

Wpłynęło 07.07.2014 r.
Zrecenzowano 11.08.2014 r.
Zaakceptowano 20.08.2014 r.

Nakłady na uprawę roli w technologii zachowawczej i tradycyjnej

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Wiesław GOLKA^{ABCDEF}, **Stanisław PTASZYŃSKI**^{AB}

Institut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Mazowiecki Ośrodek Badawczy w Kłudzienku

Streszczenie

Dla gospodarstwa, w którym zastosowano 5-letnią rotację roślin uprawnych, obliczono nakłady na prace polowe w technologii z uprawą zachowawczą (bez orki) oraz technologii tradycyjnej (z orką). W nakładach uwzględniono: czasochłonność, zużycie paliwa i nakłady energii, stanowiącej iloczyn średniego oporu (siły uciążu), zmierzonego w czasie prób polowych i drogi pokonywanej na powierzchni 1 ha. Uzyskane wyniki badań ogółem (dla 5-letniej rotacji), wskazują na znaczne różnice zarówno w czasochłonności (6,60 i 13,31 h·ha⁻¹), zużyciu paliwa (105,7 i 240,1 l·ha⁻¹), jak i energochłonności (575 i 1197 MJ·ha⁻¹) porównywanych technologii, na korzyść technologii zachowawczej. Uwagę zwraca duża różnica w liczbie zabiegów uprawy i siewu w porównywanych technologiach. W uprawie orkowej w 5-letnim zmianowaniu jest to 19 zabiegów pochłaniających 1031 MJ·ha⁻¹, a dla uprawy bez orki tylko 8 zabiegów wymagających 423 MJ·ha⁻¹. Mając na uwadze racjonalne zmniejszenie kosztów produkcji roślinnej, w powiązaniu z dbałością o środowisko, wskazane jest ograniczanie areалу uprawianego metodą tradycyjną (płużną), przez wprowadzenie na większą skalę techniki uprawy zachowawczej oraz siewu bezpośredniego. Pozostawienie resztek poźniwnych na powierzchni gleby, oprócz zwiększenia jej aktywności biologicznej, może przyczynić się do zmniejszenia spływów powierzchniowych, zwiększenia retencji wodnej gleby, a tym samym zmniejszenia zagrożenia powodziowego.

Słowa kluczowe: uprawa roli, zużycie paliwa, pracochołonność, nakłady energii

Wstęp

Celem uprawy roli i siewu nasion jest stworzenie jak najlepszych warunków do umieszczenia i rozwoju w glebie materiału siewnego uprawianych roślin. Cel ten od lat nie ulega zmianie. Zmieniają się natomiast metody stosowane do jego osiągnięcia. Wysokonakładowe rolnictwo intensywne zastępowane jest rolnictwem zrównowa-



żonym. W ostatnich latach intensywna uprawa roli prowadzi do znacznej degradacji środowiska glebowego. Poszukuje się technik uprawy, które sprzyjają ochronie gleby oraz bioróżnorodności. Taki kierunek zmian w technologiach uprawy gleby wskazywany jest w wielu publikacjach naukowych [KOGUT 2011a, b; WEBER 2010]. Prowadzone są również liczne badania nad metodami aplikacji różnych preparatów biologicznych, nawozów i żeli do gleby, w celu wzmocnienia jej aktywności biologicznej [KOWALSKA i in. 2012].

Wszelkie zabiegi dotyczące uprawy gleby i siewu nasion, sprzyjające procesom mineralizacji i utlenienia materii organicznej gleby, będą powodowały niekorzystną emisję gazów cieplarnianych. Natomiast zabiegi i działania zmniejszające nawożenie mineralne, przez większy odzysk składników pokarmowych z glebowej materii organicznej i większą pojemność magazynowania w glebie nawozów mineralnych (mniejsze straty wypłukiwania, większa efektywność), będą tę emisję ograniczały [GOLKA 2011; PTASZYŃSKI, GOLKA 2012]. W coraz szerszym zakresie realizowane są także cele ekologiczne, rozumiane jako ochrona środowiska przyrodniczego przed zagrożeniami, wynikającymi z nadmiernego ugniatania i przesuszania gleby w wyniku pracy narzędzi i maszyn.

Szczególne znaczenia nabiera utrzymanie oraz przeciwdziałanie zmniejszaniu się materii organicznej w glebie. Ma to bezpośredni związek z żyznością gleby. Wyniki badań wskazują, że w ostatnich 20 latach na bilans glebowej materii organicznej ujemnie wpływają: malejący udział roślin wieloletnich w strukturze zasiewów, spadek pogłowia zwierząt w gospodarstwach rolnych oraz postępująca specjalizacja produkcji rolnej [KOPIŃSKI, KUŚ 2011].

