

Wpływ uprawy zachowawczej na ochronę środowiska

Ryszard Weber

*Zakład Techniki Uprawy Roli i Nawożenia
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
ul. Łąkowa 2, 55-230 Jelcz-Laskowice*

Słowa kluczowe: uprawa konwencjonalna, zachowawcza, ochrona środowiska

Wstęp

Najczęściej stosowany w Polsce płużny system uprawy roli oparty jest na pracy pługa odkładnicowego, który został wprowadzony do praktyki pod koniec IX wieku. Przygotowanie pola do zasiewu rośliny następczej wymaga jednak wykonania szeregu dodatkowych czynności uprawowych określanych mianem uprawek. Konwencjonalny — płużny system uprawy roli jest systemem najczęściej stosowanym w Polsce, lecz w wielu wypadkach przyczynia się on do znacznych negatywnych przekształceń środowiska glebowego. Gleba jest tworem przyrody, który razem z powietrzem, wodą i energią słoneczną jest podstawą wszelkiego życia na ziemi. Dlatego ochrona gleby poprzez utrzymanie równowagi pomiędzy biologicznymi, fizycznymi i chemicznymi procesami zachodzącymi w środowisku glebowym jest konieczna dla jej właściwego użytkowania. Przedstawiony poniżej przegląd literatury opracowany został w dużej części na podstawie materiałów European Conservation Agriculture Federation, którą powołano 14 stycznia 1999 roku w Belgii. Do członków założycieli powyższej federacji należą regionalne stowarzyszenia z Francji, Niemiec, Włoch, Portugalii, Hiszpanii i Wielkiej Brytanii.

Zachowawcza i konwencjonalna uprawa roli w aspekcie ochrony środowiska

Poszczególne zespoły uprawek wydłużają okres, w którym gleba bez okrywy roślinnej podlega bezpośredniemu działaniu opadów atmosferycznych oraz erozji wietrznej. Zwiększone spływy powierzchniowe wymywają środki ochrony roślin i nawozy do wód powierzchniowych, powodując w niektórych wypadkach znaczne

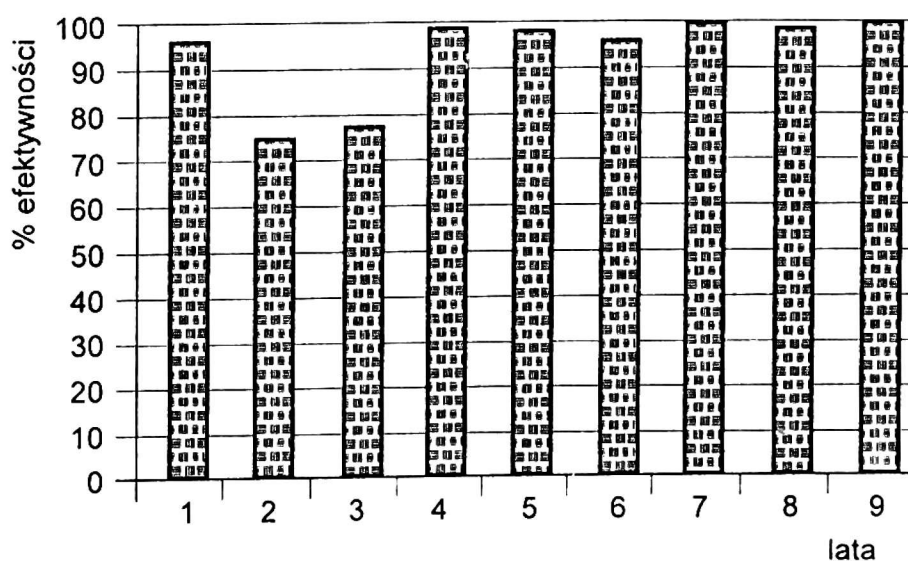
niszczenie środowiska [39]. Natomiast uprawa zachowawcza (conservation tillage) chroni strukturę gleby oraz zmniejsza jej biodegradację.

