

## **PORÓWNANIE BILANSU SUBSTANCJI ORGANICZNEJ W GLEBIE METODAMI EICHA I KUNDLERA ORAZ HEYLANDA**

Lesław Zimny, Roman Waclawowicz, Adam Zych  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** Podstawowym warunkiem uzyskania stabilnych i zadowalających plonów jest utrzymanie właściwego bilansu materii organicznej w glebie. Najprościej i najtaniej, a jednocześnie precyzyjnie możemy go określić, stosując metody Eicha i Kundlera lub Heylanda. Celem badań było oznaczenie wpływu stałego wprowadzania plonów ubocznych wszystkich roślin uprawnych w zmianowaniu (burak cukrowy – pszenica jara – jęczmień jary) i międzyplonów ścierniskowych na bilans substancji organicznej w glebie. Do analizy wykorzystano metody Eicha i Kundlera oraz Heylanda. Bilans przeprowadzono dla czterech systemów uprawy, często stosowanych w praktyce rolniczej w gospodarstwach Dolnego Śląska. Mimo różnych kryteriów oceny zawartości substancji organicznej w glebie, obie metody okazały się pomocne przy optymalizacji sposobu gospodarowania. Najprostszym sposobem poprawy bilansu materii organicznej w glebie jest nawożenie naturalne i/lub organiczne oraz zredukowanie intensywności uprawy roli.

**Słowa kluczowe:** bilans materii organicznej, metoda Eicha i Kundlera, metoda Heylanda

### **WSTĘP**

Podstawowym wskaźnikiem oceny poprawności gospodarowania jest zawartość substancji organicznej w glebie [Kuś 1998, Kuś i Kopiński 2012]. Kształtuje ona właściwości fizyczne [Lenart 1999, Zimny i Waclawowicz 2007], chemiczne [Janowiak i Murawska 1999, Waclawowicz i in. 2005], biologiczne i fitosanitarne gleby [Kucharski i in. 1992], ułatwia uprawę, zwiększa jej odporność na erozję [Kaspar i in. 2001] oraz stabilizuje plony [Kundler 1989, Wojciechowski 2009].

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Lesław Zimny, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław, e-mail: leslaw.zimny@up.wroc.pl

Bilans substancji organicznej w glebie jest kształtowany przez płodozmian [Lasocki 1998, Parylak i in. 2006, Smagacz i Kuś 2010], nawożenie naturalne i organiczne [Puła i Łabza 2004, Kupiec 2010] oraz uprawę roli [Blecharczyk i in. 2004]. Kinsella [1995] wykazał, że intensywna uprawa płuzna może w ciągu 20 lat zmniejszyć zawartość substancji organicznej w glebie nawet o 50%. Niekorzystnie na bilans może wpłynąć również ograniczenie nawożenia naturalnego. Malejące pogłowie zwierząt gospodarskich oraz bezściółkowe metody ich chowu sprawiają, że coraz mniej gruntów nawożonych jest obornikiem. Liczne badania wskazują jednak na możliwość zastąpienia nawozów naturalnych m.in. międzyplonami i słomą, których wartość nawozowa może być porównywalna z obornikiem [Siwicky 1971, Nowakowski 1997, Siuta 1999, Kuś i Jończyk 2000, Janowiak i Spsychaj-Fabisiak 2006]. Istotną rolę w tym zakresie mogą pełnić również liście buraczane, zwłaszcza że wykorzystanie plonu ubocznego buraka w celach paszowych zostało znacznie ograniczone [Przybył 1994, Waclawowicz 2013].

Bilans materii organicznej w glebie może być określony wieloma sposobami. Oprócz kosztownej i rzadko stosowanej w praktyce rolniczej analizy chemicznej dotyczącej zawartości próchnicy w glebie można zastosować prostą i beznakładową metodę Eicha i Kundlera [za Fotymą i Mercikiem 1995] lub Heylanda [Heyland 1991, Heyland i Lohmann 1997]. Jeśli w gospodarstwie występuje ujemne saldo bilansu substancji organicznej, do gleby należy wprowadzić nawozy naturalne i/lub organiczne. Korzystnie na zawartość próchnicy w glebie będzie również wpływać zredukowanie częstotliwości wykonywania zabiegów uprawowych oraz zmniejszenie ich głębokości.

