

Wpłynęło 01.04.2014 r.
Zrecenzowano 09.07.2014 r.
Zaakceptowano 20.08.2014 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

REGIONALNE ZRÓŻNICOWANIE BILANSU GLEBOWEJ MATERII ORGANICZNEJ W WOJEWÓDZTWIE PODKARPACKIM

Jan BUCZEK^{ABCDEF}, Dorota BOBRECKA-JAMRO^{ABCDEF},
Aneta JARECKA^{ABCDEF}

Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Produkcji Roślinnej

Streszczenie

Określono zmiany regionalnego zróżnicowania bilansu glebowej materii organicznej (MOG) na tle warunków siedliskowych i organizacyjno-ekonomicznych w województwie podkarpackim na przestrzeni lat 2002–2012. Podstawę analizy stanowiły dane Urzędu Statystycznego w Rzeszowie oraz informacje ze starostw powiatowych województwa podkarpackiego. Bilans materii organicznej gleby obliczono, wykorzystując współczynniki jej degradacji i reprodukcji. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, obliczając współczynniki trendu i zmienności oraz przeprowadzając analizę skupień Warda. Ogólny bilans glebowej materii organicznej w województwie podkarpackim w latach 2002–2012 był ujemny i wynosił średnio $-0,19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, co powodowało konieczność przyorania słomy w ilości średnio $0,90 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zmniejszenie obsady zwierząt z $0,44 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2002 r. do $0,26 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2012 r., dodatkowo ograniczyło dopływ do gleby materii organicznej z obornika.

Spośród wydzielonych skupień najniższy stopień degradacji glebowej materii organicznej ($-0,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz największą produkcję obornika – ponad $1,27 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$ – stwierdzono w powiatach położonych w środkowo-zachodniej części Podkarpacia. Powiaty należące do tego skupienia charakteryzują się największą w województwie obsadą zwierząt $0,51 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$ i najniższą intensywnością organizacji produkcji roślinnej, wskutek ekstensywnej uprawy zbóż, zajmujących ponad 80% w strukturze zasiewów. Zdecydowanie ujemne wartości bilansu MOG ($-0,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) odnotowano w powiatach zlokalizowanych w środkowo-wschodniej części Podkarpacia. Duża intensywność organizacji produkcji roślinnej, głównie w powiatach łańcuckim, jarosławskim i przemyskim, z dominacją w strukturze zasiewów pszenicy ozimej, kukurydzy na ziarno oraz rzepaku ozimego, sprzyjała mineralizacji substancji organicznej i występowaniu ujemnego bilansu, dla zrównoważenia którego niezbędne było coroczne nawożenie słomą w ilości ponad $2,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Słowa kluczowe: analiza skupień Warda, bilans glebowej materii organicznej, słoma, regionalne zróżnicowanie, województwo podkarpackie

Do cytowania For citation: Buczek J., Bobrecka-Jamro D., Jarecka A. 2014. Regionalne zróżnicowanie bilansu glebowej materii organicznej w województwie podkarpackim. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 14. Z. 4(48) s. 17–26.

WSTĘP

Urodzajność gleby i jej żyzność związana jest z systematycznym zwiększaniem i odbudowywaniem w niej materii organicznej, określanej jako próchnica, która spełnia w glebie wielokierunkowe i niezwykle cenne funkcje. Materia organiczna w zasadniczy sposób wpływa na utrzymanie fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości gleb, na ich aktywność biologiczną i strukturę, odgrywa także decydującą rolę zarówno w obiegu wody, jak i kształtowaniu bioróżnorodności [BURZYŃSKA 2011; CVETKOV i in. 2010; KRASOWICZ i in. 2009; SAPEK 2010].

Do zmniejszenia masy organicznej dostającej się do gleby, prowadzącej do spadku zawartości próchnicy, przyczyniają się uproszczone zmianowania i monokultury, niedostateczny lub całkowity brak nawozów naturalnych, co wynika z postępującej w gospodarstwach specjalizacji w zakresie produkcji roślinnej i zwierzęcej. Ponadto degradacja zawartości materii organicznej nie tylko powoduje obniżenie żyzności gleby, ale również wpływa na ochronę środowiska przyrodniczego, będąc czynnikiem zwiększenia emisji gazów cieplarnianych [DORADO 2003; KÖRSCHENS 2004].