Obecnie głównym celem uprawy jest nadanie roli możliwie najkorzystniejszych właściwości fizycznych, biologicznych i chemicznych oraz zwiększenie biologicznej aktywności gleby. Wyniki badań stosowania zachowawczego systemu uprawy roli wskazują na możliwość poprawy właściwości fizycznych gleby na skutek wzrostu zawartości materii organicznej w glebie. Powstaje wówczas trwała struktura gruzelkowata gleby, zwiększa się także wspomaganie życia biologicznego w glebie [ANKEN i in. 2004; HOLLAND 2004; MESTELAN i in. 2006; WŁODEK i in. 2014]. W dłuższym okresie stosowania uprawy bez orki, struktura gleby staje się coraz bardziej zbliżona do stanu w środowisku naturalnym. Taki stan gleby zwiększa retencję wodną, zmniejsza jej zlewność i skłonność do zaskorupiania, umożliwia lepsze wchłanianie i przenikanie wody oraz ułatwia rozwój systemu korzeniowego roślin uprawnych [JANKOWIAK, MAŁECKA 2008].

Powyższym oczekiwaniom sprzyja uprawa zachowawcza, w której intensywność oddziaływania na glebę jest ograniczana w sposób respektujący fizjologię życia gleby i roślin. Jest to system uprawy gleby z wykorzystaniem szeroko rozumianego mulczowania resztkami roślinnymi, mający na celu ochronę gleby przed degradacją (głównie fizyczną i biologiczną), oraz zachowanie jej produktywności. System ten ogranicza zaburzenia w strukturze gleby i jej bioróżnorodności oraz łagodzi skutki zmian klimatycznych. W produkcji zbóż coraz częściej stosowany jest też siew bezpośredni, do którego stosowania zachęcają pozytywne wyniki badań, uzyskane przez różnych autorów [BISKUPSKI i in. 2012; GOLKA i in. 2014]. Dotychczasowe

wyniki badań potwierdzają, że zachowawcza uprawa roli umożliwia uzyskanie plonów na podobnym poziomie, jak uprawa z orką, będąc jednocześnie bardziej oszczędną w nakładach pracy i zużyciu paliwa [BUJAK i in. 2001; GAWĘDA i in. 2006; JABŁOŃSKI, KAUS 1997; VISELGA, KAMIŃSKI 2001].

W Polsce powszechnie stosowana jest klasyczna uprawa roli z użyciem pługa, jako podstawowego narzędzia uprawowego oraz zabiegami doprawiającymi i pielęgnacyjnymi. Szacuje się, że uprawa taka pochłania 30–60% paliwa i 20–40% nakładów pracy w całej technologii [GAWĘDA i in. 2006]. Na powierzchni 5–10% gruntów zamiast pługa stosuje się uprawę zachowawczą (kultywatory oraz inne narzędzia spulchniające), natomiast tylko na ok. 1% powierzchni siew bezpośredni [SMAGACZ 2013].

W latach 2009–2014 w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym oraz w Instytucie Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa prowadzono, w ramach programu operacyjnego „Innowacyjna Gospodarka”, projekt pt. „System uprawy gleby dla rolnictwa zrównoważonego”. Wykonano badania porównawcze różnych wariantów technologii uprawy zachowawczej, siewu bezpośredniego oraz uprawy płużnej. Prowadzono również prace badawcze i konstrukcyjne, w wyniku których uzyskano nowy agregat uprawowo-siewny, bazujący na spulchniaczu obrotowym, przeznaczony do uprawy zachowawczej gleby. Wyniki badań umieszczono m.in. w raporcie końcowym z projektu [GOLKA i in. 2014].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie nakładów ponoszonych na prace polowe w technologii zachowawczej (bez orki), z użyciem nowego agregatu uprawowo-siewnego na spulchniaczu obrotowym, oraz w technologii tradycyjnej (z orką).

Metoda i zakres badań

Badana w pracy technologia uprawy zachowawczej polega na płytkiej uprawie spulchniaczem obrotowym na różnicowaną głębokość i – co kilka lat – uprawie całego profilu produkcyjnego pod rośliny głęboko korzeniące się. Ma ona za zadanie utrzymanie stabilnego potencjału produkcyjnego gleby i uniemożliwienie jej degradacji w wyniku prowadzonej produkcji roślinnej. Nowością w tej technologii jest dwuetapowa uprawa ściernisk nowym spulchniaczem obrotowym, opracowanym w Mazowieckim Ośrodku Badawczym ITP w Kłudzienku. Dotychczas technologia ta nie była wykorzystywana w gospodarstwach stosujących uprawę zachowawczą z użyciem spulchniaczy. W pierwszym etapie następuje uprawa ścierniska spulchniaczem obrotowym z podwójnym wałem strunowym na bardzo małą głębokość (5 cm), po której przykrycie ścierniska jest niewielkie. Powoduje to szybkie i liczne wschody chwastów i samosiewów. W krótkim czasie rośliny przerastają warstwę słomy, tworząc wilgotną matę, w której rozpoczyna się proces rozkładu słomy. W drugim etapie wykonuje się uprawę głębszą – na ok. 12 cm, w wyniku której wyrastające rośliny są niszczone. Pozostałe na powierzchni rozdrobnione i równomiernie rozmieszczone resztki roślin nie zakłócają pracy redlic siewników rzędowych, zwłaszcza redlic tarczowych i stanowią ochronę dla gleby.

