

**Janusz Smagacz, Andrzej Madej**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

PERSPEKTYWICZNE KIERUNKI ROZWOJU  
RÓŻNYCH SYSTEMÓW UPRAWY ROLI\*

**Wstęp**

Uprawa roli jest najstarszym elementem agrotechniki roślin uprawnych. Wraz z pojawieniem się narzędzia uprawowego, jakim był pług, następowało ciągle jego doskonalenie. Jednakże taki sposób przygotowania pola pod zasiew (płużna uprawa roli z odwracaniem skiby) jest najbardziej energochłonnym, a przez to i kosztownym elementem w produkcji roślinnej. Szacuje się, że pochłania ona, w zależności od gatunku uprawianej rośliny i warunków siedliskowych, od 30 do 60% całego nakładu paliwa zużywanego na produkcję danej rośliny, a jej udział w nakładach pracy waha się od 20 do 40%. Natomiast w całkowitych, skumulowanych nakładach energetycznych ponoszonych na produkcję roślinną, gdzie uwzględnia się nawozy, środki ochrony roślin, robociznę, zużycie sprzętu itp., udział uprawy wynosi około 10-15% (11). Dodatkowo z uwagi na narastający w ostatnich latach w skali światowej deficyt energii oraz systematyczny wzrost cen podstawowych jej nośników w powiązaniu ze względami ochrony środowiska przyrodniczego praktyka rolnicza ciągle poszukuje różnych sposobów jej modyfikacji i ograniczenia nakładów.

System uprawy płużnej jest stosowany od wielu dziesięcioleci i choć krytykowany jest z uwagi na znaczące koszty i dużą pracochłonność, nadal dominuje w rolnictwie naszego kraju. Należy przy tym zaznaczyć, że współczesne rolnictwo dysponuje już odpowiednimi środkami produkcji (sztuczne nawozy mineralne, środki ochrony roślin, w tym herbicydy), które mogą w znaczny sposób kompensować wpływ uproszczeń uprawowych na plonowanie roślin (10, 19). Dodatkowo, dzięki znacznemu postępowi w technice rolniczej (kwestia dostępności nowoczesnych maszyn i narzędzi umożliwiających poprawne przygotowanie pola pod zasiew oraz precyzyjne umieszczenie nasion w glebie) zmniejsza się wpływ uprawy roli na plonowanie roślin (11-14, 20). Uzyskane wyniki badań własnych oraz przeprowadzonych przez innych autorów wskazują jednoznacznie na duże możliwości stosowania uproszczeń upra-

\*Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB

wowych praktycznie pod każdą ważniejszą z gospodarczego punktu widzenia roślinę uprawną, w tym pszenicę, kukurydzę, burak cukrowy i rzepak (4, 20, 23).

Celem opracowania jest omówienie perspektyw rozwoju różnych systemów uprawy roli z uwzględnieniem ich specyfiki.

### Zadania uprawy roli

Podstawowym zadaniem uprawy roli jest stworzenie w glebie jak najkorzystniejszych warunków dla wzrostu i rozwoju roślin uprawnych. Należy jednak zaznaczyć, że uprawiamy rolę, a nie glebę. Przez rolę rozumiemy bowiem wierzchnią warstwę gleby, na którą działają narzędzia i maszyny uprawowe. Jest to zatem warstwa uprawna, przy czym jej miąższość określają narzędzia najgłębiej działające. Z takiego zdefiniowania roli jasno wynika, że nie odpowiada ona określonemu poziomowi genetycznemu gleby; może pokrywać się z jej poziomem próchnicznym lub też może ona być większa bądź mniejsza (7). Przez uprawę roli należy natomiast rozumieć „skoordynowane czynności agrotechniczne dążące do uzyskania największej sprawności, która jest warunkiem osiągnięcia najwyższych plonów przy współdziałaniu i umiejętnym wyzyskiwaniu czynników przyrodniczych – gleby i przebiegu pogody” (21). Podobną definicję podaje również *Słownik agro-bio-techniczny* pod redakcją N i e w i a d o m s k i e g o (17), w którym określono, że uprawa roli to „mechaniczne działanie na wierzchnią warstwę uprawną przy pomocy specjalnie skonstruowanych narzędzi i maszyn; celem uprawy jest nadanie roli możliwie najkorzystniejszych właściwości (fizycznych, biologicznych i chemicznych) produkcyjnych”.