W dobie zmian organizacyjnych rolnictwa w ostatnich 20 latach na bilans glebowej materii organicznej niekorzystnie wpłynęły: zmniejszenie udziału wieloletnich roślin pastewnych w strukturze zasiewów, duże zmniejszenie pogłowia i obsady zwierząt oraz postępująca specjalizacja gospodarstw, wymuszona czynnikami ekonomicznymi [KUŚ, KRASOWICZ 2001; SAWA, KOCIRA 2006].

Bilanse salda zrównoważenia składników nawozowych, a także materii organicznej w glebie, są jednym z podstawowych narzędzi służących rozpoznaniu potencjalnych zagrożeń dla środowiska ze strony praktyki rolniczej. Bilans glebowej materii organicznej, wyliczony dla województwa lub regionu, ma charakter informacyjny i może być wykorzystywany do podejmowania działań z zakresu polityki rolnej i ochrony środowiska, natomiast wykonany dla gospodarstw, ułatwia podejmowanie decyzji produkcyjnych [KUŚ, KOPÍŃSKI 2012; STALENGA, KAWALEC 2008].

Celem pracy było określenie – na przestrzeni lat 2002–2012 – zmian regionalnego zróżnicowania bilansu glebowej materii organicznej na tle warunków siedliskowych i organizacyjno-ekonomicznych w województwie podkarpackim.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Podstawę analizy zróżnicowania regionalnego bilansu glebowej materii organicznej (MOG) w latach 2002–2012 stanowiły dane Urzędu Statystycznego w Rzeszowie [GUS 2012; 2013a, b; 2014] oraz informacje uzyskane w starostwach powiatowych województwa podkarpackiego. Analizą objęto łącznie 19 powiatów Podkarpacia. Pominięto cztery powiaty grodzkie ze względu na typowy charakter

miejski i dwa powiaty górskie, charakteryzujące się dużym udziałem (ponad 70%) trwałych użytków zielonych w strukturze użytkowania gruntów. W pracy zaprezentowano obliczenia oparte na średnich z dwunastu lat, a w przypadku zróżnicowania regionalnego bilansu glebowej materii organicznej, wykorzystano średnie z trzech ostatnich lat analizy (2010–2012), co pozwoliło wyeliminować zmienność przyjętych wskaźników w latach.

Bilans materii organicznej gleby obliczono dla gruntów pod zasiewami, wykorzystując współczynniki jej degradacji i reprodukcji według Eicha i Kundlera [FO TYMA, MERCIK 1995]. Średni współczynnik reprodukcji lub degradacji glebowej materii organicznej dla Polski i powiatów województwa podkarpackiego wyliczono według wzoru [KUŚ, KOPIŃSKI 2012]:

$$\text{współczynnik } r/d = \frac{\sum (\% \text{ pow. zbóż } x - 0,53) + (\% \text{ pow. okop. } x - 1,40) + (...)}{\text{powierzchnia zasiewów } (\%)}$$

Reprodukcję glebowej materii organicznej obliczono, zakładając produkcję obornika od dużej jednostki przeliczeniowej (DJP) w ciągu roku na poziomie 10 t, o zawartości 25% suchej masy. W celu zrównoważenia ujemnego bilansu glebowej materii organicznej założono przyorwanie odpowiedniej ilości słomy [KUŚ i in. 2006].

W opracowaniu uwzględniono wybrane aspekty produkcji rolniczej, a jako zmienne zróżnicowania regionalnego bilansu glebowej materii organicznej w powiatach przyjęto:

- strukturę użytkowania ziemi i strukturę zasiewów;
- warunki siedliskowe wyrażone wskaźnikiem waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej powiatów;
- warunki agrotechniczne, obejmujące udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych;
- warunki organizacyjno-ekonomiczne, które charakteryzowały: średnia powierzchnia gospodarstwa oraz obsada zwierząt na 1 ha UR.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, obliczając współczynniki trendu i współczynniki zmienności. Wykorzystując analizę skupień Warda, metodą *k*-średnich wyodrębniono 5 grup powiatów zróżnicowanych ze względu na bilans materii organicznej gleby i intensywność wykorzystania potencjału produkcyjnego rolnictwa. Obliczenia wykonano za pomocą programów Statgraphics i Statistica 8.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na przestrzeni lat 2002–2012 w województwie podkarpackim odnotowano tendencję do zwiększonej degradacji materii organicznej gleby w zakresie od $-0,46$ do $-0,65 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Średnia wartość tej cechy, zbliżona do uzyskanej dla Polski, była jednak mało zróżnicowana w latach, o czym świadczy niski współczynnik zmien-