Celem badań było porównanie bilansu materii organicznej gleby w czterech różnych systemach uprawy, zróżnicowanych pod względem uprawy roli, sposobu zagospodarowania plonów ubocznych oraz nawożenia międzyplonem ścierniskowym. W pracy wykorzystano metody Eicha i Kundlera oraz Heylanda.

## SCHEMAT PROJEKTU

Analizowany płodozmian obejmował trzy rośliny: buraka cukrowego, pszenicę jara oraz jęczmień jary (tab. 1).

Plony uboczne wszystkich roślin uprawnych w zmianowaniu (słoma –  $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} + 50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , liście buraczane –  $40 \text{ t/ha}$ ) wprowadzano do gleby w wybranych systemach (B, C, D). Rośliny były uprawiane w czterech wariantach uprawy:

- w systemie A (obiekt kontrolny) plony uboczne przedplonów zostały zebrane z pola, po zbiorze zbóż wykonano podorywkę, pod wszystkie rośliny stosowano natomiast orkę przedzimową na głębokość 25 cm;
- w systemie B podorywką przykrywano słomę, a słyconą do 15 cm zięblą międzyplon (gorczycę białą) oraz liście buraczane;
- w systemie C słomę przyorano podorywką, a międzyplon oraz liście buraczane pozostawiono do wiosny w postaci mulczu, po czym przemarniętą biomasę wymieszano z glebą za pomocą agregatu uprawowego;
- w najbardziej uproszczonym systemie D zrezygnowano z uprawy roli, wiosną zastosowano siew bezpośredni w mulcz ze słomy (burak cukrowy), ze słomy i międzyplonu (jęczmień jary) lub mulcz z liści buraczanych (pszenica jara).

Tabela 1. Systemy uprawy

Table 1. Cultivation systems

Ziębła 25 cm Fall ploughing 25 cm (A)	Ziębła 15 cm Fall ploughing 15 cm (B)	Uprawa konserwująca Conservation tillage (C)	Uprawa zerowa No-tillage (D)
Burak cukrowy – Sugar beet			
podorywka stubble ploughing ziębła 25 cm fall ploughing 25 cm uprawa przedsiewna* pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	słoma podorywka ♣ straw stubble ploughing ♣ ziębła 15 cm fall ploughing 15 cm uprawa przedsiewna pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	słoma podorywka ♣ straw stubble ploughing ♣  uprawa przedsiewna pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	słoma – straw     siew bezpośredni direct drilling
Pszenica jara – Spring wheat			
ziębła 25 cm fall ploughing 25 cm uprawa przedsiewna pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	liście – leaves ziębła 15 cm fall ploughing 15 cm uprawa przedsiewna pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	liście – leaves  uprawa przedsiewna pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	liście – leaves   siew bezpośredni direct drilling
Jęczmień jary – Spring barley			
podorywka stubble ploughing ziębła 25 cm fall ploughing 25 cm uprawa przedsiewna pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	słoma – straw podorywka ♣ stubble ploughing ♣ ziębła 15 cm fall ploughing 15 cm uprawa przedsiewna pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	słoma – straw podorywka ♣ stubble ploughing ♣  uprawa przedsiewna pre-sowing tillage siew tradycyjny conventional sowing	słoma – straw ♣ (siew bezpośredni) ♣ (direct drilling)  siew bezpośredni direct drilling

♣ – międzyplon ścierniskowy/stubble catch crop.

\* – uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (brona wirnikowa + wał strunowy)/tillage set (rotor harrow + string packer).

## BILANS SUBSTANCJI ORGANICZNEJ WEDŁUG EICHA I KUNDLERA

Jest wiele metod bilansowania substancji organicznej w glebie. Większość z nich opiera się na kosztownych badaniach gleby. Istnieją też metody uproszczone. Jedną z nich jest metoda Eicha i Kundlera [za Fotymą i Mercikiem 1995], która w prosty i szybki sposób pozwala oszacować czy w danym płodozmianie materia organiczna jest degradowana czy następuje jej przyrost, czyli reprodukcja (tab. 2). Współczynniki te przyjęto w kodeksie dobrej praktyki rolniczej [2002]. Ich wartości dla różnych roślin i różnych rodzajów gleb odpowiadają ilości substancji organicznej w t/ha, o jaką gleba zostanie wzbogacona (+) lub zubożona (–) w wyniku jednorocznej uprawy danej rośliny. Metoda ta przyporządkowuje różne współczynniki do podstawowych grup roślin: ujemne