W przeszłości, tj. do momentu wprowadzenia do rolnictwa przemysłowych środków produkcji (sztuczne nawozy mineralne, środki ochrony roślin, w tym głównie herbicydy), uprawa roli była elementem agrotechniki o podstawowym znaczeniu dla wielkości i stabilności uzyskiwanych plonów roślin. Jej znaczenie sprowadzało się do:

- udostępniania składników pokarmowych dla roślin, głównie azotu, w wyniku lepszego napowietrzenia gleby, szybszej mineralizacji resztek poźniowych i glebowej substancji organicznej (próchnicy);
- ograniczenia zachwaszczenia, ponieważ był to jedyny i skuteczny sposób jego redukcji w produkcji polowej.

Podstawowym zabiegiem uprawowym była orka wykonywana pługiem odkładnicowym, natomiast inne narzędzia uzupełniały tylko braki w jego działaniu. Stąd był to płużny system uprawy roli. Dla naszych warunków został opracowany przez Świętochowskiego tzw. „Polski system uprawy roli” złożony z pięciu zespołów uprawek, tj. poźniowych, przedsięwziętych jesiennych (pod oziminy), przedsięwziętych wiosennych (pod rośliny jare), przedzimowych oraz pielęgnacyjnych (21).

W ostatnich latach zadania uprawy roli uległy pewnemu przewartościowaniu i polegają głównie na:

- gromadzeniu wody w glebie i ograniczeniu bezproduktywnych jej strat;
- stworzeniu warunków do uzyskania szybkich i wyrównanych wschodów oraz

- ograniczaniu konkurencji dla uprawianej rośliny ze strony chwastów i samosiewów rośliny przedplonowej, szczególnie w początkowym okresie wzrostu;
- zwiększeniu biologicznej aktywności gleby;
- ograniczeniu nasilenia erozji wodnej i wietrznej;
- wymieszaniu z glebą resztek poźniwnych rośliny przedplonowej oraz nawozów naturalnych, organicznych i mineralnych;
- osiągnięciu optymalnego zagęszczenia poszczególnych warstw gleby z utrzymaniem płynnego przejścia pomiędzy warstwą orną i podorną oraz poprawie struktury gleby.

We współczesnym rolnictwie uprawa roli powinna dodatkowo niwelować ujemne skutki technologii produkcji stosowanych na danym polu, a w szczególności:

- likwidować zagęszczenie gleby spowodowane licznymi przejazdami ciągników i maszyn;
- likwidować głębokie koleiny pozostające po zbiorze i transporcie ziemiopłodów w warunkach dużego uwilgotnienia gleby;
- mieszać z większą warstwą gleby pozostałości niektórych herbicydów i w ten sposób ograniczać ich ewentualne ujemne oddziaływanie na rośliny następcze.

Obecnie w rolnictwie wyróżniamy zasadniczo trzy systemy uprawy roli:

- tradycyjny – płuzny;
- bezorkowy – bezpłuzny, pług zastępowany jest tu innymi narzędziami uprawowymi, np. przez bronę talerzową, kultywator ścierniskowy, spulchniacz obrotowy i in.;
- siew bezpośredni – siew w rolę nieuprawioną, tj. od zbioru przedplonu do wysiewu rośliny następczej nie wykonuje się żadnych zabiegów uprawowych.

### **Przesłanki do wprowadzania modyfikacji w uprawie roli**

Tradycyjny – płuzny system uprawy roli może prowadzić do negatywnych zmian środowiska glebowego, dlatego od pewnego czasu można zauważyć tendencję do ciągłego zmniejszania liczby zabiegów uprawowych, a w szczególności orki. Duża głębokość i intensywność spulchniania przyspiesza proces mineralizacji próchnicy (2), a jej straty po dwudziestoletniej, intensywnej uprawie mogą niekiedy sięgać nawet 50% (8). Ubytek substancji organicznej wywiera negatywny wpływ na strukturę gleby, pojemność wodną i biologiczną aktywność. Wzrasta również podatność na erozję wodną i wietrzną, szczególnie na dużych polach pozbawionych zadrzewień śródpolnych lub w dużych odległościach od obszarów leśnych (6, 9). Zwiększa się zwięzłość i gęstość gleby, a stosowanie ciężkich ciągników do prac uprawowych i transportowych często powoduje nadmierne zagęszczenie również podornej warstwy gleby (1, 18).