Technologię tę zestawiono z technologią uprawy konwencjonalnej z orką, powszechnie stosowaną przez naszych rolników. Porównano nakłady na prace polowe w 5-letnim zmianowaniu: pszenica – buraki cukrowe – kukurydza – żyto – rzepak

ozimy. W nakładach uwzględniono: czasochłonność, zużycie paliwa i zużycie energii. Wskaźniki: wydajność W_{07} , czas operacyjny T_{07} i zużycie paliwa ustalono na podstawie badań polowych przeprowadzonych na glebach średnich w okolicach Kłudzienka oraz korzystając z opracowania Muzalewskiego, dotyczącego kosztów eksploatacji maszyn rolniczych [MUZALEWSKI 2010]. W celu obliczenia nakładów energii dokonano pomiarów siły uciążu zastosowanych ciągników. Do pracy z agregatem uprawowym użyto ciągnika o mocy 120 kW, do prac lżejszych – ciągnik o mocy 60 kW. Nakłady energii obliczono jako iloczyn średniego oporu na haku zmierzonego w czasie prób oraz drogi pokonywanej przez zestaw na powierzchni 1 ha. Pomiary wykonywano na agregatach o szerokościach roboczych 3,0 i 3,6 m. Uzyskane wartości przeliczono dla agregatu o szerokości roboczej 4,5 m.

Wyniki badań

Dla każdej z występujących w płodozmianie roślin uprawnych przyjęto odpowiedni zestaw zabiegów agrotechnicznych (bez zbioru) oraz środków technicznych, stosowanych w praktyce rolniczej.

Wyniki obliczeń dla przyjętej technologii z uprawą bez orki przedstawiono w tabeli 1.

Podsumowanie wyników dla 5-letniej rotacji, zawartych w tabeli 1, przedstawiono w tabeli 2.

Nakłady na prace polowe (bez zbioru), dla poszczególnych roślin oraz dla 5-letniej rotacji w technologii z uprawą tradycyjną (z orką), przedstawiono w tabelach 3 i 4.

Porównanie wyników obliczeń ogółem dla 5-letniej rotacji (tab. 2 i 4) wskazuje na znaczne różnice zarówno w czasochłonności (6,60 i 13,31 h·ha⁻¹), zużyciu paliwa (105,7 i 240,1 l·ha⁻¹), jak i energochłonności (575,0 i 1197,0 MJ·ha⁻¹) porównywanych technologii uprawy roli, na korzyść technologii bezorkowej. Zdecydowanie mniejsze nakłady czasu, paliwa oraz energii netto w technologii bez orki dotyczą przede wszystkim zabiegów uprawy i siewu.

W badaniach Gawędy, dotyczących efektywności energetycznej różnych systemów uprawy roli w zmianowaniu trójpolowym [GAWĘDA i in. 2006], wykazano brak istotnych statystycznie różnic w plonowaniu pszenicy ozimej i ziemniaków. Stwierdzono natomiast, że system bez orki, mimo zmniejszenia nakładów pracy i zużycia paliwa nie powodował poprawy wskaźnika efektywności energetycznej, liczonego jako stosunek wartości energetycznej plonu do wielkości nakładów energetycznych poniesionych na uzyskanie produkcji w odniesieniu do 1 ha.

Jednak, średnio dla zmianowania, różnice między systemem bezorkowym z uprawą płytką a systemem orkowym z uprawą głęboką, wynosiły ok. 14% dla nakładów robocizny i ok. 12% w zużyciu paliwa. Według obliczeń podanych w tabelach 1–4, nakłady robocizny i zużycie paliwa były dwukrotnie większe w technologii tradycyjnej.

Obniżone koszty produkcji w porównaniu z technologią tradycyjną, wykazują także inni autorzy. Dzieńis podaje, że uprawa zachowawcza z mulczowaniem, w stosunku do technologii tradycyjnej, zmniejsza koszty robocizny i energii o ok. 35% [DZIEŃIS i in. 2003].

Tabela 1. Nakłady na prace polowe w technologii uprawy zachowawczej z zastosowaniem agregatu na bazie spulchniacza obrotowego

Table 1. Expenditures for field works in conservation tillage technology using an aggregate based on rotating soil loosener