Intensywna uprawa roli powiązana z częstym stosowaniem ciężkiego sprzętu rolniczego wpływa na zwiększenie gęstości i zwięzłości gleby w warstwie ornej i podornej [45]. Podczas przejazdów agregatów rolniczych po polu powstają naprężenia w miejscu styku kół z podłożem, które są przekazywane w głąb warstwy ornej. Następuje wzrost zagęszczenia gleby, niszczenie struktury gruzełkowej oraz zmiana w rozkładzie wielkości porów glebowych [8]. Wypalanie resztek poźniwnych, często praktykowane w konwencjonalnej metodzie uprawy, niszczy naturalne środowisko pól, zakłócając równowagę biologiczną [10]. Uprawa konwencjonalna w porównaniu z bezpłuznymi metodami przyczynia się do podwyższonego wydzielania CO₂ do atmosfery [1]. Zwiększenie procentowego udziału CO₂ w powietrzu jest jednym z głównych powodów globalnego ocieplenia klimatu. Tradycyjne metody uprawy roli zmniejszają w znacznym stopniu zawartość substancji organicznej oraz ograniczają aktywność biologiczną górnych warstw gleby. Pod pojęciem uprawy zachowawczej (conservation tillage) w ramach ochrony gleby należy rozumieć takie postępowanie, przy którym pole uprawne pokryte jest przez długi czas resztkami poźniwnymi lub obumarłymi częściami roślin. Pokrycie gleby powinno być przestrzegane w okresie poźniwnym, jesieni i zimy. Warstwa ochronna powinna być utrzymana również w okresie wczesnych faz rozwoju roślin [18]. Ogólnie uprawa zachowawcza obejmuje każdą metodę, która zmniejsza intensywność oddziaływania różnymi narzędziami na glebę, ograniczając się w krańcowych wypadkach (siew bezpośredni) do spulchnienia bruzdki siewnej. Przy stosowaniu siewu bezpośredniego na glebach żyznych w warunkach Polski Centralnej uzyskano nieistotne różnice w plonowaniu (w stosunku do uprawy tradycyjnej) pszenicy ozimej, żyta, jęczmienia jarego, owsa i kukurydzy [35]. Uproszczenia w uprawie roli nawet na glebach słabszych mogą warunkować plony porównywalne z wynikami uzyskanymi na polach uprawianych metodą konwencjonalną [18, 44]. Ujemne skutki siewu bezpośredniego w postaci niższych plonów na niektórych glebach w Polsce rekompensuje stosowanie mulczu z gorczycy lub rzepaku ozimego [12]. Metoda ta ogranicza w znacznym stopniu erozję, stabilizuje agregaty glebowe i podwyższa zawartość substancji organicznej w glebie, zwiększając jej żyzność. Ten sposób postępowania powoduje również znaczne zmniejszenie emisji CO₂ do atmosfery i redukuje zwięzłość i gęstość wierzchnich warstw roli [1].

Ochrona gleb przed erozją

Erozja gleby wywołana konwencjonalną uprawą roli jest obecnie szczególnie niebezpieczna dla środowiska, gdyż jej długotrwałe negatywne efekty zmniejszają drastycznie plony roślin uprawnych. Podczas ostatnich 40 lat prawie 1/3 powierzchni użytkowanej rolniczo na świecie została zniszczona przez erozję. W ciągu każdego roku około 10 mln ha nadal ulega działaniu erozji wodnej i wietrznej [31]. Problem

erozji w Europie dotyczy wszystkich krajów [1]. W centralno-wschodniej Europie erozja wodna może powodować straty gleby od 20 do 40 t · ha⁻¹ w wyniku zwiększonych opadów deszczu [27 cytata za 1]. W Hiszpanii ponad 50% rolniczo użytkowanej powierzchni jest narażone na erozję [36 cytata za 1]. Przeciętne ubytki gleby spowodowane przez erozję w Europie w okresie 1 roku wynoszą około 17 ton i przewyższają znacznie efekty glebotwórcze (1 t · rok⁻¹) [42 cytata za 1]. Degradacja gleby spowodowana erozją zwiększa się w Europie w każdym roku [5], a w szczególnie zagrożonych rejonach istnieje ryzyko pustynnienia obszarów uprawnych [14 cytata za 1]. Uprawa konwencjonalna, szczególnie na terenach pagórkowatych, jest główną przyczyną przemieszczania się i degradacji poziomu orno-próchniczego gleb. Zmniejszenie plonów spowodowane erozją może się wahać w granicach 9–34% w zależności od stopnia natężenia efektów erozyjnych [28 cytata za 1]. Na glebach lekkich, uprawianych metodą konwencjonalną, w wyniku zwiększonych opadów następuje zamulenie gleby. Zamulenia wierzchnich warstw roli wpływają na zwiększone spływy powierzchniowe, które obniżają z powodu zmniejszonej infiltracji poziom wód gruntowych [34 cytata za 1]. Stosowanie wyższych dawek nawozów i środków ochrony roślin ogranicza negatywne skutki erozji w postaci zwyżki plonów. Ten sposób postępowania podwyższa jednak koszty produkcji o około 25% w porównaniu do konserwującej uprawy roli [31]. Rezygnacja z płuźnej uprawy roli i zastosowanie w skrajnych przypadkach uprawy zerowej zwiększa gęstość gleby [45]. Jednak warianty bezpłużne poprawiają stabilność agregatów glebowych, a pionowy system por zwiększa wymianę gazową z otoczeniem oraz zwiększa infiltrację wody do głębszych warstw gleby. Wyższa zwięzłość gleby umożliwia stosowanie cięższych maszyn rolniczych przy zmniejszonym niebezpieczeństwie zagęszczenia gleby [8, 41]. Szczególnie groźne są metody polegające na spalaniu resztek poźniwnych i pozostawieniu gleby bez okrywy roślinnej. Ten sposób postępowania jak również intensywna uprawa roli w warunkach zmniejszonej wilgotności sprzyjają erozji wietrznej [14, 29]. Sommer [40] w