Znaczna degradacja środowiska glebowego spowodowana przez intensywną uprawę roli wymusza wręcz poszukiwanie nowych technik uprawy sprzyjających ochronie gleby i bioróżnorodności oraz odtwarzających naturalne biocenozy na

obszarach o intensywnej produkcji rolnej. Rolnictwo zrównoważone, najbardziej sprzyjające zachowaniu naturalnego środowiska, zakłada wzrost produkcji bez ingerencji w naturalne zasoby środowiska przyrodniczego. Jednym z podstawowych założeń takiego sposobu gospodarowania jest ochrona środowiska naturalnego oraz zapewnienie bioróżnorodności w agrocenozach. System rolnictwa zrównoważonego ogranicza w znacznym stopniu erozję i zagęszczenie gleby, nadmierną mineralizację substancji organicznej, wymywanie składników pokarmowych i akumulację związków toksycznych w glebie. W ostatnim dziesięcioleciu w krajach UE w ramach rolnictwa zrównoważonego propaguje się w coraz większym zakresie różne techniki bezpługowej uprawy roli, często określane mianem uprawy zachowawczej lub konserwującej (4). Pewnym zagrożeniem w tym systemie produkcji staje się chemiczna ochrona upraw przed chorobami, szkodnikami i chwastami z wykorzystaniem substancji aktywnych wytworzonych przez przemysł chemiczny (19).

Uprawa zachowawcza – konserwująca (*conservation tillage*) jest koncepcją produkcji rolniczej, której głównym celem jest zachowanie naturalnych zasobów przyrody przy równoczesnym osiąganiu dużych plonów. Uprawa ta bazuje na wspieraniu naturalnych procesów biologicznych w glebie. Wszelkiego rodzaju zabiegi uprawowe są zredukowane do niezbędnego minimum. Środki produkcji pochodzenia organicznego lub syntetycznego są w tym systemie uprawy stosowane w taki sposób, aby nie naruszać procesów odtwarzających życie biologiczne i naturalnej struktury gleby. Uprawę konserwującą, wg *F r i e d r i c h a i n.* (5), określają trzy podstawowe cechy:

- długotrwała, znacznie ograniczona intensywność uprawy roli;
- całoroczne przykrycie powierzchni gleby resztkami poźniwnymi, mulczem lub roślinami okrywowymi;
- znacznie zróżnicowane zmianowanie uwzględniające stosowanie międzyplonów.

Podstawową zaletą uprawy konserwującej jest nieodwracanie wierzchniej warstwy roli, co w praktyce przekłada się na niestosowanie w uprawie pługa. W zależności od intensywności i głębokości uprawy na powierzchni gleby lub w warstwie uprawnej pozostawione są resztki pozbiorowe rośliny przedplonowej lub międzyplonu (9). Siew bezpośredni jest ekstremalnym sposobem uprawy konserwującej, przy którym uprawa roli ogranicza się do spulchnienia bruzdki siewnej. W trakcie siewu następuje wysianie nasion na dno rowka siewnego w nieuprawioną rolę.

W ujęciu amerykańskim uprawa zachowawcza to system uprawy roli, który w porównaniu do konwencjonalnej, pługowej uprawy pozostawia na powierzchni gleby przynajmniej 30% resztek poźniwnych. W Niemczech natomiast uprawa zachowawcza (konserwująca) jest definiowana jako uprawa, której intensywność oddziaływania na glebę jest mniejsza od uprawy konwencjonalnej (system uprawy pługowej), zaś większa od uprawy zerowej (4). Europejskie Stowarzyszenie Rolnictwa Konserwującego określa ten system uprawy jako sposób zagospodarowania gleby zmniejszający destabilizację w jej strukturze i bioróżnorodności. System ten ogranicza w znacznym stopniu degradację gleby i straty wody. Obecnie, ze względu na duże ko-

szy uprawy konwencjonalnej, stosuje się w coraz większym zakresie różne systemy uprawy bezplużnej, które wpływają korzystnie na środowisko glebowe. Bezplużna – zachowawcza uprawa roli ogranicza erozję wodną i wietrzną, stymuluje różnorodność biologiczną, stabilizuje agregaty glebowe oraz podwyższa zawartość substancji organicznej i makroelementów w górnych warstwach gleby (22).