Opis zabiegu Description of treatment	Czasochłonność T_{07} Time-consumption T_{07} [h·ha ⁻¹]	Zużycie paliwa Fuel consumption [l·ha ⁻¹]	Energochłonność Energy-consumption [MJ·ha ⁻¹]
1	2	3	4
Buraki cukrowe po pszenicy Sugar beets after wheat			
Uprawa ścierniska z siewem międzyplonu – agregat uprawowo-siewny 4,5 m, ciągnik 120 kW Stubble cultivation with intercrop sowing – cultivation-sowing aggregate 4.5 m, tractor 120 kW W_{07} 4,5 ha·h ⁻¹	0,25	5,0	40
Oprysk na samosiewy pszenicy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Spraying of wheat self-seeding – sprayer 18 m, tractor 60 kW W_{07} 7,0 ha·h ⁻¹	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz zawieszany, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader, tractor 60 kW W_{07} 6,0 ha·h ⁻¹	0,15	1,2	4
Siew buraków w mulcz ze spulchniaczem rzędowym 6 rzędów, ciągnik 60 kW Beet sowing in mulch with 6-row loosener, tractor 60 kW W_{07} 1,5 ha·h ⁻¹	0,55	16,0	90
Nawożenie RSM – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Urea ammonium nitrate fertilizing – sprayer 18 m, tractor 60 kW W_{07} 7,0 ha·h ⁻¹	0,15	1,5	6
Oprysk chwastobójczy – opryskiwacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Weed spraying – mounted sprayer 18 m, tractor 60 kW W_{07} 7,0 ha·h ⁻¹	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader, tractor 60 kW W_{07} 6,0 ha·h ⁻¹	0,15	1,2	4
Nawożenie mineralne – rozsiewacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader, tractor 60 kW W_{07} 6,0 ha·h ⁻¹	0,15	1,2	4
Razem Total	1,70	29,1	160
Kukurydza po burakach Maize after beets			
Uprawa z siewem międzyplonu – agregat uprawowo-siewny 4,5 m, ciągnik 120 kW Cultivation with intercrop sowing – cultivation-sowing aggregate 4.5 m, tractor 120 kW W_{07} 4,5 ha·h ⁻¹	0,25	5,0	47

1	2	3	4
Nawożenie przed zimą mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing before winter – spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Nawożenie wiosną mineralne – rozsiewacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing in spring – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk glyfosatem – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Glyfosat spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Siew ze spulchniaczem pasowym 5 rzędów – ciągnik 120 kW Sowing with 5-row strip loosener – tractor 120 kW $W_{07} 2,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,5	14	80
Nawożenie pogłówne RSM – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Urea ammonium nitrate top dressing – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk – opryskiwacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Spraying – mounted sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk – opryskiwacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Spraying – mounted sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk pomocniczy – opryskiwacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Additional spraying – mounted sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Razem Total	2,10	31,6	175
Żyto po kukurydzy¹⁾ Rye after maize¹⁾			
Uprawa z siewem żyta – agregat uprawowo-siewny 4,5 m, ciągnik 120 kW Cultivation with rye sowing – cultivating-sowing aggregate 4.5 m, tractor 120 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,25	7,0	47

1	2	3	4
Nawożenie mineralne – rozsiewacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Razem Total	0,70	10,9	61
Rzepak ozimy po życie Winter rape after rye			
Oprysk glyfosatem – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Glyfosat spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Uprawa z siewem rzepaku – agregat uprawowo- -siewny 4,5 m, ciągnik 120 kW Cultivation with rape sowing – cultivating-sowing aggregate 4.5 m, tractor 120 kW $W_{07} 4,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,25	7,0	47
Nawożenie RSM – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Urea ammonium nitrate fertilizing – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk przeciw szkodnikom – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Pesticide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Desykacja – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Desiccation – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Razem Total	1,30	16,9	85

1	2	3	4
Pszenica po rzepaku ozimym Wheat after winter rape			
Uprawa ścierniska z wsiewem komponentu do samosiewów – agregat uprawowo-siewny 4,5 m, ciągnik 120 kW Stubble cultivation with application of component for self-seeding – cultivating-sowing aggregate 4.5 m, tractor 120 kW $W_{07} 4,5 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,22	4,5	40
Uprawa z siewem rzędownym pszenicy – agregat uprawowo-siewny 4,5 m, ciągnik 120 kW Cultivation with row sowing of wheat – cultivating-sowing aggregate 4,5 m, tractor 120 kW $W_{07} 4,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,25	7,0	47
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Razem Total	1,07	17,2	109
Razem zabiegi w rotacji 5-letniej Total treatments in 5-year rotation	6,87	105,7	590

¹⁾ W przypadku złych warunków pogodowych: pszenżyto jare.

¹⁾ In case of bad weather: spring triticale.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Uwagę zwraca duża różnica w liczbie zabiegów dotyczących uprawy i siewu w porównywanych technologiach. W uprawie orkowej w 5-letnim zmianowaniu jest to 19 zabiegów pochłaniających $1031 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1}$, a dla uprawy bez orki tylko 8 zabiegów pochłaniających $423 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1}$.

W systemie bezorkowym potrzebne są 3 narzędzia do uprawy i siewu o łącznej masie ok. 7,2 t, a w systemie z orką – 9 narzędzi o łącznej masie ok. 13,3 t. Korzystając z dostępnych na rynku krajowym katalogów maszyn i narzędzi rolniczych ustalono, że koszt zakupu tych narzędzi dla systemu bez orki jest mniejszy niż w orkowym o ok. 30%.