ności (tab. 1). Zmniejszenie obsady zwierząt z $0,44 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2002 r. do $0,26 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR w 2012 r., dodatkowo ograniczyło dopływ do gleby materii organicznej z nawozów naturalnych, w tym głównie z obornika. Ujemny trend produkcji obornika zarówno w województwie podkarpackim, jak i w Polsce powodował w obu przypadkach spadek reprodukcji materii organicznej. Jak podaje KOPÍŃSKI i KUŚ [2011], stopień degradacji oraz reprodukcji materii organicznej gleby jest wynikiem zmian w strukturze zasiewów, przez co zwiększył się (do 74%) udział zbóż i kukurydzy zbieranej na ziarno, głównie kosztem ziemniaka i roślin pastewnych. Według KRASOWICZA i in. [2009], procesy dostosowawcze do standardów Unii Europejskiej, a zwłaszcza restrukturyzacja sektora uspołecznionego w rolnictwie, które spowodowały spadek pogłowia wszystkich grup zwierząt, wpłynęły na zmniejszoną możliwość reprodukcji ubytku próchnicy nawozami naturalnymi.

Tabela 1. Degradacja i reprodukcja materii organicznej gleby (MOG) w Polsce i województwie podkarpackim (średnie z lat 2002–2012)

Table 1. Degradation and reproduction of soil organic matter (SOM) in Poland and Podkarpackie Province (means for 2002–2012)

Zmienne Variables	Średnia Mean		Zakres Range	<i>T</i>	<i>V</i> %
	Polska	Poland			
Degradacja MOG, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Degradation SOM, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	-0,54		(-0,45)÷(-0,60)	+	-8,2
Obsada zwierząt, $\text{DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$ Livestock density, $\text{LU}\cdot\text{ha}^{-1}$	0,43		0,32÷0,46	-	9,2
Dawka obornika, $\text{t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$ Manure dose, $\text{t DM}\cdot\text{ha}^{-1}$	1,08		0,80÷1,15	-0,0582	10,2
Reprodukcja MOG z obornika, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ SOM reproduction from the manure, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	+0,38		(+0,28)÷(+0,40)	-0,0173	16,1
Województwo podkarpackie Podkarpackie Province					
Degradacja MOG, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Degradation SOM, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	-0,52		(-0,46)÷(-0,65)	+	-7,5
Obsada zwierząt, $\text{DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$ Livestock density, $\text{LU}\cdot\text{ha}^{-1}$	0,37		0,26÷0,47	-0,0196	18,7
Dawka obornika, $\text{t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$ Manure dose, $\text{t DM}\cdot\text{ha}^{-1}$	0,93		0,65÷1,18	-0,0802	18,8
Reprodukcja MOG z obornika, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ SOM reproduction from the manure, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	+0,33		(+0,23)÷(+0,41)	-0,0311	17,4

Objaśnienia: *T* – istotne współczynniki trendu – wpisano całe wartości; nieistotne współczynniki trendu oznaczono jako „+” (rosnące) lub „-” (malejące); *V* – Współczynnik zmienności (%).

Explanations: *T* – significance coefficients – whole numbers given. The non-significant trend coefficients were shown as „+” (increasing) and „-” (decreasing), *V* – variability coefficient (%).