Rysunek 1. Efektywność siewu bezpośredniego przy ograniczeniu erozji w porównaniu z konwencjonalną uprawą roli (w okresie 10 lat) — Indiana, USA [41]

swej pracy donosi, że na obszarze Braunschweigu uprawa płużna przy niewielkich nachyleniach powierzchni pól spowodowała przy zwiększonych opadach deszczu w maju 1986 roku katastrofalne ubytki wierzchnich warstw gleby w wyniku spływów powierzchniowych wody [40]. Wprowadzenie uproszczonych sposobów uprawy roli może w istotny sposób ograniczyć skutki erozji [41, 17].

Wyniki badań Tebrügge [41] wskazują, że pozostawienie resztek poźniwnych na powierzchni pola lub wymieszanie ich z warstwą gleby na głębokość 10–15 cm ogranicza drastycznie erozję o około 90–95%. W wielu publikacjach podkreśla się, że najbardziej efektywną ochroną gleby przed erozją jest zapewnienie możliwie całorocznego przykrycia jej resztkami poźniwnymi lub warstwą roślin uprawnych (przedplon – międzyplon – roślina następcza). Frielinghaus [18] donosi, że skuteczna ochrona gleby przed erozją wodną jest wówczas zapewniona, gdy co najmniej 50% powierzchni uprawnej pokryte jest przez resztki poźniwne lub rośliny. Natomiast w celu ochrony pola przed niszczącym działaniem wiatru należy przynajmniej 20% powierzchni zasiać rośliną ochronną. Dwudziestoprocentowe przykrycie gleby ogranicza erozję wietrzną o 60%, natomiast 50-procentowa okrywa roślinna redukuje destrukcyjne działanie wiatru o 90% [43 cytata za 1]. Powyższe wyniki potwierdzają podstawowe znaczenie uprawy międzyplonów i siewy w roślinę okrywową — mulcz.

Znaczna ilość resztek poźniwnych pozostających na polu (powyżej 2 ton) redukuje również istotnie niebezpieczeństwo erozji. W Saksonii w myśl zaleceń programu „Umweltgerechte Landwirtschaft”, który powstał w latach 1993–94, stosuje się od kilku lat uprawę międzyplonów lub siew rośliny następczej w warstwę mulczu. W ramach powyższego programu, mającego na celu ochronę gruntów przed erozją wodną i wietrzną, zastosowano uprawę zachowawczą na powierzchni 63 461 ha (jesień 1997) i 11 260 ha (wiosna 1998 rok) [38].

Tabela 1. Straty gleby w wyniku działania erozji na terenie Saksonii w latach 1993–1995 [38]

Miejsce badań	Sposób uprawy roli	Straty gleby [$t \cdot ha^{-1}$]	
		przy niskich opadach	przy wysokich opadach
Gleby lessowe	KV — pług, uprawa przedsiewna	82,8	45,3
Teren pagórkowaty	KS — brona wirnikowa	0,15	1,1
Podgórze	KV — pług, uprawa przedsiewna	0,27	3,21
Teren pagórkowaty	KS — gruber, 1x brona rotacyjna	0,001	0,15
Teren pagórkowaty	KS — gruber, 2x brona rotacyjna	0,002	0,13
Teren górzysty	KV — pług, uprawa przedsiewna	0,11	0,66
Teren górzysty	KS — gruber, siew (redlice siewne typu gruber)	0,001	0,015
Teren górzysty	KS — gruber, siew bezpośredni	0,00	0,007