W Polsce wiele gospodarstw, głównie dużych, zrezygnowało z uprawy płuźnej na rzecz upraw nieodwracających, stymulujących rozkład resztek roślinnych i rozwój organizmów bytujących w glebie, chroniących jednocześnie glebę przed erozją. Po kilku latach osiągnięto stabilne plonowanie w różnych warunkach pogodowych mniejszymi nakładami na uprawę. Bezorkowe systemy uprawy ciągle ewoluują.

Tabela 2. Nakłady na prace polowe w 5-letniej rotacji, w technologii uprawy zachowawczej
Table 2. Expenditures for field works in 5-year rotation in conservation tillage technology

Opis zabiegu Description of treatments	Krotność zabiegów Multiplicity of treatments	Czaso- chłonność Time- consumption [h·ha ⁻¹]	Paliwo- chłonność Fuel- consumption [l·ha ⁻¹]	Energo- chłonność Energy consumption [MJ·ha ⁻¹]
Uprawa w technologii bez orkowej z użyciem agregatu uprawowo-siewnego na spulchniaczu obrotowym: Cultivation in no-tillage technology using cultivating-sowing aggregate on rotating soil loosener: – bez siewu without sowing – z siewem with sowing	1 5	0,33 1,25	4,5 31,0	25 228
Głęboka uprawa pasowa z siewem punktowym i nawożeniem zlokalizowanym Deep strip cultivation with single-seed sowing and localized fertilizing	2	1,05	30,0	170
Razem dla uprawy i siewu Total for cultivation and sowing	8	2,63	65,5	423
Opryskiwanie Spraying	15	2,25	22,5	90
Nawożenie Fertilizing	14	2,10	17,7	62
Razem pozostałe zabiegi Total other treatments	29	4,35	40,2	152
Ogółem dla 5-letniej rotacji Total for 5-year rotation	37	6,60	105,7	575

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 3. Nakłady na prace polowe w technologii tradycyjnej z orką
Table 3. Expenditures for field works in conventional technology with ploughing

Opis zabiegu Description of treatment	Czaso- chłonność T ₀₇ Time- consumption T ₀₇ [h·ha ⁻¹]	Zużycie paliwa Fuel consumption [l·ha ⁻¹]	Energo- chłonność Energy- consumption [MJ·ha ⁻¹]
1	2	3	4
Buraki cukrowe po pszenicy Sugar beets after wheat			
Uprawa ścierniska z siewem poplonu – kultywator 4,0 m, ciągnik 120 kW Stubble cultivation with catch crop sowing – cultivator 4.0 m, tractor 120 kW W ₀₇ 3,0 ha·h ⁻¹	0,31	10,0	55
Talerzowanie poplonu – brona talerzowa 4 m, ciągnik 120 kW Catch crop disking – disc harrow 4 m, tractor 120 kW W ₀₇ 3,0 ha·h ⁻¹	0,31	9,0	50
Nawożenie mineralne – rozsiewacz zawieszany 18 m, ciągnik 60 kW	0,15	1,2	4

1	2	3	4
Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$			
Orka przedzimowa – pług 5x40, ciągnik 120 kW Autumn ploughing – plough 5x40, tractor 120 kW $W_{07} 1,3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,75	21,0	115
Włókowanie – włóka zawieszana 6 m, ciągnik 60 kW Dragging – mounted drag 6 m, tractor 60 kW $W_{07} 3,6 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,28	2,5	10
Nawożenie przedsiewne mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Presowing mineral fertilization – spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Uprawa przedsiewna – agregat uprawowo-siewny 5,6 m; ciągnik 120 kW Presowing cultivation – cultivation-sowing aggregate 5.6 m, tractor 120 kW $W_{07} 3,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,33	5,2	25
Siew buraków – siewnik 6-rzędowy, ciągnik 60 kW Beet sowing – 6-row drill, tractor 60 kW $W_{07} 1,4 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,71	4,0	18
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Razem Total	3,59	59,8	303
Kukurydza po burakach Maize after beets			
Orka przedzimowa – pług 5x40, ciągnik 120 kW Autumn ploughing – plough 5x40, tractor 120 kW $W_{07} 1,3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,75	20,0	100
Włókowanie – włóka 6 m, ciągnik 60 kW Dragging – mounted drag 6 m, tractor 60 kW $W_{07} 3,6 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,22	2,5	10
Bronowanie odchwaszczające – brona 6 m, ciągnik 60 kW Weed harrowing – harrow 6 m, tractor 60 kW $W_{07} 4,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,25	2,5	10
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4