Tabela 2. Współczynniki reprodukcji (+) i degradacji (–) glebowej substancji organicznej [t·ha<sup>-1</sup>/rok] według Eicha i Kundlera [za Fotymą i Mercikiem 1995]Table 2. Coefficients of reproduction (+) and degradation rate (–) of soil organic matter [t·ha<sup>-1</sup>/year] by Eich and Kundler [by Fotyma and Mercik 1995]

Roślina lub nawóz Plant or fertilizer	Jednostka Unit	Współczynniki dla gleb Coefficients for soil		
		lekkich light	średnich medium	ciężkich deep
Okopowe, warzywa korzeniowe Root crops, root vegetables	1 ha	–1,26	–1,40	–1,54
Kukurydza, warzywa liściaste Corn, leafy vegetables	1 ha	–1,12	–1,15	–1,22
Zboża, oleiste, włókniste Cereals, oil plants, fiber plants	1 ha	–0,49	–0,53	–0,56
Strączkowe Leguminous plants	1 ha	+0,32	+0,35	+0,38
Trawy polowe Forage grasses	1 ha	+0,95	+1,05	+1,16
Motylkowe i ich mieszanki Papilionaceous plants and their intercrop	1 ha	+1,89	+1,96	+2,10
Międzyplony na zielony nawóz Catch crop for green manure	1 ha	+0,63	+0,70	+0,77
Obornik [25% s.m.] Manure [25% d.m.]	1 t s.m. 1 t d.m.		+0,35	
Gnojowica [6–8% s.m.] Slurry [6–8% d.m.]	1 t s.m. 1 t d.m.		+0,28	
Słoma [85% s.m.] Straw [85% d.m.]	1 t s.m. 1 t d.m.		+0,21	
Liście buraczane [15% s.m.] Beet leaves [15% d.m.]	1 t s.m. 1 t d.m.		+0,14	

– zbożowe, oleiste, okopowe oraz dodatnie – strączkowe, trawy, motylkowe, międzyplony na przyoranie. Współczynniki te ustalono dla różnych gleb – lekkich, średnich i ciężkich. Opracowano też współczynniki dla nawozów naturalnych (obornik, gnojowica) i organicznych (słoma, liście buraczane), które wzbogacają glebę w materię organiczną. Według tej klasyfikacji, rośliny okopowe (burak, ziemniak) zaliczane są do roślin najsilniej degradujących środowisko glebowe. Wynika to z intensywnej uprawy roli pod te rośliny oraz naruszenia naturalnego układu gleby wywołanego wykopywaniem korzeni czy bulw, a w efekcie przyspieszonej mineralizacji substancji organicznej. Wartość ubytku spowodowanego przez uprawę okopowych jest stosunkowo wysoka, zważywszy, że gleba lekka o zawartości 1,5% próchnicy zawiera jej na 1 ha około 45 t. Nie zawsze roślina uważana za dobry przedplon jest dobrym elementem zmianowania. Oddziaływanie buraka cukrowego będzie pozytywne, jeśli pod jego uprawę zostanie zastosowana pełna dawka obornika lub duża masa międzyplonu, a na polu pozostaną jego liście. Podsumowując, bilans substancji organicznej w glebie jest tym korzystniejszy, im wyższa jest suma określonych współczynników. Znając udział poszczególnych grup roślin w zmia-

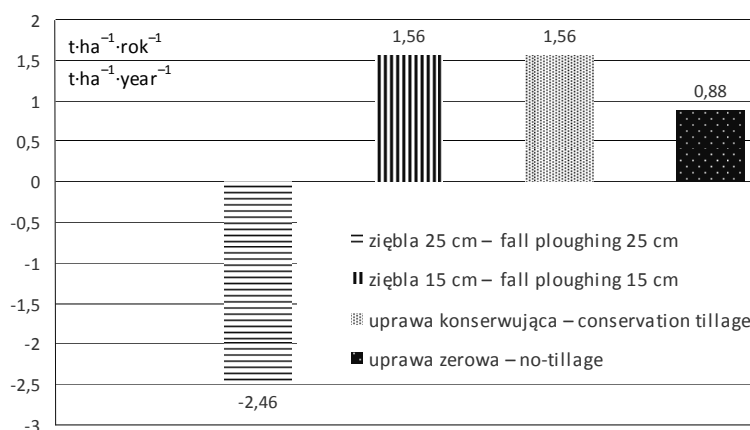
nowaniu, ilość wprowadzonych do gleby plonów ubocznych i międzyplonów można w prosty sposób sporządzić bilans substancji organicznej dla całego zmianowania.