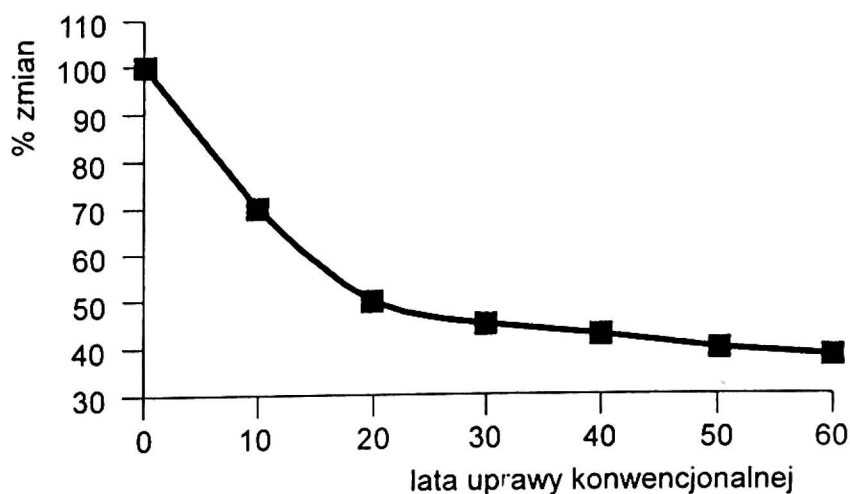
Oznaczenia: KV — uprawa konwencjonalna, KS — uprawa zachowawcza.

Na podstawie literatury można stwierdzić, że najlepszą przydatnością do mulczowania odznaczają się facelia, gorczyca i rzodkiew oleista. [24]. Wyniki powyższych badań wskazują, że zachowawcza uprawa roli (a szczególnie zrezygnowanie z orki i uprawy przedsewnej) stwarza korzystne warunki ochrony gleb przed niszczącym działaniem wiatrów oraz wody.

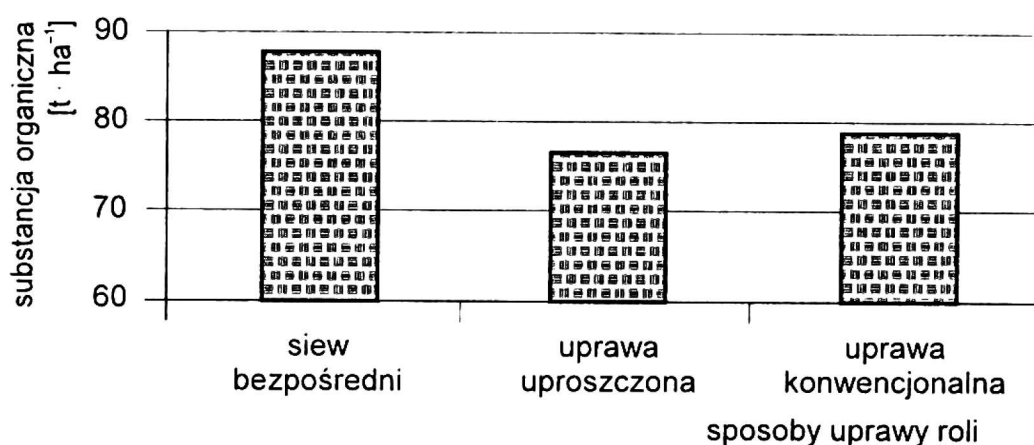
Wpływ sposobu uprawy roli na zawartość makroelementów i substancji organicznej w glebie

Wieloletnie badania Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung w Münchenburgu wykazały, że zachowawcza uprawa roli na glebach lekkich nie powodowała obniżenia plonów i wpływała na zwiększenie zawartości C org. fosforu i potasu w warstwie gleby 0–10 cm. Wyższa była również w porównaniu z uprawą płużną aktywność biologiczna gleby. Parametry fizyczne (zwięzłość oraz gęstość) nie różniły się istotnie od wariantu uprawy konwencjonalnej [18]. Wyniki powyższych badań potwierdzają publikacje Instytutu Uprawy Roślin Uniwersytetu Humbolda w Berlinie [15]. Również wyeliminowanie uprawy płużnej w doświadczeniach na terenie Polski spowodowało zwiększenie zawartości C org., N ogólnego oraz przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w wierzchnich warstwach gleby [4, 13]. Zawartość substancji organicznej w glebie jest więc w dużym stopniu uzależniona od sposobu uprawy roli. Zmniejszenie ilości stosowanych nawozów organicznych związane ze spadkiem pogłowia zwierząt w gospodarstwach spowodowało obniżenie zawartości substancji organicznej w warstwie ornej.