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

W badanym okresie bilans materii organicznej w Polsce był ujemny i przeciętnie kształtował się na poziomie $-0,16 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zakres wyników mieścił się w przedziale od $-0,17$ do $-0,20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, co wskazuje na brak zrównoważenia na poziomie kraju ilości materii organicznej w glebie (tab. 2). Za krytyczny uznano w Polsce poziom MOG poniżej $0,30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ użytków rolnych [STALENGA 2010]. W przypadku województwa podkarpackiego zanotowano ujemny bilans MOG. Według KUSIA i KOPIŃSKIEGO [2012], zmniejszone dawki obornika, średnio do ok. $1,0 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$, nie wyrównują już w pełni mineralizacji próchnicy, spowodowanej uprawą roślin i do zrównoważenia jej bilansu niezbędne jest przyorywanie ok. $0,8 \text{ t s.m.}$ słomy na każdy hektar gruntów ornych. Do zrównoważenia ujemnego bilansu materii organicznej gleby w województwie podkarpackim w latach 2002–2012 należało przyorać średnio $0,90 \text{ t (s.m. słomy)}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w Polsce wartość ta wynosiła $0,76 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$. Słoma jest podstawowym źródłem materii organicznej w gospodarstwach bezinwentarzowych, o roślinnym profilu produkcji, w których 50–75% zbiorów słomy powinno być przyorywane, w celu zbilansowania salda glebowej materii organicznej [KOPIŃSKI 2009; KUŚ in. 2006].

Tabela 2. Zmiany bilansu materii organicznej gleby (MOG) w Polsce i województwie podkarpackim (średnie z lat 2002–2012)

Table 2. Changes in the balance of soil organic matter (SOM) in Poland and Podkarpackie Province (means for 2002–2012)

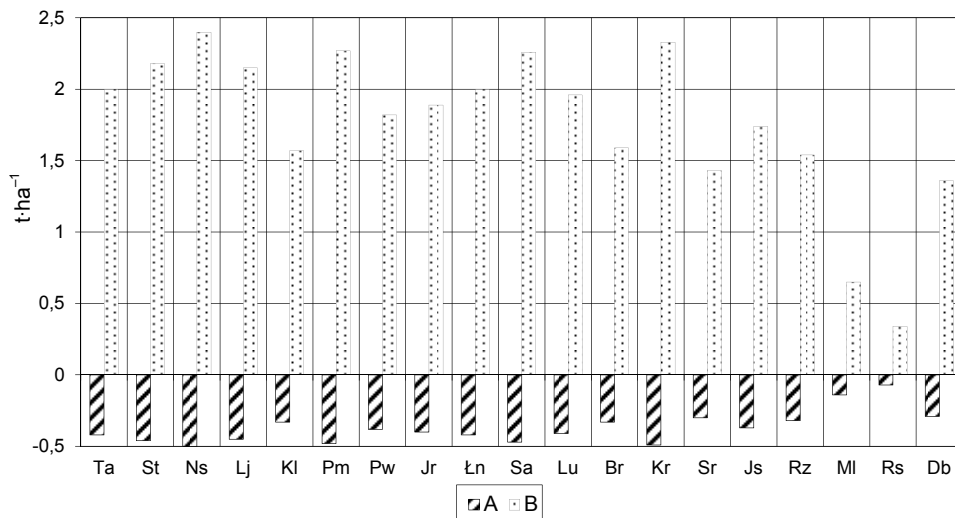
Zmienne Variables	Średnia Mean	Zakres Range	T
Polska Poland			
Saldo bilansu MOG bez przyoranej słomy, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Balance of SOM without ploughed straw, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	-0,16	$(-0,17)\div(-0,20)$	-0,0215
Słoma niezbędna do przyorania, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Straw needed to be ploughed, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	0,76	$0,81\div 0,95$	+0,0713
Województwo podkarpackie Podkarpackie Province			
Saldo bilansu MOG bez przyoranej słomy, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Balance of SOM without ploughed straw, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	-0,19	$(-0,23)\div(-0,25)$	-0,0371
Słoma niezbędna do przyorania, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Straw needed to be ploughed, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	0,90	$1,10\div 1,19$	+0,0726

Objaśnienia, jak w tabeli 1. Explanation as in Tab. 1.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Dużym potencjałem do reprodukcji substancji organicznej i pośrednio zdolnością do sekwestracji CO_2 , uwzględniając oddziaływanie roślin uprawnych oraz nawozów naturalnych i organicznych, wykazują gospodarstwa ekologiczne [KÖRSCHENS 2004; STALENGA, KAWALEC 2008]. Przejście z systemu rolnictwa konwencjonalnego na ekologiczny może początkowo skutkować corocznym wzrostem zapasu materii organicznej w glebie od 100 do $400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ [DORADO i in. 2003; PAŁOSZ 2009].

