczynniki jej degradacji i reprodukcji zaproponowane przez Eicha i Kundlera [Fotyma i Mercik, 1995], które podano w tabeli 2. Bilans taki może być opracowany dla gospodarstwa, jednostki administracyjnej (gmina, województwo) lub dla całego kraju. Dodatni wynik świadczy o prawidłowej gospodarce glebową materią organiczną i w dłuższym czasie zapewnia stabilizację zawartości próchnicy na optymalnym poziomie dla danej gleby.

Wartości współczynników (tabela 2) określają o jaką ilość materii organicznej w t·ha⁻¹ zostanie zubożona (-) lub wzbogacona (+) gleba w okresie jednego roku w następstwie uprawy danego gatunku roślin lub w wyniku zastosowania 1 t·ha⁻¹ suchej masy różnych nawozów naturalnych albo organicznych. Średnie wartości współczynnika dla Polski i poszczególnych województw oraz przykładowych gospodarstw wylicza się według wzoru:

$$\text{Współczynnik degradacji} = \frac{\sum (\% \text{ pow. zbóż} \times -0,53) + (\% \text{ pow. okopowych} \times -1,40) + (\dots)}{\text{powierzchnia zasiewów} (\%)}$$

Oceniając reprodukcję glebowej materii organicznej ze stosowanych nawozów naturalnych w pierwszym etapie całe pogłowie zwierząt inwentarskich oszacowano w dużych jednostkach przeliczeniowych – DJP. Następnie przyjęto, że DJP produkuje w ciągu roku 10 t obornika, który zawiera przeciętnie 25% suchej masy. W przypadku ujemnego bilansu glebowej materii organicznej założono, że będzie on równoważony przyorywaniem odpowiedniej ilości słomy [Kuś i in. 2006].

Podstawę przeprowadzonych analiz stanowiły dane GUS dotyczące: powierzchni uprawy poszczególnych roślin, struktury zasiewów, produkcji słomy oraz pogłowia zwierząt inwentarskich dla Polski z lat 1980-2009 oraz dla poszcze-

gólnych województw z lat 2007-2009. Dodatkowo wykorzystano wyniki analiz produkcyjno-ekonomicznych dla grupy gospodarstw reprezentujących różne kierunki produkcji, z którymi Instytut współpracuje od kilku lat.

Tabela 2

Współczynniki reprodukcji (+) i degradacji (-) glebowej substancji organicznej

Roślina lub nawóz organiczny	Współczynnik reprodukcji (+) lub degradacji (-) substancji organicznej w t·ha ⁻¹ dla rodzajów gleb		
	lekkich	średnich	ciężkich
Okopowe, warzywa korzeń, 1 ha	-1,26	-1,40	-1,54
Kukurydza, warzywa liściowe 1 ha	-1,12	-1,15	-1,22
Zboża, oleiste, włókniste, 1 ha	-0,49	-0,53	-0,56
Strączkowe 1 ha	+0,32	+0,35	+0,38
Trawy 1 ha	+0,95	+1,05	+1,16
Motylkowe, mieszanki 1 ha	+1,89	+1,96	+2,10
Międzyplony na zielony nawóz 1 ha	+0,63	+0,70	+0,77
Obornik 1 t s. m. *	+0,35		
Gnojowica 1 t s. m. **	+0,28		
Przyorana słoma 1 t s. m.***	+0,21		
Przyorane liście buraka 1 t s.m.	+0,14		

*/ przeciętna zawartość suchej masy w oborniku - 25%

**/ przeciętna zawartość suchej masy w gnojowicy około 6-8%

***/ zawartość suchej masy w słomie 85%

Źródło: Eicha i Kundlera (cyt za:Fotyma, Mercik 1995).

4. Bilans glebowej materii organicznej w skali kraju w latach 1980-2009

W okresie ostatnich 30 lat znacznej zmianie uległy zarówno struktura zasiewów jak i pogłowie zwierząt (tabela 3 i 4). Zmiany te nabrały szczególnie dużego tempa po urynkowaniu gospodarki w 1990 r. i restrukturyzacji sektora uspołecznionego w rolnictwie, a w ostatnich latach nasiliły je procesy dostosowawcze do standardów UE [Krasowicz i in. 2009].

Udział zbóż i rzepaku, czyli upraw o małym ujemnym wpływie na bilans próchnicy, wzrósł w okresie ostatnich 30 lat z 56 do prawie 78%. Powierzchnia rzepaku szczególnie szybko przyrastała w ostatnim 10-leciu w związku z rozwojem produkcji biopaliw. Z kolei udział upraw prowadzących do degradacji próchnicy (ziemniak, burak, kukurydza i warzywa), w tym samy okresie, zmniejszył się w strukturze zasiewów z 25,8 do 14,2%. Szczególnie silnie, bo aż 4-krotnie spadł

udział ziemniaka w zasiewach i 2-krotnie buraka cukrowego. Znaczący wpływ na bilans próchnicy ma także ograniczenie udziału w zasiewach roślin wieloletnich z 11 do 4%. Powyższe zmiany w strukturze zasiewów były następstwem spadku opłacalności niektórych kierunków produkcji zwierzęcej (bydło i owce w latach 90-tych), co ograniczyło wyraźnie pogłowie tych zwierząt i zmniejszyło zapotrzebowanie na niektóre rodzaje pasz objętościowych, z kolei w żywieniu trzody chlewnej ziemniaki zastąpiono ziarnem zbóż. O spadku powierzchni uprawy buraka cukrowego zadecydowała głównie reforma rynku cukru wprowadzana w UE po roku 2006.

Tabela 3

Udział w strukturze zasiewów głównych grup roślin w Polsce w (%)

Grupy upraw roślin	Lata			
	1980	1990	2000	2009
Zboża bez kukurydzy	54,0	59,5	69,8	70,7
Rzepak	2,2	3,5	3,5	7,0
Kukurydza na ziarno	0,1	0,4	1,2	3,2
Kukurydza na kiszonkę	4,6	2,3	1,3	3,6
Warzywa	1,8	1,8	2,0	1,5
Ziemniak	16,1	12,9	10,1	4,2
Burak cukrowy	3,2	3,1	2,7	1,7
Strączkowe	2,3	1,7	1,8	1,1
Rośliny wieloletnie	11,4	9,7	4,8	4,4
Pozostałe	4,3	5,1	2,8	2,6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Wpływ samych zmian struktury zasiewów na bilans glebowej materii organicznej jest jednak stosunkowo mały (tabela 4). W 1980 roku w następstwie uprawy roślin ulegało mineralizacji, średnio w kraju 0,41 t glebowej materii organicznej w przeliczeniu na 1 ha gruntów ornych. W konsekwencji dokonujących się zmian w strukturze zasiewów wielkość tego wskaźnika wzrosła do 0,50 t·ha⁻¹ w 2009 r. (tabela 4).