Dane szacunkowe wskazują, że na świecie takim systemem uprawy jest uprawiane łącznie ponad 117 milionów hektarów (3). W krajach Unii Europejskiej uprawa bezplużna jest w największym stopniu praktykowana na obszarze Francji, Niemiec, Hiszpanii i Anglii, jednak nie są to znaczące powierzchnie (tab. 1). Natomiast w niektórych krajach Ameryki Południowej uprawa konserwująca obejmuje blisko połowę obsiewanych gruntów, zaś w Ameryce Północnej (USA, Kanada) to areal wynoszący prawie 40 mln ha (tab. 2). Wydaje się, że takie przygotowanie pola pod zasiew powinno być w większym stopniu upowszechnione zarówno na obszarze Polski, jak i w całej Europie. Przedstawione fakty sugerują zatem potrzebę ciągłego zmniejszenia ilości i intensywności wykonywanych zabiegów uprawowych, a nawet całkowitego ich wyeliminowania. Upraszczając uprawę można bowiem poprawić stabilność struktury, zwiększyć infiltrację wody i usprawnić jej przewietrzanie przez wytworzenie stabilnego układu dużych porów. Proponowane zmiany w systemie uprawy roli mogą w znacznym stopniu ograniczyć erozję wodną i wietrzną, zwiększać awartość próchnicy i zmniejszyć koszty prac polowych (20, 23).

Tabela 1

Powierzchnia uprawy konserwującej i zerowej w Europie (wg ECAF)

Kraj	Uprawa konserwująca		Uprawa zerowa	
	(tys. ha)	(%)	(tys. ha)	(%)
Francja	3 000	17	150	0,3
Niemcy	2 375	20	354	3,0
Hiszpania	2 000	14	300	2,0
Anglia	1 440	30	24	1,0
Włochy	560	6	80	1,0
Węgry	500	10	8	0,1
Dania	230	8	-	-
Słowacja	140	10	10	1,0
Belgia	140	10	-	-
Szwajcaria	120	40	9	3,0
Portugalia	39	1	25	0,8
Irlandia	10	4	0,1	0,3
Razem	10 554	x	960,1	x

Źródło: Dzienia i in., 2006 (4).

Tabela 2

Powierzchnia uprawy zachowawczej (mln ha) wg kontynentów

Kontynent	Powierzchnia	Udział (%)
Ameryka Południowa	55 630	47,6
Ameryka Północna	39 981	34,1
Australia i Nowa Zelandia	17 162	14,7
Azja	2 630	2,2
Europa	1 150	1,0
Afryka	368	0,3
Świat – razem	116 921	100

Źródło: Derpsch i Friedrich, 2010 (3).

Intensywna produkcja roślinna z zastosowaniem dużych dawek nawożenia mineralnego i chemicznych środków ochrony roślin oraz stosowanie ciężkich zestawów uprawowo-siewnych dodatkowo modyfikują funkcje i zadania uprawy roli. Aktualnie znaczenie uprawy roli jako zbiegu udostępniającego składniki pokarmowe roślinom oraz odpowiedzialnego za ograniczenie zachwaszczenia nie jest jedynym priorytetem i większą uwagę zwraca się na poprawę warunków środowiska glebowego.

Istotną przesłanką skłaniającą do wprowadzenia modyfikacji w uprawie roli jest również wykonywanie zabiegów przedsewnych za jednym przejazdem agregatu. Zabieg ten umożliwia uprawę roślin o większej wartości gospodarczej w ogniwach zmianowania, w których okres między zbiorem przedplonu a terminem siewu rośliny następczej jest zbyt krótki. Wówczas przy stosowaniu tradycyjnego systemu uprawy istnieje problem dotrzymania optymalnych terminów agrotechnicznych.