Standardowa uprawa orkowa, jaka jest wykonywana w większości gospodarstw, przyczynia się do znacznej degradacji glebowej materii organicznej, m.in. dlatego w systemie A uzyskano ujemny bilans (-2,46) – tabela 3, rysunek 1. Prostym sposobem poprawy tego wskaźnika może być pozostawienie słomy na polu oraz dodatkowe wprowadzenie międzyplonu ścierniskowego pozwalających na odbudowanie się glebowej materii organicznej (system B). W przeprowadzonej analizie zarówno w systemie B, jak i C uzyskano taki sam wskaźnik (+1,56). Wynika to z metodyki Eicha i Kundlera, w której nie bierze się pod uwagę głębokości uprawy, co jest niewątpliwie jej wadą. Prowadząc uprawę zerową (D), uzy-

Tabela 3. Bilans substancji organicznej w płodozmianie według Eicha i Kundlera (współczynniki reprodukcji (+) i degradacji (-) glebowej substancji organicznej [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ])

Table 3. Organic matter balance in crop rotation by Eich and Kundler (coefficients of reproduction (+) and degradation rate (-) of soil organic matter [ $t \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$ ])

Zabieg Practice	Systemy uprawy – Cultivation system											
	burak cukrowy sugar beet				pszenica jara spring wheat				jęczmień jary spring barley			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Roślina Crop	-1,40	-1,40	-1,40	-1,40	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53
Słoma Straw		+0,89	+0,89	+0,89						+0,89	+0,89	+0,89
Międzyplon Catch crop		+0,70	+0,70							+0,70	+0,70	+0,70
Liście Leaves						+0,84	+0,84	+0,84				
Saldo Balance	-1,40	+0,19	+0,19	-0,49	-0,53	+0,31	+0,31	+0,31	-0,53	+1,06	+1,06	+1,06



Rys 1. Bilans substancji organicznej dla różnych systemów uprawy według Eicha i Kundlera

Fig. 1. Organic matter balance for different cultivation system by Eich and Kundler

skało dodatni rezultat (+0,88), był on jednak znacznie niższy od uzyskanego w systemach B i C. Wynika to z ograniczenia uprawy międzyplonów ścierniskowych w tym systemie.

Podsumowując, bilans materii organicznej we wszystkich czterech systemach okazał się nieznacznie dodatni lub ujemny. Na taki wynik złożyła się krótka rotacja (3 lata) oraz brak roślin z rodziny bobowatych i obornika. Płyńie stąd wniosek, że w krótkich zmianowaniach zbożowych bez obornika należy uprawiać międzyplony i pozostawiać na polu plony uboczne, które pozwalają na odbudowanie substancji organicznej w glebie. Jeśli nie uwzględnimy w zmianowaniu tych elementów, to gleba w krótkim czasie ulegnie szybkiej degradacji, na co wskazuje ujemny współczynnik degradacji po pierwszej rotacji w systemie A (-2,46), pogłębiający się wraz z upływem lat.

## BILANS SUBSTANCJI ORGANICZNEJ WEDŁUG HEYLANDA

Inną metodą bilansowania substancji organicznej w glebie jest metoda Heylanda [1991]. Obejmuje ona wskaźniki przyporządkowane głębokości uprawy (1 cm = -1 pkt) – tabela 4. Ujemne punkty wynikają z przyspieszonej mineralizacji substancji organicznej w wyniku jej natlenienia. Dodatnie punkty przyporządkowano nawozom naturalnym i organicznym. Jest to rzadziej stosowana, ale bardziej kompleksowa metoda, gdyż wskaźniki degradacji są uzależnione od głębokości prowadzonej uprawy roli, a w bilansie można ująć częstotliwość jej wykonywania.

Tabela 4. Wskaźniki reprodukcji (+) i degradacji (-) substancji organicznej według Heylanda

Table 4. Coefficients of reproduction (+) and degradation rate (-) of organic matter by Heyland

Zabieg Practice	Jednostka Unit	Wskaźnik Index
Podorywka Stubble ploughing	10 cm	-10
Doprawianie roli Secondary tillage	10 cm	-10
Kultywatorowanie Cultivating	15 cm	-15
Orka płytka Shallow ploughing	15 cm	-15
Orka głęboka Deep ploughing	25 cm	-25
Resztki poźniwne (korzenie i ścierni) Post-harvest residue (roots and stubble)	1 ha	+20
Słoma – Straw	10 t	+77
Obornik – Manure	10 t	+25
Gnojowica – Slurry	10 t	+16
Międzyplon na zielony nawóz* Catch crop for green manure	10 t	+12
Liście buraczane* Beet leaves	10 t	+9

\* Wyliczenia własne/Personal calculations.