Większy wpływ na końcowy bilans glebowej materii organicznej mają zmiany pogłowia zwierząt i możliwość reprodukcji ubytku próchnicy nawozami naturalnymi (tabela 4). Restrukturyzacja sektora uspołecznionego w Polsce oraz duża zmienność opłacalności produkcji zwierzęcej, spowodowana wahaniami cen produktów zwierzęcych i pasz, przyczyniła się do spadku pogłowia wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich po roku 1990 [Kopiński 2006]. Dodatkowo ograniczenie pogłowia zwierząt następuje dzięki poprawie efektywności wykorzystania pasz oraz wzrostowi wydajności. W sumie w analizowanym 30-leciu (1980-2009)

obsada zwierząt zmniejszyła się, średnio w kraju, z 0,75 do 0,42 DJP·ha⁻¹ użytków rolnych. Oznacza to, że dopływ do gleby materii organicznej w formie nawozów naturalnych uległ w tym okresie ograniczeniu z 1,85 do 1,04 t·ha⁻¹ suchej masy (tabela 4). W latach 80-tych i 90-tych stosowana dawka nawozów naturalnych z pewnym nadmiarem kompensowała mineralizację próchnicy powodowaną uprawą roślin i umożliwiała utrzymanie dodatniego salda bilansu glebowej materii organicznej na poziomie 0,1-0,2 t·ha⁻¹. W ostatnim 10-leciu zmniejszone dawki obornika, średnio do około 1 t·ha⁻¹ suchej masy, nie wyrównują już w pełni mineralizacji próchnicy spowodowanej uprawą roślin i do zrównoważenia jej bilansu niezbędne jest przyorwanie około 0,8 t s.m. słomy na każdy hektar gruntów ornych (tabela 4).

Tabela 4

Zmiany bilansu materii organicznej gleby (t·ha⁻¹) w Polsce

Wyszczególnienie	Lata			
	1980	1990	2000	2009
Degradacja MOG* (t·ha ⁻¹)	-0,41	-0,42	-0,52	-0,50
Obsada zwierząt (DJP·ha⁻¹)	0,75	0,68	0,41	0,42
Dawka obornika (t s.m.·ha ⁻¹)	1,85	1,70	1,03	1,04
Reprodukcja MOG z obornika (t·ha ⁻¹)	0,65	0,54	0,36	0,36
Saldo bilansu MOG bez przyoranej słomy (t·ha⁻¹)	0,24	0,12	-0,16	-0,14
Słoma niezbędna do przyorania (t·ha ⁻¹)	-	-	0,89	0,78

*/ materia organiczna gleby

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Dodatkowo warto podkreślić, że z nawozami naturalnymi od jednej DJP wprowadza się do gleby około 64 kg N, 33 kg P₂O₅, i 90 kg K₂O oraz znaczące ilości mikroelementów.

5. Regionalne zróżnicowanie bilansu glebowej substancji organicznej

W poszczególnych województwach występuje znaczne zróżnicowanie struktury zasiewów, w związku z tym wartość wskaźnika degradacji glebowej materii organicznej waha się od około -0,3 do -0,6 t·ha⁻¹, przy średniej dla kraju -0,5 t·ha⁻¹ (tabela 5). Niższe jego wartości występują w trzech województwach, tj. warmińsko-mazurskim, małopolskim i podlaskim, w których około 10% gruntów ornych zajmują rośliny wieloletnie - motylkowate z trawami oraz trawy w uprawie polowej. Z kolei w województwie dolnośląskim i opolskim na zwiększoną degradację glebowej materii organicznej do poziomu około 0,6 t·ha⁻¹ wpływa większy udział w strukturze zasiewów (około 15%) kukurydzy i buraka cukrowego, jednocześnie przy znikomej powierzchni roślin wieloletnich.

Tabela 5

**Struktura zasiewów (średnio z lat 2007–2009) i degradacja MOG
przez uprawę roślin**

Województwo	Udział w strukturze zasiewów (%) i wartości współczynników reprodukcji/degradacji próchnicy							Degradacja MOG (t ha ⁻¹)
	zboża (-0,53)	oleiste (-0,53)	okopowe (-1,40)	kukurydza (-1,15)	strączkowe (+0,35)	wieloletnie* (+1,96)	pozostałe (0)	
Dolnośląskie	65,5	15,0	6,7	8,8	0,4	1,1	2,4	-0,60
Kujawsko-pomorskie	65,3	11,8	6,7	7,6	0,9	4,1	3,6	-0,51
Lubelskie	76,8	3,9	6,6	3,2	2,2	2,0	5,4	-0,51
Lubuskie	71,3	9,5	4,9	6,7	1,0	2,5	4,0	-0,52
Łódzkie	76,7	2,2	8,1	4,5	0,9	3,5	4,1	-0,51
Małopolskie	61,7	1,2	12,7	4,2	1,1	11,6	7,5	-0,33
Mazowieckie	73,5	2,1	7,3	6,5	1,4	4,2	5,0	-0,49
Opolskie	65,7	16,0	5,9	9,7	0,4	1,0	1,3	-0,61
Podkarpackie	67,0	3,4	14,2	3,5	1,0	5,9	5,1	-0,49
Podlaskie	73,8	0,7	3,7	9,3	1,3	9,7	1,4	-0,36
Pomorskie	71,6	9,4	7,1	2,9	1,6	4,0	3,4	-0,48
Śląskie	71,6	6,8	6,0	7,1	1,0	4,5	3,0	-0,49
Świętokrzyskie	73,5	2,1	9,6	2,0	2,3	3,5	7,0	-0,48
Warmińsko-mazurskie	69,1	10,0	2,7	4,3	1,4	11,3	1,4	-0,28
Wielkopolskie	71,7	7,9	6,2	8,2	0,8	2,3	3,0	-0,56
Zachodnio-pomorskie	71,3	14,9	5,2	2,7	0,9	3,5	1,7	-0,49
Polska	71,1	7,1	6,8	5,9	1,2	4,3	3,7	-0,50