1	2	3	4
Uprawa przedsiewna – agregat uprawowo-siewny 4 m, ciągnik 60 kW Presowing cultivation – cultivating-sowing aggregate 4 m, tractor 60 kW $W_{07} 3,5 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,28	5,0	23
Siew nasion z nawożeniem – siewnik 5-rzędowy, ciągnik 60 kW Seeding and fertilizing – 5-row drill, tractor 60 kW $W_{07} 1,6 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,65	2,5	10
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie pogłówne RSM – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Urea ammonium nitrate top dressing – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk przeciwgrzybiczny – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Antifungus spraying - sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk przeciw omacnicy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Anti-webworm spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Razem Total	3,20	42,4	191
Żyto po kukurydzy¹⁾ Rye after maize¹⁾			
Talerzowanie ścierniska – talerzówka 4 m, ciągnik 60 kW Stubble disking – disc harrow 4 m, tractor 60 kW $W_{07} 0,33 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,31	10,0	55
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Orka siewna z doprawianiem – pług 5x40, ciągnik 120 kW Pre-sow ploughing with seedbed preparing – plough 5x40, tractor 120 kW $W_{07} 1,3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,75	20,0	100
Siew z doprawianiem – agregat uprawowo-siewny 4 m, ciągnik 120 kW	0,33	8,5	50

1	2	3	4
Sowing with seedbed preparing – cultivating-sowing aggregate 4 m, tractor 120 kW $W_{07} 3,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$			
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – mounted spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Razem Total	1,84	42,4	219
Rzepak ozimy po życie Winter rape after rye			
Kultywatorowanie ścierniska – kultywator 4 m, ciągnik 60 kW Stubble cultivating – cultivator 4 m, tractor 60 kW $W_{07} 0,33 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,30	10,0	55
Nawożenie nawozem stałym – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Application of solid fertilizer – spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Orka z doprawianiem – pług 5x40, ciągnik 120 kW Ploughing with seedbed preparing – plough 5x40, tractor 120 kW $W_{07} 1,3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,75	21,0	110
Siew z doprawianiem – agregat uprawowo-siewny 4 m, ciągnik 120 kW Sowing with seedbed preparation – cultivating-sowing aggregate 4 m, tractor 120 kW $W_{07} 3,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,33	8,5	50
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Bronowanie – brona 8 m, ciągnik 60 kW Harrowing – harrow 8 m, tractor 60 kW $W_{07} 4,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,25	2,5	8
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk przeciw szkodnikom – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Pesticide spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6

1	2	3	4
Desykacja – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Desiccation – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Razem Total	2,53	50,1	253
Pszenica po rzepaku ozimym Wheat after winter rape			
Kultywatorowanie ścierniska z wsiewaniem komponentów – kultywator 4 m, ciągnik 120 kW Stubble cultivating with components sowing – cultivator 4 m, tractor 120 kW $W_{07} 0,33 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,31	10,0	55
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Orka siewna z doprawianiem – pług 5x40, ciągnik 120 kW Pre-sow ploughing and seedbed preparing – plough 5x40, tractor 120 kW $W_{07} 1,3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,75	20,0	100
Siew z uprawą – agregat uprawowo-siewny 4 m, ciągnik 120 kW Sowing and cultivating – cultivating-sowing aggregate 4 m, tractor 120 kW $W_{07} 3,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,33	8,5	50
Oprysk herbicydowy – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Herbicide spraying – sprayer 18 m, tractor 60kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Nawożenie mineralne – rozsiewacz 18 m, ciągnik 60 kW Mineral fertilizing – spreader 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 6,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,2	4
Oprysk kombinowany – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Combined spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Oprysk kombinowany – opryskiwacz 18 m, ciągnik 60 kW Combined spraying – sprayer 18 m, tractor 60 kW $W_{07} 7,0 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$	0,15	1,5	6
Razem Total	2,14	45,4	231
Razem zabiegi w rotacji 5-letniej Total treatments in 5-year rotation	13,30	240,1	1 197

¹⁾ W przypadku złych warunków pogodowych: pszenżyto jare.

¹⁾ In case of bad weather: spring triticale.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Stosując przemyślane płodozmiany, siejąc poplony i międzyplony w celu permanentnego pokrycia gleby roślinnością oraz wnoszenia do gleby resztek pozbiorowych, które stanowią bazę rozwoju organizmów glebowych i są źródłem składników odżywczych dla roślin, osiąga się stabilne plonowanie na nie mniejszym poziomie niż w uprawie konwencjonalnej, z mniejszymi kosztami uprawy, siewu i nawo-

Tabela 4. Nakłady ogółem na prace polowe w 5-letniej rotacji, w technologii tradycyjnej
 Table 4. Total expenditures for field works in 5-year rotation in conventional technology