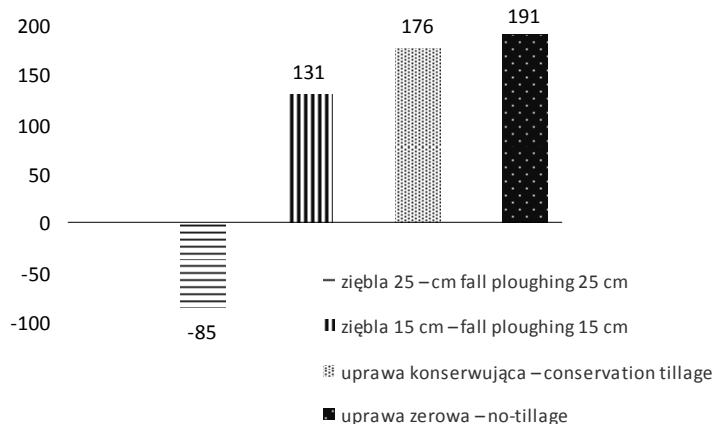
Splęcenie orki o 10 cm i wprowadzenie międzyplonu ścierniskowego (system B) pozwoliło zwiększyć wskaźnik reprodukcji glebowej materii organicznej ponad 2,5-krotnie w stosunku do stwierdzonego na poletkach, na których wykonano orkę na głębokość 25 cm i zaniechano uprawy międzyplonu (tab. 5, rys. 2). Zastąpienie pługa agregatem uprawowym (uprawa konserwująca – system C) przyczyniło się do wzrostu zawartości materii organicznej w glebie. Najkorzystniejszy współczynnik (+191) uzyskano po całkowitym zrezygnowaniu z uprawy roli (D). Ten system jest najbardziej zbliżony do warunków naturalnych panujących w środowisku glebowym. Rola jest wzruszana tylko w minimalnym stopniu, co przyczynia się do intensyfikacji jej życia biologicznego. Materia organiczna, mimo że pozostaje na powierzchni gleby, wpływa na wzrost zawartości próchnicy w całej warstwie ornej, głównie dzięki zwiększonej populacji organizmów glebowych, szczególnie dżdżownic. Rozpatrując bilans substancji organicznej w czasie należy pamiętać, że wkład uprawy i wprowadzonej do gleby biomasy kumuluje się w kolejnych latach, a różnice między poszczególnymi systemami stają się coraz większe.

Tabela 5. Bilans substancji organicznej w płodozmianie według Heylanda (współczynniki reprodukcji (+) i degradacji (–) glebowej substancji organicznej [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ])

Table 5. Organic matter balance in crop rotation by Heyland (coefficients of reproduction (+) and degradation rate (–) of soil organic matter [ $t \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$ ])

Zabieg Practice	Systemy uprawy – Cultivation system											
	burak cukrowy sugar beet				pszenica jara spring wheat				jęczmień jary spring barley			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Resztki poźniwne Post-harvest residue	+20	+20	+20	+20					+20	+20	+20	+20
Słoma – Straw		+40	+40	+40					+40	+40	+40	
Podorywka Stubble ploughing	–10	–10	–10						–10	–10	–10	
Międzyplon Catch crop		+35	+35						+35	+35	+35	
Liście – Leaves					+36	+36	+36					
Ziębła 25 cm Fall ploughing 25 cm	–25				–25				–25			
Ziębła 15 cm Fall ploughing 15 cm		–15				–15				–15		
Uprawa przedsiewna 10 cm Pre-sowing tillage 10 cm	–10	–10	–10		–10	–10	–10		–10	–10	–10	
Saldo Balance	–25	+60	+75	+60	–35	+11	+26	+36	–25	+60	+75	+95

Metoda Heylanda jest szacunkowa, opiera się jedynie na głębokości uprawy. W metodzie tej nie różnicuje się sposobów przygotowywania stanowiska. Przykładowo uprawa gruberem na 15 cm będzie w innym stopniu wpływać na stanowisko niż uprawa pługiem wykonana na tę samą głębokość.