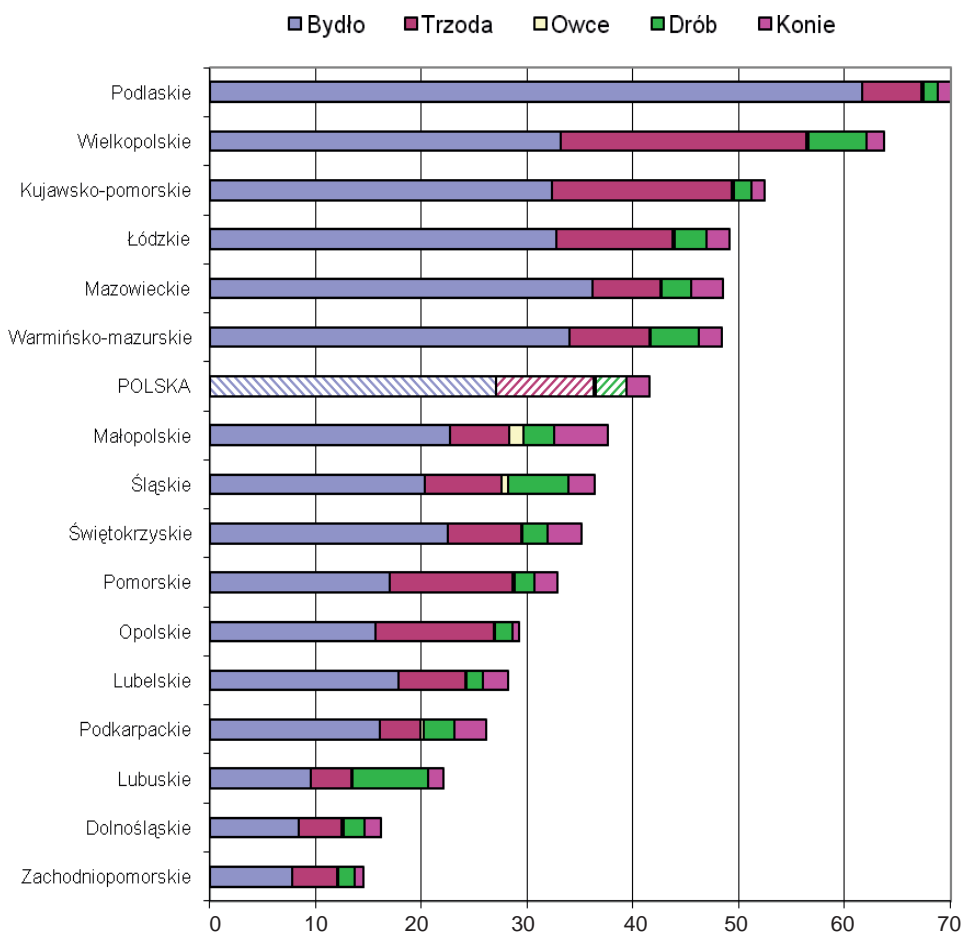
*/ motylkowe wieloletnie z trawami

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2007-2010).

Niski stan pogłównia zwierząt w kilku województwach dodatkowo ogranicza możliwości reprodukcji glebowej materii organicznej z nawozów naturalnych. Obsada zwierząt w ostatnich latach waha się od około 0,2 DJP·ha⁻¹ w województwach zachodniopomorskim, dolnośląskim i lubuskim do powyżej 0,6 DJP·ha⁻¹ w województwach wielkopolskim i podlaskim (rysunek 1).

Rysunek 1

Struktura obsady zwierząt gospodarskich w poszczególnych województwach w roku 2009 (DJP/100 ha UR)



Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS.

Analiza bilansu glebowej materii organicznej wskazuje, że tylko w dwóch województwach (podlaskim i warmińsko-mazurskim) jest on lekko dodatni (tabela 6, rysunek 2). W województwa tych nawożenie obornikiem lub gnojowicą przy obsadzie zwierząt na poziomie 0,5-0,7 DJP·ha⁻¹ z pewnym nadmiarem pokrywa ubytki glebowej materii organicznej powodowane uprawą roślin. Dodatkowo w tych województwach występuje również mniejsza degradacji próchnicy, gdyż większe jest pogłowie bydła (rysunek 1) i areal uprawy roślin pastewnych (tabela 5). W pięciu województwach (kujawsko-pomorskim, łódzkim, małopolskim,

mazowieckim i wielkopolskim), w których obsada zwierząt wynosi około 0,4-0,6 DJP·ha⁻¹ bilans glebowej materii organicznej można określić jako zrównoważony, gdyż jego saldo waha się od +0,03 do -0,08 t·ha⁻¹ (tabela 6, rysunek 2). Zdecydowanie ujemne saldo bilansu glebowej materii organicznej występuje natomiast w czterech województwach, od około 0,35 t·ha⁻¹ w zachodniopomorskim, lubuskim i opolskim do 0,45 t·ha⁻¹ w dolnośląskim. W województwach tych powstało wiele większych gospodarstw na bazie gruntów byłego sektora uspołecznionego, dla których specjalizacja w produkcji roślinnej jest atrakcyjna pod względem ekonomicznym.

Tabela 6
Bilans materii organicznej gleby (MOG) na gruntach ornych;
średnia z lat 2007–2009

Województwo	Degradacja MOG (t ha ⁻¹)	Obsada zwierząt (DJP·ha ⁻¹)	Dawka obornika (t s.m.·ha ⁻¹)	Reprodukcja MOG (t·ha ⁻¹)	Saldo bilansu MOG (t·ha ⁻¹)	Słoma niezbędna do przyorania (t·ha ⁻¹)
Dolnośląskie	-0,60	0,17	0,43	0,15	-0,45	2,5
Kujawsko-pomorskie	-0,51	0,52	1,29	0,45	-0,05	0,3
Lubelskie	-0,51	0,31	0,79	0,27	-0,23	1,3
Lubuskie	-0,52	0,23	0,58	0,20	-0,32	1,8
Łódzkie	-0,51	0,49	1,23	0,43	-0,08	0,4
Małopolskie	-0,33	0,41	1,04	0,36	0,03	-
Mazowieckie	-0,49	0,51	1,27	0,44	-0,05	0,3
Opolskie	-0,61	0,30	0,76	0,27	-0,34	1,9
Podkarpackie	-0,49	0,28	0,71	0,25	-0,25	1,4
Podlaskie	-0,36	0,69	1,73	0,61	0,25	-
Pomorskie	-0,48	0,35	0,88	0,31	-0,17	0,9
Śląskie	-0,49	0,39	0,97	0,34	-0,15	0,8
Świętokrzyskie	-0,48	0,37	0,93	0,33	-0,16	0,9
Warmińsko-mazurskie	-0,28	0,48	1,20	0,42	0,14	-
Wielkopolskie	-0,56	0,65	1,63	0,57	0,02	-
Zachodniopomorskie	-0,49	0,16	0,40	0,14	-0,35	1,9
Polska	-0,49	0,43	1,07	0,38	-0,11	0,6