Szczególnie duży spadek C org. zanotowano na polach uprawianych metodą konwencjonalną [14]. Badania Centrum Rolniczego w Wielkiej Brytanii (Soil Survey and Land Research Centre) wykazały, że stosowanie płużnej uprawy roli obniżyło istotnie zawartość substancji organicznej w wierzchniej warstwie gleby [14]. Inne badania po-



Rysunek 2. Zmiany w zawartości substancji organicznej w glebie w zależności od okresu czasu uprawy konwencjonalnej [23]



Rysunek 3. Efekt długoletnich (12 lat) sposobów uprawy gleby na zawartość substancji organicznej (Carmona południowa Hiszpania) [20]

twierdziły, że 20-letnia intensywna uprawa roli zmniejszyła ilość C org. w glebie o 50% [23]. Ograniczenie zawartości substancji organicznej wywarło negatywny wpływ na strukturę gleby, pojemność wodną, biologiczną aktywność i wymianę składników odżywczych. Zwiększyła się równocześnie podatność na erozję, zwięzłość, gęstość i zasolenie gleby [14]. Natomiast stosowanie przemiennie konwencjonalnej uprawy i siewu bezpośredniego spowodowało w krótkim czasie podwyższenie substancji organicznej w glebie [20].

Wpływ sposobu uprawy roli na wilgotność gleby i jakość wody

Pozostawienie resztek poźniwnych na polu w warunkach obniżonej wilgotności w okresie wegetacji roślin ogranicza parowanie wody. Uprawa zachowawcza poprawia możliwości magazynowania wody w profilu glebowym i podwyższa wilgotność górnych warstw roli szczególnie w suchych latach. Badania Malickiego i Chmielewskiej wykazały, że wierzchnia warstwa gleby w warunkach siewu bezpośredniego odznaczała się większą wilgotnością niż uprawiana systemem klasycznym [26]. Mulcz ze słomy utrzymywał więcej wody we wczesnych okresach rozwoju w porównaniu zkonwencjonalnymi metodami uprawy roli [33].

W warunkach uprawy płużnej wymyte części spławialne gleby, środki ochrony roślin oraz nawozy sztuczne, które wraz ze spływami powierzchniowymi dostają się do zbiorników wodnych, niszczą rośliny wodne, ryby i inne organizmy [9 cytata za 1]. W skrajnych wypadkach dochodzi do zamulenia kanałów, portów, cieków wodnych oraz znacznych wydatków związanych z oczyszczaniem wody pitnej. Stosowanie zachowawczej uprawy roli obniża powyższe szkody o około 32 euro · ha⁻¹ rolniczo użytkowanej powierzchni w Europie. Ogólne koszty związane z usuwaniem skutków erozji wynoszą w USA 85,5 euro · ha⁻¹ [31]. Zachowawcza uprawa roli (siew bezpośredni) ogranicza wielkość erozji o 90% [43 cytata za 1], a stosowanie uprawy bezpłużnej o

60% w porównaniu z konwencjonalnymi metodami [7]. Pozostawione na powierzchni pól resztki poźniwne wiążą agrochemikalia, które stają się przez dłuższy okres dostępne dla roślin. Absorpcja środków chemicznych poprzez masę organiczną powoduje w późniejszym okresie tworzenie związków mniej szkodliwych dla środowiska [16]. Badania wykazały, że bezpłuzne systemy uprawy roli ograniczają wymywanie herbicydów do wód gruntowych. Zmniejsza się również wymywanie związków azotu o 85% i rozpuszczalnych form fosforanów o 65% [22]. Uprawa zachowawcza może się również przyczynić do zmniejszenia zachwaszczenia pól. Stwierdzono, że stosowanie międzyplonów wpływa negatywnie (zagłuszający efekt) na liczebność chwastów w porównaniu z konwencjonalnymi metodami uprawy roli [6].

Wpływ uprawy roli na emisję CO₂ i globalne ocieplenie

Średnia temperatura powietrza w Europie wzrosła w 1990 roku o 0,3–0,6°C, a prognozy wskazują na dalsze ocieplenie klimatu [14]. Jednym z głównych powodów globalnego ocieplenia jest zwiększona emisja CO₂ związana ze spalaniem różnorodnych nośników energetycznych. Sektor rolniczy przyczynia się w 1/5 do wzrostu efektu cieplarnianego. Badania wykazały, że orka w porównaniu z innymi zabiegami jest głównym powodem zwiększonego wydzielania CO₂ do atmosfery [25]. Poprzez intensywną uprawę dochodzi do 30–50% strat węgla organicznego w glebie [11] w wyniku podwyższonej mineralizacji substancji organicznej. Natomiast stosowanie zachowawczych metod uprawy roli może podwyższyć zawartość humusu w glebie nawet o 1 t · ha⁻¹ [2]. Wprowadzenie użytków zielonych na glebach szczególnie narażonych na erozję w USA spowodowało ograniczenie o około 45% emisji gazów do atmosfery [19]. Inne badania potwierdziły, że zachowawcza uprawa roli w znacznym stopniu redukuje wydzielanie CO₂ do atmosfery [25, 30]. Na podstawie obliczeń wykazano, że gdyby na 100% rolniczo użytkowanej powierzchni Europy zastosować uprawę konserwującą, można by ograniczyć o około 4,1% ogólną emisję CO₂ w Europie [37].