Rys. 2. Bilans substancji organicznej dla różnych systemów uprawy według Heylanda

Fig. 2. Organic matter balance for different cultivation system by Heyland

## PODSUMOWANIE

Podstawowym warunkiem uzyskania stabilnych i zadowalających plonów jest utrzymanie właściwego bilansu materii organicznej w glebie. Oprócz kosztownej i rzadko stosowanej w praktyce rolniczej analizy chemicznej dotyczącej zawartości próchnicy w glebie można zastosować prostą i beznakładową metodę Eicha i Kundlera lub Heylanda.

Mimo różnych kryteriów oceny zawartości substancji organicznej w glebie obie metody są pomocne przy optymalizacji sposobu gospodarowania. W metodzie Eicha i Kundlera kryterium oceny jest przynależność roślin uprawianych w płodozmianie do określonych grup użytkowych oraz rodzaj i dawka nawożenia naturalnego/organicznego. Współczynniki dodatkowo są zróżnicowane w zależności od kategorii ciężkości gleby. Metoda Heylanda jest prostsza, ale bardziej kompleksowa. Opiera się na intensywności uprawy roli, obecności pozostawionych resztek poźniwnych i zastosowanej dawki nawożenia naturalnego lub organicznego. Stosując tę metodę, najkorzystniejszy bilans substancji organicznej wykazano w warunkach uprawy zerowej, a prowadząc analizę metodą Eicha i Kundlera po zastosowaniu uprawy uproszczonej.

Jeśli w gospodarstwie występuje ujemne saldo bilansu substancji organicznej, do gleby należy wprowadzić nawozy naturalne i/lub organiczne. Korzystnie na zawartość próchnicy w glebie będzie również wpływać zredukowanie częstotliwości wykonywania zabiegów uprawowych oraz zmniejszenie ich głębokości.

## LITERATURA

- Blecharczyk A., Małecka I., Skrzypczak G., 2004. Wpływ uproszczonej uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie kukurydzy oraz na właściwości gleby. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(1), 157–163.
- Fotyma M., Mercik S., 1995. *Chemia rolna*. Wyd. PWN, Warszawa.



- Heyland K.U., 1991. Bilans substancji organicznej w glebie. Mat. semin. Akademia Rolnicza we Wrocławiu, 1–12.
- Heyland K.U., Lohmann G., 1997. The assessment of crop rotation in reference to increasing different yields and yield assuring production methods. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura 64, 185–192.
- Janowiak J., Murawska B., 1999. Kształtowanie się ogólnej zawartości C i N w glebie pod wpływem nawożenia organicznego i mineralnego w wieloletnim doświadczeniu statycznym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465, 331–339.
- Janowiak J., Spychaj-Fabisiak E., 2006. Próchnicotwórcza rola słomy przyorywanej bez obornika i razem z obornikiem na tle zróżnicowanego nawożenia azotem na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 512, 201–207.
- Kaspar T.C., Radke J.K., Lafen J.M., 2001. Small grain cover crops and wheel traffic effects on infiltration, runoff, and erosion. J. Soil Water Conserv. 56, 160–164.
- Kinsella J., 1995. The effect of various tillage systems in soil compaction. Farming for a Better Environment, A White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, 15–17.
- Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2002.
- Kucharski J., Niklewska-Larska T., Niewolak T., 1992. Wpływ substancji organicznej i niektórych grup drobnoustrojów na liczebność i aktywność mikroorganizmów glebowych. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura 54, 23–32.
- Kundler P., 1989. Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. DL Berlin.
- Kupiec J., 2010. Bilans substancji organicznej w glebach wybranych gospodarstw rolnych zlokalizowanych w zlewniach wód wrażliwych. Nauka Przyr. Technol. 4, 4, 1–9.
- Kuś J., 1998. Dobra Praktyka Rolnicza w gospodarce płodozmianowej i uprawie roli. Konf. Nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”. T. 1, Puławy 3–4, 1998, 279–300.
- Kuś J., Jończyk K., 2000. Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470, 49–57.
- Kuś J., Kopiński J., 2012. Gospodarowanie glebową materią organiczną we współczesnym rolnictwie. Zag. Dor. Rol. 2, 5–27.
- Lasocki W., 1998. Bilans substancji organicznej w glebie. ODR, Olecko.
- Lenart S., 1999. Materia organiczna gleby a wodoodporność agregatów glebowych w warunkach wieloletniego nawożenia i zmianowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 465, 289–301.
- Nowakowski M., 1997. Nowości technologiczne w uprawie buraka cukrowego. Mat. semin. „Produkcja buraka cukrowego w świetle przystąpienia Polski do Unii Europejskiej”. ODR Piotrowice, 3–22.
- Parylak D., Sebzda J., Waclawowicz R., 2006. Siedliskowe i produkcyjne skutki wieloletniej uprawy owsa w uproszczonych płodozmianach na glebie lekkiej. Fragm. Agron. 2, 140–148.
- Przybył J., 1994. Porównanie technologii zbioru buraków cukrowych w aspekcie sposobu wykorzystania liści. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 416, 125–130.
- Puła J., Łabza T. 2004. Wpływ nawożenia organicznego na zawartość i skład frakcyjny związków próchnicznych gleby lekkiej. Annales UMCS, Sec. E, 59, 4, 1513–1519.
- Siuta A., 1999. Wpływ nawożenia słomą i biomasa międzyplonu ścierniskowego na plonowanie zbóż i wybrane wskaźniki żyzności gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467, 245–251.
- Siwicki S., 1971. Wartość nawozowa międzyplonów i obornika w uprawie buraków cukrowych. Biul. IHAR 6, 59–71.
- Smagacz J., Kuś J., 2010. Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. Fragm. Agron. 4, 119–134.
- Waclawowicz R., 2013. Siedliskowe i produkcyjne skutki polowego zagospodarowania liści buraka cukrowego. Wyd. UP Wroc., Monogr. 165.