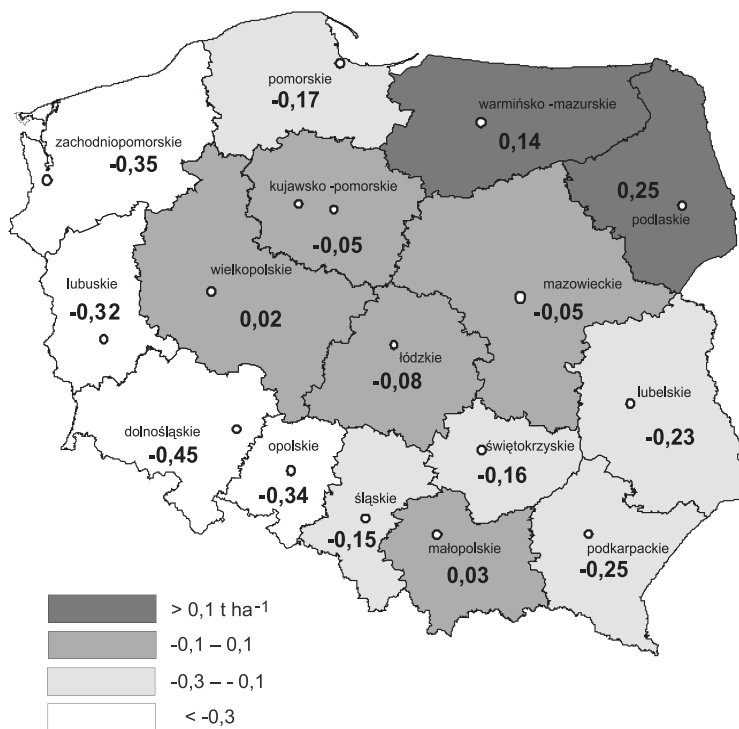
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

W tych warunkach przeciętna obsada zwierząt, jest bardzo mała (0,16-0,30 DJP·ha⁻¹), a dodatkowo w woj. dolnośląskim i opolskim dobór uprawianych roślin prowadzi do zwiększonej mineralizacji próchnicy. W celu zrównoważenia bilansu próchnicy w tych województwach konieczne jest nawożenie słomą każdego roku w dawkach od 1,8 w lubuskim do 2,5 ton na 1 ha gruntów ornych w dolnośląskim.

Pewne zaskoczenie stanowi ujemny bilans glebowej materii organicznej w województwach o rozdrobnionej strukturze agrarnej w południowo-wschodniej Polsce (tabela 6, rysunek 2). Stan taki jest następstwem małego pogłowia zwierząt (około $0,3 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$), a szczególnie bydła (rysunek 1) W małych gospodarstwach, utrzymujących wcześniej po kilka krów, koszty dostosowania do obowiązujących standardów sanitarnych i jakościowych okazały się zbyt duże, w związku z tym zrezygnowały one z chowu bydła i uprawy roślin pastewnych, co skutkuje ujemnym bilansem próchnicy. W województwach tych ujemne saldo bilansu glebowej materii organicznej waha się od $0,15$ do $0,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i w celu jego zrównoważenia konieczne jest stosowanie słomy w dawkach $0,8-1,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tabela 6). Nieco korzystniejsza sytuacja w woj. małopolskim wynika z większego pogłowia bydła i koni (rysunek 1) oraz prawie 12% udziału roślin wieloletnich w strukturze zasiewów (tabela 5).

Rysunek 2

Saldo bilansu glebowej materii organicznej w $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ powierzchni gruntów ornych, średnio z lat 2007-2009



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

6. Bilans glebowej materii organicznej w specjalistycznych gospodarstwach rolnych

Bilans glebowej materii organicznej wyliczony dla kraju lub regionu (województwo) ma charakter informacyjny i może być wykorzystywany do podejmowania działań z zakresu polityki rolnej, zaś analizy wykonane dla konkretnych gospodarstw służą rolnikom do podejmowania konkretnych decyzji produkcyjnych. Stwierdzenie to znajduje pełne potwierdzenie w wynikach analizy przeprowadzonej dla czterech grup specjalistycznych gospodarstw (tabela 7 i 8). Gospodarstwa o roślinnym kierunku produkcji są zlokalizowane w woj. wielkopolskim, dolnośląskim i zachodniopomorskim, zaś pozostałe w woj. lubelskim i podlaskim.

W gospodarstwach z produkcją roślinną w województwie zachodniopomorskim, gdzie ponad 90% gruntów ornych obsiewano zbożami i rzepakiem, wskutek uprawy roślin mineralizacji ulegało $0,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ glebowej materii organicznej (tabela 7). W analizowanych gospodarstwach z województwa wielkopolskiego kukurydzą zbieraną na ziarno obsiewno 20% gruntów ornych, co zwiększyło degradację glebowej materii organicznej do $0,68 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jeszcze gorsza sytuacja wystąpiła w ocenianych gospodarstwach w woj. dolnośląskim, gdzie kukurydza zajmowała 32%, a burak kolejnie 10% gruntów ornych. Taka struktura zasiewów zwiększyła wartość wskaźnika degradacji próchnicy do $0,80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. W przypadku tych gospodarstw dla wyrównania ubytków próchnicy należało przyorywać od 2,6 tony słomy w województwie zachodniopomorskim do 3,8 ton słomy na ha gruntów ornych w woj. dolnośląskim. Faktycznie w gospodarstwach tych przyorywano znacznie więcej słomy, bo od 64% w woj. wielkopolskim do 85% w dolnośląskim pól obsianych zbożami i rzepakiem. Pozwoliło to, przy poziomie użytkiwanych plonów, na utrzymanie dodatniego salda glebowej materii organicznej w granicach $0,15 - 0,39 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Znacznie łatwiejsze jest zrównoważenie bilansu glebowej materii organicznej w gospodarstwach z produkcją zwierzęcą (tabela 8). W gospodarstwach o mieszanym kierunku produkcji jak również w gospodarstwach mlecznych, dzięki uprawie roślin pastewnych, przeciętny wskaźnik degradacji glebowej materii organicznej wynosił około $0,40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. W tej sytuacji przy obsadzie zwierząt na poziomie $0,4-0,5 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$ (średnia dla Polski wynosi $0,42$) same nawozy naturalne umożliwiają utrzymanie zrównoważonego bilansu glebowej materii organicznej. W ocenianych gospodarstwach obsada ta była większa ($0,85$ w gospodarstwach o mieszanym kierunku produkcji i $1,0 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$ w gospodarstwach mlecznych), więc same nawozy naturalne zapewniały lekko dodatnie saldo bilansu próchnicy.