Opis zabiegu Description of treatment	Krotność zabiegów Multiplicity of treatments	Czaso- chłonność Time- consumption [h·ha ⁻¹]	Paliwo- chłonność Fuel- consumption [l·ha ⁻¹]	Energo- chłonność Energy- consumption [MJ·ha ⁻¹]
Orka i orka z doprawianiem Ploughing and ploughing with seedbed preparing	5	3,75	102,0	525
Uprawa ściernisk Stubble cultivation	3	0,93	30,0	165
Talerzowanie Disking	2	0,62	19,0	105
Uprawa przedsewna Pre-sowing cultivation	2	0,61	10,2	48
Uprawa z jednoczesnym siewem Cultivation and sowing	3	0,99	25,5	150
Bronowanie Harrowing	2	0,50	5,0	18
Włókovanie Dragging	2	0,50	5,0	20
Razem uprawa i siew Cultivation and sowing – total	19	7,90	196,7	1 031
Siew punktowy Single seed sowing	2	1,36	6,5	28
Opryskiwanie Spraying	14	2,10	21,0	80
Nawożenie Fertilizing	13	1,45	15,9	54
Razem pozostałe zabiegi Other treatments – total	29	5,41	43,4	166
Ogółem dla 5-letniej rotacji Total for 5-year rotation	48	13,31	240,1	1 197

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

zenia. Trzeba jednak pamiętać o przestrzeganiu zasad systemu integrowanej ochrony roślin, wynikających z postanowień art. 14 dyrektywy 2009/128/WE, obowiązujących od 1 stycznia 2014 r. Podstawą systemu jest poprawny płodozmian, zmniejszający inwazję chorób, szkodników i chwastów na plantację. Niewłaściwy płodozmian niekorzystnie oddziałuje na biologiczną aktywność gleby, np. opóźnia rozkład resztek poźniwnych i pogarsza ich przemianę na próchnicę. Zalecane są odpowiednio długie przerwy w uprawie zbóż (3–4 lata), co sprawia, że niszczone są przyczyny chorób na resztkach poźniwnych, ponieważ zdążą się one zmineralizować [KORBAS i in. 2008].

Zmieniają się też narzędzia uprawowe, a ich działanie jest coraz lepiej dostosowane do zaspokajania agronomicznych potrzeb roślin.

Powierzchnia uprawy zachowawczej systematycznie powiększa się. W USA powierzchnia gruntów uprawianych w ten sposób zwiększyła się w okresie 1968–1995 z 2 do 36%, a prognozy zakładały dalszy jej wzrost do 70% w 2010 r. [LAL 1997]. Według prognoz niemieckich [STROPPEL 1998], udział uprawy zachowawczej w Niemczech miał wzrosnąć do 2020 r. do ok. 40%.

Wnioski

1. Porównanie nakładów pracy, paliwa i energii w zachowawczej i tradycyjnej technologii uprawy gleby wyraźnie wskazuje na korzyść uprawy uproszczonej.
2. Mając na uwadze racjonalne zmniejszanie kosztów produkcji roślinnej, a także ochronę środowiska naturalnego gleby, wskazane jest ograniczanie areалу uprawianego metodą tradycyjną a wprowadzanie na większą skalę techniki zachowawczej uprawy gleby.
3. Pozytywne dla technologii uproszczonej wyniki przeprowadzonej analizy skłaniają do przeprowadzenia kilkuletnich polowych badań porównawczych różnych technologii uprawy: z orką, bezorkowej i zerowej. Badania takie, prowadzone w dłuższym okresie, umożliwią sprawdzenie reakcji środowiska na długoletnie stosowanie uprawy bezorkowej.

Bibliografia

ANKEN T., WEISSKOPF P., ZIHLMANN U., FORRER H., JANS A. J., PERHACOVA K. 2004. Long-term tillage systems effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil & Tillage Research*. Vol. 78 s. 171–183.

BISKUPSKI A., WŁODEK S., SEKUTOWSKI T., SMAGACZ J. 2012. Effect of tillage systems and straw fertilization on the grain yield and selected indicators of cereals and physical properties of soil. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*. Vol 11(3) s.17–29.

BUJAK K., JĘDRUSZCZAK M., FRANT M. 2001. Wpływ uproszczeń w uprawie roli na plonowanie soi. *Biuletyn IHAR*. Z. 220 s. 263–272.

DZIENIS S., ZIMNY L., WEBER R. 2003. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu [online]. [Dostęp: 5.05.2014]. Dostępny w Internecie: karnet.up.wroc.pl/~zimny/dzienia.doc

GAWĘDA D., SZYMANKIEWICZ K., HARASIM E. 2006. Efektywność energetyczna różnych systemów uprawy roli w 3-polowym zmianowaniu. *Pamiętnik Puławski*. Z. 142 s.105–116.

GOLKA W. 2011. Techniki uprawy gleby, ograniczające emisję gazów cieplarnianych. *Problemy Inżynierii Rolniczej* nr 4 s. 51–60.

GOLKA W., PTASZYŃSKI S., SMAGACZ J. 2014. Informacja końcowa z realizacji projektu POIG 1.3.1. „System uprawy gleby dla rolnictwa zrównoważonego”. *Maszynopis*. Falenty. Instytut Technologiczno-Przyrodniczy.

HOLLAND J. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 103 s. 1–25.

JANKOWIAK J., MAŁECKA I. 2008. Uproszczenia uprawowe w zrównoważonym rozwoju rolnictwa. W: *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym*. Nr 102(6). Warszawa. Wydaw. IERiGŻ-PIB s. 87–113.