Przeprowadzona na podstawie wybranych zmiennych analiza skupień pozwoliła wydzielić cztery grupy powiatów o regionalnym zróżnicowaniu bilansu materii organicznej gleby w województwie podkarpackim. Bilans glebowej materii organicznej ma wartości ujemne i można go określić jako niezrównoważony, jego saldo bowiem waha się od $-0,07$ do $-0,50$ $t \cdot ha^{-1}$. W celu zrównoważenia bilansu zwłaszcza, w powiatach sanockim, przemyskim, krośnieńskim oraz niskim niezbędne jest przyorwanie słomy w ilości $2,26$ – $2,40$ $t \cdot ha^{-1}$ (rys. 1).



Rys. 1. Bilans materii organicznej gleby (MOG) w powiatach województwa podkarpackiego (średnie z lat 2010–2012); nazwy powiatów: Kl – kolbuszowski, Lj – leżajski, Ns – niski, Sr – strzyżowski, Ta – tarnobrzeczki, Db – dębicki, Ml – mielecki, Rs – ropczycko-sędziszowski, Rz – rzeszowski, Br – brzozowski, Js – jasielski, Kr – krośnieński, Lu – lubaczowski, Sa – sanocki, St – stalowowolski, Ln – łańcucki, Jr – jarosławski, Pm – przemyski, Pw – przeworski; A – saldo bilansu MOG ($t \cdot ha^{-1}$), B – saldo bilansu słomy do przyorania ($t \cdot ha^{-1}$); źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Balance of soil organic matter (SOM) in districts Podkarpackie Province (means for 2010–2012); name of districts: Kl – kolbuszowski, Lj – leżajski, Ns – niski, Sr – strzyżowski, Ta – tarnobrzeczki, Db – dębicki, Ml – mielecki, Rs – ropczycko-sędziszowski, Rz – rzeszowski, Br – brzozowski, Js – jasielski, Kr – krośnieński, Lu – lubaczowski, Sa – sanocki, St – stalowowolski, Ln – łańcucki, Jr – jarosławski, Pm – przemyski, Pw – przeworski; A – balance of SOM ($t \cdot ha^{-1}$), B – balance of straw to be ploughed ($t \cdot ha^{-1}$); source: own elaboration

Analizując skupienia otrzymane metodą k -średnich pod względem wartości średnich w skupieniach i porównując te wartości ze średnimi dla wszystkich powiatów należy stwierdzić, że najkorzystniejsza jest sytuacja w skupieniu I (tab. 3). W skupieniu tym produkcja obornika wynosi ok. $1,27$ $t \cdot s.m. \cdot ha^{-1}$, a degradacja MOG, powodowana uprawą roślin, ma niskie ujemne saldo, które wynosi $0,17$ $t \cdot ha^{-1}$. Powiaty należące do tego skupienia, położone w środkowo-zachodniej czę-

Tabela 3. Średnie wartości zmiennych w wydzielonych skupieniach powiatów**Table 3.** Average values of variables in particular clusters of districts

Zmienne Variables	Skupienia/liczba powiatów Clusters/number of districts			
	I/4	II/7	III/4	IV/4
Saldo bilansu MOG bez przyoranej słomy, t·ha ⁻¹ Balance of SOM without ploughed straw, t·ha ⁻¹	-0,17	-0,34	-0,45	-0,32
Degradacja MOG, t·ha ⁻¹ Degradation of SOM, t·ha ⁻¹	-0,61	-0,63	-0,65	-0,60
Obsada zwierząt, DJP·ha ⁻¹ UR Livestock density, LU·ha ⁻¹ AL	0,51	0,33	0,23	0,28
Dawka obornika, t s.m.·ha ⁻¹ Manure dose, t dm·ha ⁻¹	1,27	0,82	0,57	0,70
Reprodukcja MOG z obornika, t·ha ⁻¹ SOM reproduction from manure, t·ha ⁻¹	+0,44	+0,29	+0,20	+0,24
Wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej, pkt. Quality index of rural lands, points	70,7	70,2	82,4	61,9
Udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych, % Share of acid and very acid soils, %	66,1	67,8	54,8	81,8
Średnia powierzchnia gospodarstwa, ha UR Average area of farm, ha AL	3,5	3,9	4,0	3,7
Trwałe użytki zielone, % Permanent grasslands, %	21,6	39,0	21,6	35,4
Powierzchnia zasiewów, % Croplands, %	60,3	38,7	61,7	38,4
Zboża, % Cereals, %	80,7	59,1	74,2	76,1
Okopowe, % Tuber crops, %	12,8	13,2	10,3	12,4
Strączkowe, % Legumes, %	0,1	0,3	0,2	1,4
Przemysłowe oleiste, % Oil crops, %	1,0	5,1	13,2	4,4
Wieloletnie pastewne, % Perennial fodder crops, %	0,4	1,2	0,2	0,2