Tabela 7

Bilans glebowej materii organicznej w gospodarstwach o roślinnym kierunku produkcji

Wyszczególnienie	Województwo			Zakres wahań
	wielkopolskie	zachodnio-pomorskie	dolnośląskie	
1. Liczba gospodarstw	10	10	5	–
2. Średnia powierzchnia UR [ha]	84	113	117	33 – 225
3. Grunty orne [%]	97,5	95,5	98,5	89 – 100
4. Wskaźnik bonitacji gleb	0.88	0.80	1.15	0,5 – 1,5
5. Struktura zasiewów [%]:				
- zboża, w tym:	83	74	78	50 – 100
kukurydza (ziarno)	20	0	32	0 – 100
- rzepak	10	17	12	0 – 39
- burak cukrowy	2	0.0	10	0 – 20
- ziemniak	1	6	0	0 – 27
- pozostałe	4	3	0	0 – 16
6. Wydajność w jedn. zbożowych	44,4	38,7	65,2	33 – 77
7. Degradacja MOG przez uprawiane rośliny [t·ha⁻¹]	0,68	0,55	0,80	-0,55 – (-1,15)
8. Obsada zwierząt DJP·ha ⁻¹	0	0	0	0
9. Pola z przyoraną słomą (%)	64.4	80.8	85.5	27 – 100
10. Saldo bilansu MOG [t·ha⁻¹]	0.15	0.39	0.35	0,1 – 0,6

Źródło: [Kopiński 2009; Krasowicz, Kuś, Jankowiak 2007; Kuś 2006].

Bardziej złożona sytuacja występuje w gospodarstwach specjalizujących się w tuczu trzody chlewnej. W gospodarstwach, które wykorzystują na paszę własne zboża a dokupują jedynie komponenty białkowe w ilościach potrzebnych do zbilansowania dawek żywieniowych na ogół obsada zwierząt wynosi około 1,2–1,3 DJP·ha⁻¹, wówczas zagospodarowanie nawozów naturalnych nie stwarza większych problemów, chociaż występuje wyraźnie dodatnie saldo glebowej materii organicznej. Natomiast w gospodarstwach bazujących na paszach z zakupu występuje większa obsada zwierząt i zbyt wysokie dodatnie wartości salda MOG. W jednym z analizowanych gospodarstw obsada zwierząt wynosiła aż 3,7 DJP·ha⁻¹, zaś przeciętna dla 7 gospodarstw wynosiła 1,46 DJP·ha⁻¹. W sumie dodatnie saldo bilansu glebowej materii organicznej w grupie gospodarstw trzodowych wynosiło 0,72 t·ha⁻¹.

Tabela 8

**Bilans glebowej materii organicznej w gospodarstwach
z produkcją zwierzęcą**

Wyszczególnienie	Kierunek produkcji			Zakres wahań
	mieszany	mleczny	trzodowy	
1. Liczba gospodarstw	6	10	7	–
2. Średnia powierzchnia UR w ha	31,7	36,6	37,9	8,7 - 77,0
3. Udział TUZ [%]	26,0	33,2	6,2	0,0 - 59,3
4. Wskaźnik bonitacji gleb	0,80	0,87	0,88	0,69 – 1,49
5. Struktura zasiewów [%]:				
- zboża	79	31	92	0 -100
- pastewne	7	62	0	0 - 99
- rzepak	1	0	0	0 - 4,1
- burak cukrowy	6	5	0	0 - 24,7
- ziemniak	2	1	1	0 - 9,8
- pozostałe	4	1	7	0–12,5
6. Wydajność w jedn. zbożowych	40,9	47,8	44,4	35 - 79
7. Degradacja MOG przez uprawiane rośliny [t·ha⁻¹]	0,42	0,40	0,55	0,38–0,65
8. Obsada zwierząt DJP·ha⁻¹	0,85	1,01	1,46	0,5 – 3,7
w tym: bydło [%]	54	100	2	0 - 100
- trzoda [%]	27	0	97	0 - 100
- pozostałe [%]	19	0	1	0 - 82
9. Reprodukacja MOG z nawozów naturalnych [t·ha⁻¹]	0,74	0,88	1,28	0,4– 3,2
10. Saldo bilansu MOG [t·ha-1]	0,32	0,48	0,73	0,1 – 2,50

Źródło: [Kopiński 2009; Krasowicz, Kuś, Jankowiak 2007; Kuś 2006].

W Niemczech [Körschens i in. 2004] wyznaczono graniczne wartości salda glebowej materii organicznej, które są stosowane do oceny przestrzegania zasad wzajemnej zgodności gospodarstw - *cross compliance* (tabela 9). Według przyjętych kryteriów dodatnie saldo powyżej 300 kg·ha⁻¹ C organicznego, co odpowiadające 516 kg·ha⁻¹ glebowej materii organicznej, stwarza już niebezpieczeństwo znacznego rozproszenia azotu i fosforu do środowiska, a to stanowi potencjalne niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych tymi składnikami. Z wartości liczbowych zestawionych w tabelach 7 i 8 wynika, że średnio w grupie gospodarstw specjalizujących się w tuczu trzody chlewnej wartość ta była przekroczone.

Tabela 9

Ocena wielkości salda węgla organicznego w glebie (VDLUFA – 2004)

Saldo kg·ha ⁻¹		Ocena salda	Następstwa
C org.	MOG*		
< - 200	< -0,344	bardzo ujemne	spadek żyzności gleby i plonowania roślin
- 200 do (- 76)	-344 – (-131)	ujemne	przejściowo dopuszczalne, szczególnie na glebach próchnicznych
- 76 do (+100)	-131 – (+172)	optymalne	
+100 do (+300)	172 – 516	wysokie	okresowo wskazane, szczególnie na glebach o małej zawartości próchnicy
> 300	> 516	bardzo wysokie	niebezpieczeństwo dużych strat azotu i fosforu, niska efektywność nawożenia

*1 kg C organicznego gleby odpowiada 1,72 kg glebowej materii organicznej

Źródło: [Körschens i in. 2004].