Ochrona środowiska pól i gleby

Jeden gram gleby czynnej biologicznie może zawierać 3 miliardy bakterii, a na 1 ha powierzchni rolniczej żyje około 9,5 milionów dżdżownic. Intensywna uprawa roli oraz obecnie częste wypalanie słomy na polu powodują zachwianie równowagi biologicznej. Konwencjonalny sposób uprawy ogranicza liczebność wielu gatunków ptaków i zwierząt zasiedlających roślinność pól uprawnych [3]. Metody płuzne spowodowały znaczne zubożenie fauny glebowej. Uprawa zachowawcza (siew w mulcz)

w porównaniu z tradycyjnymi metodami korzystnie oddziałuje na wzrost populacji dżdżownic w warstwie uprawnej gleby [21]. Zwiększona ilość fauny glebowej wpływa pozytywnie na produktywność roślin poprzez tworzenie warstwy próchnicznej, mineralizację substancji organicznej i ograniczenie szkodników i chorób grzybowych [46]. Konserwująca uprawa roli uaktywnia życie biologiczne górnych warstw gleby, zwiększając znacznie liczebność mikroorganizmów i nematod [46].

Podsumowanie

Przedstawione zalety uprawy zachowawczej wskazują, że powyższa metoda uprawy roli powinna być w większym zakresie stosowana na obszarze Polski, i nie tylko na terenach szczególnie zagrożonych erozją. Degradacja gleby, zmniejszenie jej potencjału produkcyjnego jest jednym z podstawowych problemów ochrony środowiska. Cytowana literatura wskazuje, że zachowawcze metody uprawy roli mogą w znacznym stopniu przyczynić się do utrzymania równowagi w środowisku naturalnym. Należy jednak pamiętać, że siew bezpośredni nie powinien być stosowany na glebach zlewnych, nieprzepuszczalnych, ilastych lub gliniastych. Gleby zbyt zwarte są również nieodpowiednie do siewu bezpośredniego z powodu trudności wzrostu systemu korzeniowego roślin [32]. Wejście do Unii Europejskiej, gdzie szczególnie mocno podkreślany jest aspekt ochrony środowiska, wymusza wręcz opracowanie najbardziej korzystnych dla naszego rejonu ochronnych metod uprawy roli. Mam nadzieję, że powyższe opracowanie przyczyni się do powstania w Polsce Towarzystwa Konserwującej Uprawy Roli, które dzięki powiązaniu z European Conservation Agriculture Federation rozpropaguje ten system uprawy roli w naszym kraju.

Literatura

- [1] Praca zespołowa pod redakcją Garcia-Torres L. 1999. Konservierende Bodenbearbeitung in Europa: Umweltrelevante, ökonomische und EU politische Perspektiven. Deutsche Gesellschaft für Konservierende Bodenbearbeitung: 5–23.
- [2] Arrue J.L. 1997. Effect conservation tillage in the CO₂ sink effect of the soil. W : Garcia-Torres L. and Gonzalez-Fernandez P. Conservation agriculture agronomic, environmental and economic bases (in Spanish), Spanish Association for Conservation Agriculture (AEAC/SV), Cordoba, Spain: 189–200.
- [3] Best LB. 1995. Impact of tillage practices an wild life habitat and populations. Farming for a Better Environment, a White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA: 53–55.
- [4] Bleharczyk A., Skrzypczak G., Małecka I., Piechota T. 1999. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na właściwości fizyczne gleby oraz plonowanie pszenicy ozimej i grochu. *Fol. Univ. Agric. Stetim. 195 Agricultura* (74) : 171–179.