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

ści Podkarpacia, charakteryzują się największą w województwie obsadą zwierząt (0,51 DJP·ha⁻¹) i najniższą intensywnością organizacji produkcji roślinnej, wskutek ekstensywnej uprawy zbóż, zajmujących ponad 80% w strukturze zasiewów. Dodatkowo, dość mały odsetek gruntów stanowią trwałe użytki zielone oraz niewielka powierzchnia uprawy roślin strączkowych i wieloletnich pastewnych (tab. 3). Według SAWY i KOCIRY [2006], na bilans materii organicznej po stronie przychodów decydujący wpływ ma produkcja obornika, a na stronę rozchodową zła struktura zasiewów.

Ujemne saldo glebowej materii organicznej jest charakterystyczne dla skupień II i IV, obejmujących 11 powiatów. W skupieniach tych obsada zwierząt zbliżona jest do średniej wojewódzkiej, z dużą produkcją obornika przeznaczonego pod okopowe, które zajmują ok. 13,2 i 12,4% w strukturze zasiewów. Uprawa roślin wieloletnich pastewnych, a zwłaszcza udział trwałych użytków zielonych wpływa na niski stopień mineralizacji materii organicznej [BURZYŃSKA 2011; KĘSIK 2008; KOPÍŃSKI, KUŚ 2011]. Duży udział powierzchni TUZ w strukturze użytkowania

ziemi, wskazuje też na występowanie w niektórych powiatach gospodarstw, charakteryzujących się dodatnim saldem MOG [DORADO i in. 2003; KUBÁT, LIPAVSKÝ 2006; STALENGA, KAWALEC 2008]. Należy podkreślić, że mineralizacja glebowej materii organicznej może w różnym tempie następować, a jej przebieg i wydajność w głównej mierze kształtują: wilgotność, temperatura, odczyn i rodzaj gleby, zawartość węgla organicznego czy nawożenie [SAPEK 2010; TERLIKOWSKI 2013].

Jak podaje CZYŻYK [2011] oraz KUŚ i KOPIŃSKI [2012], intensyfikacja produkcji rolniczej oraz wzrost specjalizacji, polegający na zmniejszeniu liczby gatunków uprawianych roślin, zwiększa zużycie nawozów azotowych oraz chemicznych środków ochrony roślin, co może destabilizować agroekosystemy.

Stan taki ma miejsce w gospodarstwach powiatów skupienia III, zlokalizowanych w środkowo-wschodniej części województwa podkarpackiego. Specjalizacja w produkcji roślinnej, atrakcyjna pod względem ekonomicznym, powoduje dominację uprawy pszenicy ozimej, kukurydzy na ziarno oraz rzepaku ozimego, z niewielkim udziałem okopowych na oborniku. Powierzchnia uprawy tych gatunków jest tym większa, im większe wartości przyjmują wskaźniki bonitacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej [BUCZEK i in. 2010; JASKULSKI, JASKULSKA 2007]. Sprzyja to mineralizacji substancji organicznej i występowaniu zdecydowanie ujemnego jej bilansu, a w celu jego zrównoważenia niezbędne jest coroczne nawożenie słomą w ilości od 1,82 do 2,27 t·ha⁻¹.

PODSUMOWANIE

Ogólny bilans glebowej materii organicznej w województwie podkarpackim w latach 2002–2012 był ujemny i wynosił średnio $-0,19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, co powodowało konieczność przyorania słomy średnio na poziomie $0,90 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Zmniejszenie obsady zwierząt z $0,44 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ UR}$ w 2002 r. do $0,26 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ UR}$ w 2012 r., dodatkowo ograniczyło dopływ do gleby materii organicznej z obornika.