Tabela 10

Charakterystyka gospodarstw objętych rachunkowością FADN w 2008 roku

Wyszczególnienie	Typ rolniczy gospodarstwa					
	ogółem	uprawy polowe	krowy mleczne	zwierzęta w systemie wypasowym	trzoda/drób	mieszane
Liczba gospodarstw	12477	3241	891	837	1456	4288
Udział gosp. [%]	100	26,0	7,1	13,3	11,7	34,4
Powierzchnia gospod. [ha UR]	17,7	23,1	16,7	21,5	16,0	16,4
UR wg typów gosp.(%)	100	31,1	4,8	7,6	5,9	48,5
Obsada zwierząt [DJP·ha ⁻¹ UR]	0,68	0,10	1,01	0,93	2,63	0,74

Źródło: [Goraj, Mańko, Osuch, Płonka 2010, cz. I i II].

Informacji o problemach występujących w praktyce z zapewnieniem odpowiedniego bilansu glebowej materii organicznej dostarcza analiza gospodarstw prowadzących rachunkowość rolną w ramach systemu FADN. Wartości zestawione w tabeli 10. wskazują, że:

- 1) gospodarstwa specjalistyczne o roślinnym kierunku produkcji (uprawy polowe) wykorzystują 31% ogółu UR w Polsce. Posiadają one znikomą produkcję zwierzęcą, w związku z tym nawożenie organiczne musi być ograniczone do stosowania słomy i ewentualnie uprawy międzyplonów. W przypadku tej grupy gospodarstw występuje niebezpieczeństwo spadku zawartości glebowej materii organicznej;
- 2) gospodarstwa specjalizujące się w chowie zwierząt żywionych ziarnem (trzoda i drób), stanowiące prawie 12% ogółu gospodarstw, z wahaniami od

- 7,9% w regionie Małopolska i Pogórze do 17,4% w regionie Wielkopolska i Śląsk i wykorzystujące w kraju 6% UR, posiadały średnią obsadę zwierząt wynoszącą aż 2,6 DJP·ha⁻¹ UR. W tej grupie gospodarstw występował duży nadmiar nawozów naturalnych i zawarta w nich ilość azotu przekraczała 170 kg·ha⁻¹ UR, czyli maksymalną wartość określoną w Ustawie o nawozach i nawożeniu. W tej sytuacji ich nadmiar powinien być przekazywany do sąsiednich gospodarstw;
- 3) grupy gospodarstw mlecznych oraz prowadzących chów zwierząt w systemie wypasowym użytkowały w sumie około 12% UR w kraju, a obsada zwierząt wynosiła w nich przeciętnie około 1,0 DJP·ha⁻¹ UR. Uwzględniając udział roślin pastewnych w strukturze zasiewów oraz produkcję nawozów naturalnych można zakładać, że w tych grupach gospodarstw nie ma problemów z utrzymaniem bilansu glebowej materii organicznej na poziomie zbliżonym do optymalnego;
 - 4) gospodarstwa z mieszaną produkcją roślinną i zwierzęcą wykorzystujące około 48% UR średnio w kraju, w których pogłowie zwierząt wynosiło około 0,7 DJP·ha⁻¹, nie mają również problemu z utrzymaniem bilansu glebowej materii organicznej na poziomie zbliżonym do optymalnego. Jednak sytuacja ekonomiczna tej grupy gospodarstw jest najgorsza [Goraj i in. 2010] i sposobem jej poprawy może być specjalizacja i pewna koncentracja produkcji.

7. Słoma, jako ważne źródło reprodukcji glebowej materii organicznej

Podstawowym nawozem organicznym dostępnym w większości gospodarstw bezinwentarzowych jest słoma. Przyorywanie słomy poprawia przede wszystkim bilans glebowej materii organicznej, natomiast jej oddziaływanie na pozostałe wskaźniki żyzności gleby jest znacznie słabsze, szczególnie w porównaniu z obornikiem lub roślinami wieloletnimi (tabela 11). Informacje zestawione w tabeli 11. wskazują na wielostronny wpływ roślin motylkowatych wieloletnich na cały kompleks właściwości gleby, jednak we współczesnym rolnictwie z przyczyn ekonomicznych – organizacyjnych są one eliminowane z produkcji.

Słoma charakteryzuje się szerokim stosunkiem C:N, który w zależności od gatunku zboża waha się w granicach od 60: 1 (jęczmień j.) do 100: 1 (pszenica), a w oborniku stosunek ten wynosi 25: 1, zaś w próchnicy 10: 1. Wprowadzenie do gleby biomasy tak bogatej w węgiel powoduje, że drobnoustroje rozkładające słomę pobierają azot z zasobów glebowych, co może prowadzić do deficytu tego pierwiastka dla uprawianych roślin. W celu przyspieszenia tempa rozkładu słomy konieczne jest stosowanie dodatkowego nawożenia azotem w dawkach od 6 na

glebach cięższych do 12 kg na glebach lekkich w przeliczeniu na 1 t przyorywanej słomy. Ze słomą wprowadza się także do gleby spore ilości składników nawozowych (tabela 12).

Tabela 11

Oddziaływanie różnych form nawozów organicznych i resztek poźniwnych na właściwości gleby (oddziaływanie: x- słabe; xx- średnie; xxx- duże)

Wyszczególnienie	Obornik	Słoma	Międzyplony		Motylkowate wieloletnie
			motylkowate	krzyżowe	
Rozluźnienie podglebia	-	-	x	-	xx
Poprawa struktury	xx	x	x	x	xxx
Wzrost zawartości próchnicy	xx	xx	x	x	xxx
Wzrost zawartości N w glebie	xx	-	xx	-	xxx
Poprawa zasobności gleby w P, K, Ca, Mg i mikroelementy	xx	x	-	-	x
Zachwaszczenie					
– zwiększa	x	x	x	x	(xx) ¹
– ogranicza	-	-	x	x	xx
Nasilenie chorób i szkodników					
– zwiększa	-	x	-	-	(x) ²
– ogranicza	x	-	xx	xx	x

^{1/} dotyczy chwastów wieloletnich

^{2/} dotyczy specyficznych chorób i szkodników tej grupy roślin

Źródło: Opracowano na podstawie [Kahnt 1981].