### **Narzędzia i maszyny do uprawy bezpługowej oraz siewu bezpośredniego**

W Polsce w ostatnim czasie znacznie wzrosło zainteresowanie uproszczeniami w uprawie roli. Uproszczenia te dotyczą zarówno późniejszej jak i podstawowej uprawy roli. W uprawie późniejszej obecnie unika się stosowania pługów podorywkowych. Powszechnie uważa się, że funkcje i zadania uprawy późniejszej lepiej spełniają agregaty złożone z kultywatorów o sztywnych łapach (tzw. grubery), wyposażonych w wały strunowe lub sekcje brony talerzowej. Do zasadniczych zalet tych agregatów należy:

- lepsze wymieszanie z glebą ścierni i słomy (pług układa je warstwowo) oraz to, że w przypadku agregatów pewna część resztek pozbiorowych pozostaje na powierzchni gleby w formie mulczu, co sprzyja m.in. zmniejszeniu nasilenia erozji;
- mniejsze zużycie paliwa o 30-50% i większa wydajność pracy;
- mniejszy koszt narzędzia w porównaniu z pługiem;
- przygotowanie pola do wysiewu międzyplonów w jednym przejściu roboczym.

Rezygnacja z uprawy poźniwej doprowadza często do przesuszenia gleby, co przyczynia się do zwiększenia nakładów na orkę „razówkę” i przedsięwzięcie poprawienia roli; prowadzi niemal każdorazowo do wzrostu zachwaszczenia (szczególnie perzem), gorszych wschodów rośliny uprawnej, a w konsekwencji do spadku jej plonów (11).

W przypadku podstawowej uprawy roli rolnictwo dysponuje obecnie szeroką gamą maszyn i narzędzi przygotowujących rolę do siewu, w związku z tym uproszczenia mogą tu być znaczące. W gospodarstwach dużych, lepiej wyposażonych w sprzęt, wprowadza się tzw. bezorkowe systemy uprawy. Mogą to być np. zestawy uprawowo-siewne, które po uprzednim wykonaniu uprawy poźniwej umożliwiają wykonanie w jednym przejściu roboczym uprawy podstawowej i siewu. Innym rozwiązaniem może być też wykorzystanie zestawu uprawowo-siewnego umożliwiającego wysiew nasion oraz wykonanie uprawy podstawowej. Jednak w tym przypadku najpierw wysiewane są nasiona siewnikami pneumatycznymi na niespulchnionej roli i dopiero potem są przykrywane glebą opadającą z płytko pracującej glebogryzarki lub grabiera. W obu tych przypadkach na powierzchni gleby pozostaje znaczna ilość resztek poźniwnych, co korzystnie wpływa na jej stan (11).

Skrajnym sposobem uproszczenia uprawy jest siew bezpośredni (uprawa zerowa), czyli siew w glebę nieuprawioną. Ta technika siewu budzi również spore zainteresowanie praktyki rolniczej. Najczęściej przed przystąpieniem do siewu konieczne jest zastosowanie odpowiedniego herbicydu zawierającego w swym składzie glifosat, niszczącego samosiewy rośliny przedplonowej i chwasty. Poza tym ważnym elementem tej techniki siewu jest pozostawienie na powierzchni pola resztek pozbiorowych rośliny przedplonowej jako mulczu. Słoma powinna być dobrze rozdrobniona na odcinki długości około 7-8 cm, a nierównomierności pokrycia powierzchni pola pociętą na sieczkę słomą nie powinny przekraczać 30%. Zalecana wysokość ścierni po skoszeniu zboża powinna wynosić do 20 cm. Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że siewy bezpośrednie powinny być preferowane:

- na terenach silnie erodowanych (erozja wodna i wietrzna);
- we wstępnym zagospodarowaniu pól odłogowanych;
- w gospodarstwach nastawionych na maksymalizację wydajności pracy;
- w tych ogniwach zmianowania, w których okres od zbioru przedplonu do wysiewu rośliny następczej jest zbyt krótki.

Rodzaj siewnika stosowanego do uprawy bezplużnej powinien być uzależniony od zaplanowanego zmianowania roślin, zwężłości i gęstości górnych warstw gleby. Siewniki stosowane w systemie uprawy bezplużnej lub w siewie bezpośrednim są cięższe (w porównaniu do zwykłych siewników) aby prawidłowo zagłębić redlice wysiewające. Maszyny te mają zdolność pocięcia słomy, łądyg lub mulczu i są dostosowane do określonej głębokości wysiewu pomimo grubej warstwy mulczu zalegającej na powierzchni gleby (23).