- [5] Blum W.E.H. 1990. The challenge of soil protection in Europe. *Environmental Conservation* 17: 72–74.
- [6] Bradley J.F. 1995. Herbicide usage for weed control in conservation tillage. Farming for a Better Environment a White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA: 24–25.
- [7] Brown L., Donaldson G.V., Jordan V.W.L., Thornes J.B. 1996. Effects and interactions of rotation, cultivation and agrochemical input levels on soil erosion and nutrient emissions. *Aspect of Applied Biology* 47, Rotations and Cropping Systems: 409–412.
- [8] Buliński J. 1998. Zagęszczenie gleby w różnych technologiach uprawy roślin i związane z tym opory orki. Wydawnictwo SGGW Warszawa: ss. 140.
- [9] Christensen B., Montgomery J.M., Fawcett R.S., Tiernery D. 1995. Best management practices for water quality. Conservation Technology Information Center, West Lafayette, Indiana, USA: 1–3.
- [10] Christian D.G., Bacon E.T.G. 1990. A long-term comparison of ploughing, tine cultivation and direct drilling on growth and yield of winter cereals and oilseed rape on clayey and silty soils. *Soil & Tillage Research* 18: 311–331.
- [11] Davidson E.A., Ackerman I.L. 1993. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry* 20: 161–193.
- [12] Dzieńcia S., Piskier T., Wereszczaka J. 1995. Wpływ roślin mulczujących na wybrane właściwości fizyczne gleby po zastosowaniu siewu bezpośredniego bobiku. Konferencja Naukowa — Siew bezpośredni w teorii i praktyce Szczecin-Barzkowice 12 czerwca: 57–61.
- [13] Dzieńcia S., Sosnowski A. 1991. Możliwości zastosowania siewu bezpośredniego na glebie kompleksu żytńskiego dobrego w warunkach klimatycznych Pomorza Zachodniego. *Rocz. Nauk Rol. seria A* 109(2): 157–173.
- [14] European Environment Agency. 1998. Europe's Environment: The Second Assessment, Elsevier Science Ltd. Soil Degradation, chapter 11: 231–246.
- [15] Ellmer F., Köhn W. 1999. Weniger ist mehr — Möglichkeiten und Grenzen aufwandsreduzierter Bodenbearbeitung auf sandigen Böden. *Neue Landwirtschaft* 12: 44–47.
- [16] Fawcett R.S. 1995. Agricultural tillage systems: impacts on nutrient and pesticide runoff and leaching. Farming for a Better Environment, A White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA: 41–50.
- [17] Funk R. 1995. Qualifizierung der Winderosion auf einem Stadstandort Brandenburgs unter besonderer Berücksichtigung der Vegetationswirkung. *Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V., Münchenberg, ZALE-Bericht* 16: 1–21.
- [18] Frielinghaus M., Hoflinch M., Rogasik H., Schäfer H. 1997. Auswertung eines Langzeiterperimentes zur Konservierenden Bodenbearbeitung von Sandböden und Einschätzung des Erfolges *Arch. Acker. Pfl. Boden* 141: 383–402.
- [19] Gebhart D.L., Jinson H.S., Mayeux H., Polley W. 1994. The CPR increase soil carbon. *Journal of Soil and Water Conservation* 49: 488–492.
- [20] Gonzalez-Fernandez P. 1997. Effect of soil tillage on organic matter and chemical properties. Conservation agriculture: agronomic, environmental and economic bases. Spanish Association for Conservation Agriculture (AEAC/SV), Cordoba, Spain: 43–49.
- [21] Gutmański I., Kostka-Gościński D., Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., Dąbrowski W., Kłós W. 1999. Niektóre właściwości fizyczne gleby i występowanie dżdżownic