Tabela 12

Zawartość podstawowych makro- i mikroelementów w słomie

Składnik	Gatunek roślin						
	pszenica oz.	pszenżyto oz.	żyto	owies	jęczmień jary	rzepak	kukurydza
Makroelementy (% suchej masy)							
N	0,64	0,61	0,58	0,73	0,75	0,72	1,19
P ₂ O ₅	0,23	0,25	0,25	0,34	0,25	0,30	0,46
K ₂ O	1,26	1,28	1,20	1,29	1,61	2,12	1,25
CaO	0,38	0,35	0,32	0,44	0,63	2,18	0,48
MgO	0,15	0,13	0,13	0,18	0,20	0,21	0,46
Mikroelementy (mg/kg suchej masy)							
Bor	3,00	2,83	2,65	3,70	4,40	9,80	5,40
Miedź	3,50	3,30	3,00	3,25	4,20	3,16	6,00
Mangan	39,7	45,2	51,4	114,0	45,0	40,3	55,0
Molibden	0,35	0,34	0,33	0,32	0,35	0,30	0,44
Cynk	24,2	25,6	22,1	34,2	24,7	32,5	33,0

Źródło: Opracowano na podstawie [Maćkowiak 1998].

Wyniki wieloletnich doświadczeń wskazują, że wpływ przyoranej słomy na plonowanie roślin jest stosunkowo mały [Harasim 2011]. Słabe działanie nawozowe słomy może być spowodowane kilkoma czynnikami, a najważniejsze to:

- w początkowym okresie rozkładu słomy powstają w glebie związki biologicznie czynne (związki fenolowe), które hamują wschody i początkowy wzrost zbóż. W związku z tym nie wskazane jest przyorywanie słomy zbóż na polach obsiewanych zbożami ozimymi, natomiast korzystnym rozwiązaniem jest stosowanie słomy zbożowej pod rośliny jare;
- możliwość biologicznego unieruchamiania azotu. Słoma jest źródłem węgla dla mikroflory glebowej, która konkuruje o azot z uprawianą rośliną. Może to okresowo osłabiać wzrost roślin, nawet w przypadku zastosowania dodatkowego nawożenia azotem na słomę;
- przyorywanie słomy w ogniwie zmianowania: zboża ozime – zboża ozime może sprzyjać nasilonemu występowaniu naczyniowej pasiastoci zbóż (*Cephalosporium gramineum*), a także może zwiększać porażenie zbóż przez niektóre inne choroby grzybowe (fuzariozy) itp.;
- w glebach suchych o małej aktywności biologicznej rozkład słomy jest spowolniony, w takiej sytuacji coroczne jej przyorywanie może również ujemnie wpływać na plonowanie roślin.

W ostatnim okresie występuje duże zainteresowanie możliwością alternatywnego zagospodarowania słomy oraz wzrastają jej ceny, a najwięksi potencjalni odbiorcy słomy, to:

- wytwórcy podłoży do produkcji pieczarek i innych grzybów zużywający rocznie około 1 mln ton słomy. Z rolniczego punktu widzenia jest to korzystny sposób zagospodarowania słomy, gdyż po zakończeniu cyklu produkcyjnego grzybów podłoża mogą być wykorzystane w rolnictwie jako wartościowy nawóz organiczny;
- producenci ciepła i energii elektrycznej. Sprzedają słomy dla energetyki są zainteresowane głównie większe gospodarstwa, w których do jej zbioru można wykorzystać wysoko wydajne maszyny. Wykorzystanie słomy w procesie współspalania (łączone spalanie z miałem węglowym) jest szczególnie niekorzystne, gdyż wszystkie składniki nawozowe trafiają do żużlu i są tracone. W przypadku spalania samej słomy popiół jest wartościowym nawozem, gdyż zawiera wszystkie składniki mineralne zawarte w słomie z wyjątkiem azotu (tabela 12).

Aktualnie ponad 30% gruntów użytkują gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej o znikomej obsadzie zwierząt, w których podstawowym nawozem organicznym jest słoma. W takich gospodarstwach, w celu utrzymania zrównoważonego bilansu glebowej materii organicznej, przynajmniej 60% produ-

kowanej słomy powinno być wykorzystywane jako nawóz. W pierwszej kolejności na ten cel należy przeznaczać słomę rzepaku i innych roślin nie zbożowych, która ma korzystniejszy skład chemiczny niż słoma zbóż oraz nie uczestniczy w łańcuchu troficznym grzybów porażających zboża. Również słoma kukurydzy ulega szybciej rozkładowi w glebie w porównaniu do słomy kłosowych.

8. Wnioski

1. W okresie ostatnich 30 lat stwierdza się znaczne pogorszenie salda bilansu glebowej materii organicznej w Polsce. Jest to spowodowane głównie spadkiem pogłowia zwierząt. W latach 1980 – 2009, średnio w kraju, obsada zwierząt zmniejszyła się z 0,75 do 0,43 DJP·ha⁻¹ UR. Jest ona również silnie zróżnicowana regionalnie, gdyż w ostatnich latach waha się od poniżej 0,2 w woj. zachodniopomorskim i dolnośląskim do 0,6-0,7 DJP·ha⁻¹ UR w województwach wielkopolskim i podlaskim.
2. Zmiany zachodzące w strukturze zasiewów w analizowanym okresie wywierały stosunkowo mały wpływ na bilans glebowej materii organicznej. Udział upraw prowadzących do jej degradacji (ziemniak, burak, kukurydza i warzywa) zmniejszył się w zasiewach w tym okresie z 25,8 do 14,2%, a równocześnie roślin wieloletnich poprawiających bilans próchnicy uległ ograniczeniu z 11 do 4%. W miejsce tych gatunków weszły zboża i rzepak, czyli uprawy wykazujące mały wpływ na bilans glebowej materii organicznej.
3. Aktualnie ponad 30% gruntów użytkują gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej o znikomej obsadzie zwierząt, w których uprawie dominują zboża, a podstawowym nawozem organicznym jest słoma. Wpływ nawożenia słomą na fizyko-chemiczne i biologiczne właściwości gleby jest słabszy jak nawozów naturalnych, co w konsekwencji może skutkować obniżeniem żyzności gleb. W gospodarstwach specjalizujących się w chowie bydła oraz w gospodarstwach o mieszanym roślinno-zwierzęcym kierunku produkcji nawozy naturalne na ogół kompensują w pełni mineralizację glebowej materii organicznej powodowaną uprawą roślin. Z kolei w gospodarstwach specjalizujących się w chowie trzody chlewnej lub drobiu z reguły występuje nadmiar nawozów naturalnych. Dawki azotu zawarte w tych nawozach przekraczają normy określone w Ustawie o nawozach i nawożeniu, co stwarza niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych biogenami.