- Waclawowicz R., Zimny L., Malak D., 2005. Dynamika zmian właściwości chemicznych gleby średniej pod wpływem różnych systemów nawożenia buraka cukrowego. *Fragm. Agron.* 1, 600–612.
- Wojciechowski W., 2009. Znaczenie międzyplonów ścierniskowych w optymalizacji nawożenia azotem jakościowej pszenicy jarej. *Wyd. UP Wroc., Monogr.* 76.
- Zimny L., Waclawowicz R., 2007. Zmiany właściwości fizycznych gleby w uprawie buraka cukrowego pod wpływem zagęszczania roli oraz zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Zesz. Nauk. UP Wroc., Inż. Rol.* 552, 6, 55–64.

### THE COMPARISON OF SOIL ORGANIC MATTER BALANCE WITH METHODS BY EICH AND KUNDLER, AND HEYLAND

**Summary.** The basic condition for a stable and satisfactory yields is to maintain the proper balance of soil organic matter. SOM forms the physical, chemical, biological and phytosanitary soil properties, make the tillage easier to do, reduces the process of erosion as well as stabilizes crop yielding. The content of soil organic matter depends on environmental and anthropogenic factors such crop rotation, natural and organic fertilization and intensity of tillage. The balance of organic matter in our soil often declines because of common implementation of cereal monoculture and specialist crop rotation into agricultural practice and due to reduction of natural fertilization as a result of decrease in livestock population and the method of their breeding. The monitoring of humus content in soils is the basic element of the program to improve the environmental soil properties. The chemical analysis of the humus content in soil is one of expensive method and it is rarely used by farmers. Instead of that one may use the simple and no outlay method by Eich and Kundler or Heyland. If in the farm the balance of soil organic matter is negative one should change the method of management. The manure or other organic fertilizers should be applied. In the farms with no livestock cover crops and by-products of previous crops should be used (straw, sugar beet leaves, composts). The reduction in frequency of tillage as well as its depth will also favorably affect the soil humus content. The aim of the study was to compare the balance of soil organic matter in four varying cultivation systems diversified as tillage, the method of by-product management and fertilization with stubble catch crop are concerned. In paper the methods by Eich and Kundler and Heyland were used. They let to assess in simple and fast way if soil organic matter in particular crop rotation is declined or reproduced. In spite of the different criteria of assessment of soil organic matter, both methods turned out to be useful for the optimization of management. In short cereal crop rotation with no manure one should cultivate cover crops and leave by-products in the field to rebuild the organic matter in soil. If it will be not apply in crop rotation, the soil will degrade in short time as indicated the negative balance of crop rotation in which the by-products of previous crops were removed from the field and the tillage was traditional.

**Key words:** balance of soil organic matter, Eich and Kundler's method, Heyland's method