Spośród wydzielonych skupień najniższy stopień degradacji MOG ($-0,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz największą produkcję obornika – ponad $1,27 \text{ t s.m.}\cdot\text{ha}^{-1}$ – stwierdzono w powiatach położonych w środkowo-zachodniej części województwa podkarpackiego. Powiaty należące do tego skupienia charakteryzują się największą w województwie obsadą zwierząt ($0,51 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$) i najniższą intensywnością organizacji produkcji roślinnej, wskutek ekstensywnej uprawy zbóż, zajmujących ponad 80% w strukturze zasiewów.

Zdecydowanie ujemne wartości salda bilansu MOG odnotowano w powiatach zlokalizowanych w środkowo-wschodniej części województwa podkarpackiego. Duża intensywność organizacji produkcji roślinnej, głównie w powiatach łańcuckim, jarosławskim i przemyskim, z dominacją w strukturze zasiewów pszenicy ozimej, kukurydzy na ziarno oraz rzepaku ozimego, sprzyjała mineralizacji glebo-

wej substancji organicznej i występowaniu ujemnego jej bilansu. W celu jego zrównoważenia niezbędne byłoby coroczne nawożenie słomą w ilości ok. 2,14 t·ha⁻¹.

LITERATURA

- BUCZEK J., JANAS A., BOBRECKA-JAMRO D. 2010. Regionalne zróżnicowanie produkcji zbóż w gminach Podkarpacia. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 556 s. 521–530.
- BURZYŃSKA I. 2011. Zróżnicowane użytkowanie łąki a zawartość rozpuszczalnego węgla organicznego w czarnej ziemi zdegradowanej. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 11. Z. 3 (35) s. 65–72.
- CVETKOV M., ŠANTAVEC I., KOCJAN AČKO D., TAJNŠEK A. 2010. Soil organic matter content according to different management system within long-term experiment. *Acta Agriculturae Slovenica*. Vol. 95 s. 79–88.
- CZYŻYK F. 2011. Ocena zużycia nawozów mineralnych w gospodarstwach rolnych w aspekcie ochrony środowiska. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 69–76.
- DORADO J., ZANCADA M.C., ALMENDROS G., LÓPEZ-FANDO C. 2003. Changes in soil properties and humic substances after long-term amendments with manure and crop residues in dryland farming systems. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 166 s. 31–38.
- FOTYMA M., MERCIK S. 1995. *Chemia rolna*. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN ss. 356.
- GUS 2012. Charakterystyka gospodarstw rolnych w województwie podkarpackim. *Powszechny Spis Rolny 2010*. Urząd Statystyczny Rzeszów. ISBN 978-83-7406-171-1 ss. 178.
- GUS 2013a. Rolnictwo w województwie podkarpackim w 2012 r. Urząd Statystyczny Rzeszów. ISSN 2080-4059 ss. 92.
- GUS 2013b. Województwo Podkarpackie. Podregiony, powiaty, gminy 2013. Urząd Statystyczny Rzeszów. ISSN 1733-0041 ss. 344.
- GUS 2014. Bank danych lokalnych [online]. [Dostęp 12.02.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.stat.gov.pl/rzesz/index_PLK_HTML_HTML.htm
- JASKULSKI D., JASKULSKA I. 2007. Różnorodność upraw polowych na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego. *Fragmenta Agronomica*. Vol. 3 s. 205–212.
- KĘSIK T. 2008. Struktura zasiewów i jej oddziaływanie na agroekosystem. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 527 s. 39–50.
- KOPIŃSKI J. 2009. Ocena gospodarstw rolniczych o różnej intensywności produkcji na tle wybranych wskaźników agrośrodowiskowych. *Roczniki Naukowe SERiA*. T. 11. Nr 1 s. 223–228.
- KOPIŃSKI J., KUŚ J. 2011. Wpływ zmian organizacyjnych w rolnictwie na gospodarkę glebową materią organiczną. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 s. 9–29.
- KÖRSCHENS M. 2004. Soil organic matter and environmental protection. *Archives of Agronomy and Soil Science*. Vol. 50 s. 3–9.
- KRASOWICZ S., STUCZYŃSKI T., DOROSZEWSKI A. 2009. Produkcja roślinna w Polsce na tle warunków przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. Nr 14 s. 27–54.
- KUBÁT J., LIPAŤSKÝ J. 2006. Steady state of the soil organic matter in the long-term field experiments. *Plant Soil and Environment*. Vol. 52 s. 9–14.
- KUŚ J., KOPIŃSKI J. 2012. Gospodarowanie glebową materią organiczną we współczesnym rolnictwie. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*. Nr 2 s. 5–26.
- KUŚ J., KRASOWICZ S. 2001. Przyrodniczo-organizacyjne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju gospodarstw rolnych. *Pamiętnik Puławski*. Nr 124 s. 273–288.
- KUŚ J., MADEJ A., KOPIŃSKI J. 2006. Bilans słomy w ujęciu regionalnym. *Raporty IUNG-PIB*. Nr 3 s. 211–226.