JABŁOŃSKI W., KAUS A. 1997. Wpływ różnych systemów uprawy roli i nawożenia na plonowanie roślin. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*. Z. 3 s. 91–96.

KOGUT Z. 2011a. Jakość pracy narzędzi w uprawie gleby z wykorzystaniem mulczu. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 3 s. 89–103.

- KOGUT Z. 2011b. Techniczno-energetyczne aspekty uprawy gleby, z wykorzystaniem mulczu. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 3 s.75–89.
- KOPIŃSKI J., KUŚ J. 2011. Wpływ zmian organizacyjnych w rolnictwie na gospodarkę glebową materią organiczną. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 s. 47–54.
- KORBAS M., MRÓWCZYŃSKI M., PARADOWSKI A., HOROSZKIEWICZ-JANKA J., JAJOR E., PRUSZYŃSKI G. 2008. Integrowana uprawa pszenicy. *Postępy w Ochronie Roślin*. Nr 48(4) s.1502–1515.
- KOWALSKA J., GOLKA W., PTASZYŃSKI S. 2012. Uwarunkowania legislacyjne dotyczące środków wspomagających uprawę roślin i wymagania techniczne ich aplikacji. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 s. 47–54.
- LAL R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂ – enrichment. *Soil & Tillage Research*. Vol. 43 s. 81–107.
- MESTELAN S., SMECK N., DURKALSKI J., DICK W. 2006. Changes in soil profile properties as affected by 44 years of continuous no-tillage. *Proc. 17th ISTRO Conf. 28 August – 3 September 2006*. Kiel. Universität in Kiel s. 1135–1140.
- MUZALEWSKI A. 2010. Koszty eksploatacji maszyn. *Falenty*. ITP. ISBN978-83-62416-05-9 ss. 56.
- PTASZYŃSKI S., GOLKA W. 2012. Nowe narzędzia uprawowe w przedsięwziętej uprawie gleby. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 s. 75–82.
- SMAGACZ J. 2013. Uprawa roli – aktualne kierunki badań i najnowsze tendencje. Monografia „Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania”. T. III. Pr. zbior. Red. R. Hołownicki, M. Kuboń. s. 287–329.
- STROPPEL A. 1998. Nowe tendencje w technice uprawy gleby i siewu. Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna. Kielce 1998. Techniki i technologie w wybranych działach produkcji roślinnej. Warszawa. IBMER s. 29–34.
- VISELGA G., KAMIŃSKI J.R. 2001. Nowoczesne technologie uprawy gleby. *Technika Rolnicza*. Nr 1 s. 22–24.
- WEBER R. 2010. Wpływ okresu stosowania systemów bezpługowych na właściwości gleby. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 1 s. 63–75.
- WŁODEK S., BISKUPSKI A., SMAGACZ J., GÓRNIK A. 2014. Raport z realizacji projektu POIG 1.3.1. „System uprawy gleby dla rolnictwa zrównoważonego”. Zadanie 1: „Ocena materiału glebowego pod kątem fizycznych właściwości gleby”. Maszynopis. Puławy. IUNG-PIB s.1–6.

Wiesław Golka, Stanisław Ptaszyński

**EXPENDITURES FOR SOIL CULTIVATION
IN CONSERVATIVE AND CONVENTIONAL TECHNOLOGY**

Summary

There were calculated the expenditures for field work incurred by the farm which uses a 5-year rotation of crops based on conservative (no-tillage) and traditional (with ploughing) cultivation technology. The expenditures included: time-consumption, fuel and energy consumption being the product of the average resistance (traction force), measured during the field trials and route traveled on the surface of 1 ha. The results obtained in total

(for a 5-year rotation) show significant differences in both time-consuming (6.60 and 13.31 h·ha⁻¹), fuel consumption (105.7 and 240.1 l·ha⁻¹) and energy consumption (575 and 1197 MJ·ha⁻¹) between the compared technologies for the benefit of conservative technology. Special attention should be paid to a big difference in the number of cultivation and sowing treatments applied in both technologies. In the 5-year crop rotation the ploughing cultivation needs 19 treatments absorbing 1031 MJ·ha⁻¹, but no-tillage cultivation requires only 8 treatments absorbing 423 MJ·ha⁻¹. Bearing in mind the rational reduction of costs of crop production including concern for the environment, it is advisable to limit the acreage cultivated by traditional method (ploughing), through the introduction in the large-scale the conservative cultivation techniques and direct sowing. Leaving crop residues on the soil surface, in addition to increasing its biological activity, may contribute to reducing surface runoff, increasing water retention and thus reduce flood risks.

Key words: soil cultivation, fuel consumption, labour-consumption, energy inputs

Adres do korespondencji:

dr inż. Wiesław Golka
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Mazowiecki Ośrodek Badawczy w Kłudzienku
05-825 Grodzisk Mazowiecki
tel. 22 755-60-41; e-mail: w.golka@itp.edu.pl