- (*Lumbricidae*) na plantacji buraka cukrowego uprawianego z siewu w mulcz międzypłonu. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 195 Agricultura* (74): 87–96.
- [22] Jordan V.W.L., Hutchen J.A. 1997. Alternative farming method: a study of the effect of an integrated arable management system on level of herbicide and nutrients reaching controlled waters. *Journal Environment Agency*, Bristol, UK, Technical Report Na. P17: 1–65.
- [23] Kinsella J. 1995. The effect of various tillage systems on soil compaction — Farming for a Better Environment, A White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA: 15–17.
- [24] Kordas L., Zimny L. 1997. Wpływ wybranych poplonów ścierniskowych na plonowanie buraka cukrowego uprawianego technologią siewu bezpośredniego. *Biul. IHAR* 202: 207–211.
- [25] Lal R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂ enrichment. *Soil & Tillage Research* 43(1–2): 81–107.
- [26] Malicki L., Podstawka-Chmielewska E. 1999. Wpływ systemu uprawy roli na wilgotność wierzchniej warstwy rędziny. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 195 Agricultura* (74): 15–23.
- [27] Morgan R.P.C. 1992. Soil erosion in the Northern countries of the European Community. EIW Workshop. Elaboration of a framework of a code of Good Agriculture Practices, Brussels, 21–22 May.
- [28] National Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture. 1998. Effect of Soil Erosion on Soil Productivity and Soil Quality, Technical Note no.7, Soil Quality Institute, Auburn, Alabama, USA: 4.
- [29] Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., Sambroek W.G. 1991. World Map of the status of human-induced soil degradation and explanatory note (2nd Edition), Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), ISRIC, Wageningen, The Netherlands: 3–22.
- [30] Pautian K., Cole C.V., Sauerbeck D., Sampson N. 1998. CO₂ mitigation by agriculture: An overview. *Climatic Change* 40(1): 135–162.
- [31] Pimentel D., Harvey C., Resosudarma P., Sinclair K., Kurz D., McNair M., Crist S., Shpritz L., Fitton L., Saffauri R., Blair R. 1995. Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267: 1117–1123.
- [32] Radecki A., Opic J. 1991. Metoda siewu bezpośredniego w świetle literatury krajowej i zagranicznej. *Rocz. Nauk Rol. seria A* 109(2): 120–141.
- [33] Rathore A.L., Pal A.R., Sahn K.K. 1998. Tillage and mulching effects on water use, root growth and yield of rainfed mustard and chick pea grown after low land rice. *J. of the Science of Food and Agriculture* 78(2): 149–161.
- [34] Reckson R.J. 1994. Conserving soil resources, CABI, Oxford, U.K.
- [35] Roszak W., Radecki A., Opic J. 1995. Możliwości zastosowania siewu bezpośredniego w warunkach Polski Centralnej. Konferencja Naukowa — Siew bezpośredni w teorii i praktyce Szczecin-Barzkowice 12 czerwca: 21–26.
- [36] Secretary of Environment, Spanish Ministry of Civil Engineering and Urbanism (MOPU). 1991. Lucdeme Project Report, Madrid.
- [37] Smith P., Powelson D.S., Glendining W., Smith J.U. 1998. Preliminary estimates of the potential for carbon mitigation in European soils through no-till farming. *Global Change Biology* 4(6): 679–685.
- [38] Schmidt W. 1998. Statusbericht zur Erosion im Freistaat Sachsen. Sachsisch Landesamt für Landwirtschaft Fechbereich Bodenkultur und Pflanzenbau, Leipzig: 3–25.

- [39] Schmidt W., Doil D., Nitzsche O. 1999. Erfahrungen mit pflugloser Bestellung in Sachsen. *Neue Landwirtschaft*: 5: 2–6.
- [40] Sommer C. 1998. Konservierende Bodenbearbeitung — ein Konzept zur Lösung agrarrelevanter Bodenschutzprobleme. *Wissenschaftliche Mitteilungen der FAL Braunschweig*. Sonderheft 191: 3–32.
- [41] Tebrügge F. 1993. Soil management — the environmental implication of tillage systems. Jordan V.W.L. Scientific basis for codes of good agriculture practice. Agriculture Report EUR 14957 EN, Brussels: 101–114.
- [42] Troeh F.R., Thompson L.M. 1993. Soils and soil fertility, Oxford University Press, New York.
- [43] Towery D. 1998. No-till's impact on water quality. 6th Argentine National Congress of Direct Drilling Mar de Plata, Argentina: 17–26.
- [44] Weber R. 2000. Zmienność plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli i przedplonu. *Pamiętnik Puławski* 120: 503–509.
- [45] Włodek S., Kukuła S., Pabin J., Biskupski A., Kaus A. 1998. Zmiany gęstości zwięzłości i wilgotności gleby powodowane różnymi sposobami uprawy roli. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 460: 405–412.
- [46] Zaborski E.R., Stinner B.R. 1995. Impact of soil tillage on soil fauna and biological processes. W: Farming for a Better Environment. A. While Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA: 13–15.

The influence of conservation tillage on environment protection

Key words: conservation tillage, soil erosion, environment protection

Summary

The paper deals with negative effects of conventional plough tillage upon the soil. The conservation tillage was compared with conventional agrotechnical methods. On the basis of respective literature it was found that sowing into mulch (layer of organic residues or cover plants) reduced considerably the water and wind erosion. Simplified methods of tillage were found to have decreased the elution of macroelements from the top soil layers and increased C-organic content in the arable one. Cover plants or crop residues left in the field appeared to reduce the evaporation of water, thus increasing its content in the soil profile. As well, conservation tillage was found to reduce the emission of carbon dioxide into the atmosphere and to increase the soil fauna inhabiting the natural environment of cultivated fields.