- PAŁOSZ T. 2009. Rolnicze i środowiskowe znaczenie próchnicy glebowej i metodyka jej bilansu. Rocznik Ochrony Środowiska. T. 11 s. 328–338.
- SAPEK B. 2010. Uwalnianie azotu i fosforu z materii organicznej gleby. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 10. Z. 3 (31) s. 229–256.
- SAWA J., KOCIRA S. 2006. Wybrane aspekty zrównowżenia produkcji rolniczej w gospodarstwach rodzinnych. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. Rolnictwo. Nr 540 s. 433–438.
- STALENGA J. 2010. Ocena stanu zrównowżenia gospodarki nawozowej w wybranych gospodarstwach ekologicznych w rejonie Brodnicy. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. Vol. 55(4) s. 117–120.
- STALENGA J., KAWALEC A. 2008. Emission of greenhouse gases and soil organic matter balance in different farming systems. International Agrophysics. Vol. 22 s. 287–290.
- TERLIKOWSKI J. 2013. Określanie ilości azotu mineralnego uwalnianego z gleby łąkowej (mady próchnicznej) na Żuławach Elbląskich. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 13. Z. 3 (43) s. 149–159.

Jan BUCZEK, Dorota BOBRECKA-JAMRO, Aneta JARECKA

REGIONAL DIFFERENTIATION OF THE BALANCE OF SOIL ORGANIC MATTER IN PODKARPACKIE PROVINCE

Key words: *balance, Podkarpackie Province, regional differentiation, soil organic matter, straw, Ward's cluster method*

S u m m a r y

The aim of this study was to estimate changes in the regional differentiation of soil organic matter balance against a background of environmental, organizational and economic conditions in Podkarpackie Province. The analysis covered the years 2002–2012 and was based on data from Statistical Office in Rzeszów and from district authorities of Podkarpackie Province. The balance of soil organic matter was calculated using degradation and reproduction coefficients. The obtained results were subjected to statistical analysis, calculating trend and variability coefficients and using Ward's cluster analysis. Total balance of soil organic matter in Podkarpackie Province in the years 2002–2012 was negative and amounted $-0.19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ on average, which resulted in the necessity of ploughing straw in the average amount of $0.90 \text{ t DM}\cdot\text{ha}^{-1}$. Reducing livestock density from 0.44 in 2002 to $0.26 \text{ LU}\cdot\text{ha}^{-1}$ in 2012 additionally limited the supply of organic matter from farmyard manure to soil.

From among the distinguished clusters, the lowest degree of degradation of soil organic matter ($-0.17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) and the highest manure production of over $1.27 \text{ t DM}\cdot\text{ha}^{-1}$ was found in districts located in the central-western part of Podkarpacie. Localities belonging to this cluster were characterised by the highest animal stock of $0.51 \text{ LU}\cdot\text{ha}^{-1}$ and by the lowest intensity of organization of crop production as a result of extensive cultivation of cereals that covered more than 80% in the crop structure. Definitely negative values of soil organic matter balance ($-0.45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) were recorded in districts located in the central-eastern part of Podkarpacie. High intensity of crop production organization, mainly in the Łańcut, Jarosław and Przemyśl districts, with predominance of winter wheat, maize for grain and winter oilseed rape in their structure of cropland, favoured mineralization of organic substance and the occurrence of negative balance, which requires annual fertilisation with straw in the amount of more than $2.14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ to achieve the balance.

Adres do korespondencji: dr inż. J. Buczek, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Produkcji Roślinnej, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów; tel. +48 17 785-53-19, e-mail: janbuczek7@gmail.com