Obecnie stosowane siewniki do siewu bezpośredniego lub uprawy bezpłużnej wyposażone są w następujące części składowe (23):

- urządzenia do usuwania pozostałości poźniwnych z obszaru wysiewu nasion;
- dysze lub redlice, które mają umieścić nawóz w formie płynnej lub stałej w obrębie wysiewanych nasion;
- kroje talerzowe o różnej amplitudzie pofałdowań spulchniające bruzdkę siewną i przecinające resztki poźniwne;
- urządzenia dozujące ilość wysiewanych nasion;
- redlice wysiewające zębate, talerzowe w postaci jednego lub dwu skośnie ustawionych talerzy do kierunku jazdy lub w kształcie łap grubera;
- przyrząd dociskający nasiona na dno rowka siewnego;
- aplikator środka chemicznego chwasto- lub owadobójczego ponad bruzdkę siewną;
- koła zagarniające mające przykryć wysiane nasiona warstwą gleby.

Zasadniczo istnieją dwa kierunki, które wywierają wpływ na rozwój techniki siewu bezpośredniego (5) :

- maksymalne spulchnienie gleby w obrębie bruzdy siewnej, a jednocześnie zniszczenie kiełkujących chwastów;
- minimalne spulchnianie gleby w rowku siewnym; bruzda siewna zostaje całkowicie przykryta warstwą mulczu. Zaletą tej metody są minimalne straty wody podczas siewu. Następuje również mniejsze zużycie paliwa i minimalne spulchnienie gleby w małym stopniu stymulujące nasiona chwastów do kiełkowania.

Technologie z siewem bezpośrednim są coraz powszechniej stosowane w rolnictwie europejskim przy uprawie rzepaku, kukurydzy lub buraków cukrowych. Ten rodzaj siewu wymaga jednak odpowiedniego przystosowania siewników, m.in. w redlice tarczowe z dociskiem, umożliwiające rozcięcie utwardzonej i często porośniętej wierzchniej warstwy pola (bądź pokryte mulczem) oraz prawidłowe umieszczenie nasion w glebie. Docisk każdej z redlic przy siewie w mulcz powinien wynosić w granicach 0,2-0,8 kN, a przy siewie bezpośrednim nawet do 4,0 kN. Przemysł krajowy takich siewników nie produkuje, oferowane są natomiast siewniki importowane, np. duński DEMETER MULTISEED (przyczepiany, nawozowo-zbożowy), angielski UNI DRILL, czy amerykański JOHN DEERE, charakteryzujące się dużą masą jednostkową wynoszącą około 1 t na 1 m szerokości roboczej (13).

Osobną grupę stanowią siewniki punktowe stosowane do siewu kukurydzy i buraków. Pod względem sposobu przenoszenia nasion ze zbiornika do redlic na rynku oferowane są siewniki krajowe mechaniczne (MEPROZET) i pneumatyczne, z systemem podciśnieniowym (ROLMASZ, KONGSKILDE-POLSKA) oraz nadciśnieniowym (KONGSKILDE-POLSKA). Ponadto ofertę rynkową uzupełniają maszyny z importu firm m.in. RAU. Stosowanie do siewu nasion otoczkowanych sprawia, że dokładność wysiewu siewnikami mechanicznymi jest równie dobra jak pneumatycznymi. Poza



tym siewniki mechaniczne odznaczają się mniej skomplikowaną budową i mają niższą cenę. Również w technologii siewu kukurydzy i buraków nasila się tendencja do równoległego wysiewu nasion i nawozu lub granulowanych pestycydów (13).

Rozwój konstrukcji siewników punktowych wiodących producentów europejskich zmierza w kierunku zwiększenia dokładności wysiewu, zarówno pod względem ilości nasion na jednostkę powierzchni, jak i precyzji ich umieszczenia w glebie. Standardowym wyposażeniem nowoczesnych siewników punktowych są systemy dokładnego kopiowania terenu, zróżnicowane kształty redlic, zgarniaczy, rolek dociskowych dopasowanych do warunków polowych, zestawy zespołów wysiewających dla różnych nasion (kukurydza, słonecznik, burak cukrowy, fasola, groch, rzepak, bobik itd.). W konstrukcji siewników punktowych dąży się obecnie do zwiększenia uniwersalności zastosowania maszyny, bez konieczności uciążliwego jej przezbrajania na wysiew innych nasion. Ostatnie nowości w tej dziedzinie dotyczą indywidualnego, zdalnie sterowanego napędu sekcji oraz ciągłej regulacji odległości nasion w rzędzie. W wyposażeniu nowoczesnych siewników coraz częściej stosuje się elektroniczną aparaturę do kontroli równomierności wysiewu, sterowania znacznikami, pomiaru obsianej powierzchni itp. (13).