LITERATURA

1. Fotyma M., Mercik S. (1995): *Chemia rolna*. Wyd. PWN. Warszawa.
2. Goraj L., Mańko G., Osuch D., Płonka R. (2010): Wyniki standardowe uzyskane przez gospodarstwa rolne uczestniczące w polskim FADN w 2009 roku. Cz. I. Wyniki standardowe. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
3. Goraj L., Mańko G., Osuch D., Płonka R. (2010): Wyniki standardowe uzyskane przez gospodarstwa rolne uczestniczące w polskim FADN w 2009 roku. Cz. II. Analiza wyników standardowych. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
4. Harasim A. (2011): *Gospodarowanie słomą*. Wyd. IUNG Puławy, ss.77
5. Kahnt G. (1981): *Grundungung DLG-Verlag*. Frankfurt (Main).
6. Kopiński J. (2009): Ocena gospodarstw rolniczych o różnej intensywności produkcji na tle wybranych wskaźników agro-środowiskowych. *Rocz. Nauk. SERiA*, t. 11, z. 1: 223-228.
7. Kopiński J., Kuś J. (2011): Wpływ zmian organizacyjnych w rolnictwie na gospodarke glebową materią organiczną. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2(72): 9–29.
8. Körschens M. i in. (2004): *Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland*. Standpunkt VDELUFÄ (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs und Forschungsanstalten), Bonn.
9. Krasowicz S. (2005): Cechy rolnictwa zrównoważonego. W: *Koncepcja badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym*. Wyd. IERiGŻ-PIB, 11: 23–39.
10. Krasowicz S., Kuś J., Jankowiak J. (2007): Ekonomiczno- organizacyjne uwarunkowania funkcjonowania gospodarstw rolniczych o różnych kierunkach produkcji. Wyd. IUNG, Raporty PIB, nr 7, 55- 76.
11. Krasowicz S., Stuczyński T., Doroszewski A. (2009): Produkcja roślinna w Polsce na tle warunków przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 14: 27–54.
12. Kuś J. (2006): Możliwości zrównoważonego rozwoju specjalistycznych gospodarstw rolnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, vol. XIV, 2(52), 5-14.
13. Kuś J. (2010): Produkcyjne i siedliskowe konsekwencje zmian w produkcji rolniczej w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 22, 65–85.
14. Kuś J., Krasowicz S. (2001): Przyrodniczo-organizacyjne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju gospodarstw rolnych. *Pam. Puł.*, 124, 273–288.
15. Maćkowiak Cz. (1998): Słoma jako nawóz w gospodarstwie bezinwentarzowym. *Wieś Jutra*, 5, 46–48.
16. Mazur T. (1995): Rolnicze i ekologiczne znaczenie glebowej substancji organicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 422, 9-19.
17. Stuczyński T. i in. (2007): Przyrodnicze uwarunkowania produkcji rolniczej w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 7, 77–115.
18. Terelak H. in.(2001): Mapa zawartości substancji organicznej w glebach użytków rolniczych Polski. Wyd. IUNG Puławy.

JAN KUŚ, JERZY KOPIŃSKI

GOSPODARKA GLEBOWĄ MATERIAŁ ORGANICZNĄ WE WSPÓŁCZESNYM
ROLNICTWIE

Słowa kluczowe: *Glebowa materia organiczna, bilans glebowej materii organicznej, re-produkcja i degradacja glebowej materii organicznej, nawozy naturalne, nawozy organiczne, obsada zwierząt, specjalizacja gospodarstw*

STRESZCZENIE

W opracowaniu oceniono wpływ zmian ekonomiczno-organizacyjnych zachodzących w naszym rolnictwie na gospodarowanie glebową materią organiczną. Bilanse glebowej materii organicznej na poziomie kraju, regionu (województwo) i gospodarstw o różnych kierunkach produkcji wyliczono wykorzystując współczynniki jej reprodukcji i degradacji. W okresie ostatnich 30 lat stwierdza się znaczne pogorszenie salda bilansu glebowej materii organicznej w Polsce. Jest to spowodowane: ograniczeniem areału uprawy wieloletnich roślin pastewnych, dużym spadkiem pogłowia zwierząt oraz postępującą specjalizacją gospodarstw wymuszoną czynnikami ekonomiczno-organizacyjnymi. Aktualnie ponad 30% gruntów użytkują gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej o niskiej obsadzie zwierząt, w których uprawie dominują zboża, a podstawowym nawozem organicznym jest słoma. Wpływ nawożenia słomą na fizyko-chemiczne i biologiczne właściwości gleby jest słabszy jak nawozów naturalnych, co w konsekwencji może skutkować obniżeniem żyzności gleb. W gospodarstwach specjalizujących się w chowie bydła oraz w gospodarstwach o mieszanym roślinno-zwierzęcym kierunku produkcji nawozy naturalne na ogół kompensują w pełni mineralizację glebowej materii organicznej powodowaną uprawą roślin. Z kolei w gospodarstwach specjalizujących się w chowie trzody chlewnej lub drobiu z reguły występuje nadmiar nawozów naturalnych. Dawki azotu zawarte w tych nawozach przekraczają normy określone w Ustawie o nawozach i nawożeniu, co stwarza niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych biogenami.

JAN KUŚ, JERZY KOPIŃSKI

THE MANAGEMENT OF SOIL ORGANIC MATTER IN CONTEMPORARY AGRICULTURE

Keywords: *Soil organic matter, soil organic matter balance, reproduction and degradation of soil organic matter, manure, organic fertilizers, livestock density, farm specialization*

SUMMARY

The study assessed the impact of economic and organizational changes taking place in our agriculture on the management of soil organic matter. The balances of soil organic matter at the national, regional level (province) and on farms with different directions of production were calculated, using rates of reproduction and degradation of soil organic matter. The period of last 30 years shows a significant deterioration in the balance of soil organic matter in Poland, caused by: reduction in the area of perennial forage crops, a large decrease of livestock density and progressive specialization of farms forced by economic and organizational factors. Currently over 30% of agricultural area is covered by farms specialized in the plant production with little stocking density, and cereals cultivation as a dominating production, where the basic organic fertilizer is a straw. The influence of straw fertilization on the physico-chemical and biological soil properties is lower as in case of natural fertilizer. This results in deterioration of soil fertility. On farms specializing in cattle production and mixed farms (with plant and animal production) natural fertilizers can generally compensate the mineralization of soil organic matter caused by crop production. On the other hand, farms specializing in pig and poultry production generally the excessive amount of manure is produced. Nitrogen in natural fertilizers exceed the standards specified in the Act on fertilizers and fertilization, which would cause pollution of ground and surface water by biogenes.

e-mail: jankus@iung.pulawy.pl

e-mail: jkop@iung.pulawy.pl