W tabeli 3 przedstawiono zestawienie typów redlic wysiewających, stosowanych obecnie w siewnikach do uprawy bezpłujnej. Siewniki wyposażone w redlice zębate spulchniają w większym stopniu górną warstwę gleby, natomiast siewniki z redlicami talerzowymi pozostawiają wąski rowek, na dnie którego umieszczane są poszczególne nasiona. Znaczna penetracja roli przez redlice zębate przyczynia się do zwiększonego parowania wody z górnych warstw gleby niż w przypadku stosowania redlic talerzowych. Głęboko pracujące zębate redlice wysiewające wynoszą wilgotne warstwy gleby na powierzchnię, co w okresach posusznych umożliwia lepsze wschody roślin.

W przypadku dobrego uwilgotnienia gleby, szczególnie wczesną wiosną, głębsze spulchnienie i wymieszanie gleby sprzyja szybszemu ogrzaniu wierzchniej warstwy roli, co warunkuje szybsze i wyrównane wschody. Jednak zbytne spulchnienie gleby może być powodem znacznych strat wody w początkowym okresie wzrostu roślin. Głębokość działania redlic wysiewających uzależniona jest od siły nacisku siewnika, zwięzłości gleby, średnicy oraz kształtu redlicy i typu krawędzi tnącej, np. zmiana gęstości gleby w zakresie  $1,1 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-2}$ - $1,4 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-2}$  powodowała trzykrotny wzrost oporów nacisku sekcji wysiewających przy zachowaniu odpowiedniej głębokości wysiewu (15). Stały nacisk redlicy na glebę jest podstawą uzyskania jednakowej głębokości umieszczenia nasion w rowku siewnym. Redlice zębate nadają się do siewu w mulcz, jeżeli przed sekcją wysiewającą zamontowane zostaną kroje talerzowe. Pofałdowane kroje tarczowe potrzebują wyższej siły nacisku w stosunku do gładkich lub zębatych talerzy (23).

Duże ilości słomy pozostawionej na polu wymagają zwiększonej siły nacisku na redlice wysiewające, a przy stosowaniu podwójnych redlic talerzowych siła ta może się zwiększyć do poziomu  $2,5 \text{ kN}$ . Lepsze rozcinanie warstwy mulczu można osiągnąć

poprzez zastosowanie dwóch talerzy o zróżnicowanej średnicy. Asymetryczne podwójne redlice talerzowe mogą pracować bez zakłóceń w grubej warstwie mulczu przy użyciu ciągnika o małej mocy. Często redlice talerzowe wprowadzają znaczne ilości słomy na dno rowka siewnego. Resztki poźniwne umieszczone w szczelinie siewnej odcinają kontakt wysianych nasion z warstwą wilgotnej gleby oraz zmniejszają głębokość wysiewu. Brak opadów w okresie siewu rośliny następczej ogranicza w znacznym stopniu wschody roślin, przyczyniając się do niższych plonów. Dlatego w przypadku siewników wyposażonych w redlice talerzowe nieodzowne są rozgarniacze słomy oczyszczające pas siewny z resztek poźniwnych. Rozgarniacze słomy spełniają dobrze swoje zadanie w przypadku wysiewu gatunków roślin uprawnych o znacznej szerokości rzędów. Natomiast siew zbóż w warunkach dużych ilości słomy nadal przysparza poważne problemy. Redlice talerzowe mogą również warunkować większe zagęszczenie gleby i rozmazywanie bocznych ścian rowka siewnego w warunkach podwyższonej wilgotności gleby (23).

W celu uzyskania prawidłowej głębokości siewu siła nacisku na pojedyncze redlice zębate jest najczęściej mniejsza i wynosi około 0,8 kN. Ten typ redlic w siewnikach do siewu bezpośredniego sprzyja gromadzeniu się resztek poźniwnych na powierzchni pola, co sprawia zapychanie się przyrządów wysiewających. Redlice typu zębatego w większym stopniu spulchniają glebę, tworząc rowek siewny w kształcie litery „V”. Wytworzona przez redlicę typu zębatego bruzda wypełniona jest mieszaniną gleby, części słomy i nasion. Brak bezpośredniego kontaktu nasion z dolną warstwą gleby powoduje znaczne opóźnienia wschodów. Siew w warunkach zbyt dużej wilgotności powoduje również niewyrównane wschody roślin. Ograniczenia wschodów spowodowane są podszwą wytworzoną z rozmazanej gleby, która powstała poprzez zakończenie redlicy zębatej. Natomiast w warunkach znacznej zwięzłości gleby redlice siewne w postaci gęsiostópki, dzięki zwiększonemu spulchnieniu roli, sprzyjają wyższym plonom roślin w porównaniu do efektów uzyskanych przy pomocy redlic talerzowych (16).

Ostatnio w wielu opracowaniach zaleca się stosowanie redlicy krzyżowej, która umożliwia wgłębny wysiew nawozów mineralnych, lecz nie w bezpośrednim sąsiedztwie nasion. Redlica ta ogranicza efekt zapychania rowka siewnego żdźbłami nie rozciętej słomy (23).

Należy podkreślić, że nie ma w pełni uniwersalnych siewników do siewu bezpośredniego lub uprawy bezplużnej. Dobór odpowiedniej wersji siewnika powinien być uzależniony od przyjętego w gospodarstwie płodozmianu oraz warunków klimatyczno-glebowych panujących na danym obszarze. W przypadku stosowania w zmianowaniu gatunków roślin o znacznym zróżnicowaniu wielkości nasion lub rozstawy rzędów zakup siewnika uniwersalnego może przysporzyć wiele poważnych problemów (23).

Tabela 3

Porównanie typów redlic wysiewających w siewnikach do uprawy bezplużnej

Typy redlic	Redlica zębata Amazon NT, Primera; SeeHawk; Dale Zero Till Horsch Aiseeder; Köckerling Ultima	Redlica krzyżowa Cross Slot	Pojedyncza redlica talerzowa JohnDeere, Gaspardo, Väderstad Rapid, More Unidrill	Podwójna redlica talerzowa Fankhauser, Kuhn, Horsch Pronto, PlantiCenter	Potrójna redlica talerzowa Kuhn SD, GreatPlains, Gherardi
Pochodzenie	Ameryka Północna, Europa	Nowa Zelandia	Ameryka Północna, Europa	Ameryka Południowa	Ameryka Południowa i Północna, Europa
Optymalne warunki stosowania	średnio ciężkie i ciężkie gleby; stosowana z grubą warstwą słomy, spulchnia warstwę gleby średnio mocno	wszelkie gleby; stosowana z grubą warstwą słomy lub nawozami zielonymi, małe spulchnianie gleby	gleby lekkie, średnie i bardzo ciężkie; stosowana w stojące rośliny międzyplonu lub małą warstwę słomy	gleby lekkie do średnio ciężkich, gleby z dużą frakcją kamieni; stosowana w stojące rośliny międzyplonu lub warstwę słomy; spulchnia glebę bardzo słabo	wszystkie gleby, również z dużą frakcją kamieni; stosowana w stojące rośliny międzyplonu lub warstwę słomy; spulchnia glebę bardzo słabo.
Zapotrzebowanie mocy	od 30 KM na 1m roboczy	duże (10 KM na każdą redlicę) od 50 KM na 1 m roboczy	małe od 25 KM na 1 m roboczy	małe od 20 KM na 1 m roboczy	małe od 30 KM na 1 m roboczy
Siła nacisku i właściwości redlicy	zawieszana, najczęściej samodzielnie zagłębiająca się redlica	max. 500 kg poprzez hydrocyliner, automatyczne dopasowanie do zmian gleby	do 250 kg; redlice najczęściej parami lub pojedynczo zawieszane, zaopatrzone w ochraniacze sprężynowe	100-150 kg; głębokość siewu regulowana odrębnie w każdej redlicy; zaopatrzone w ochraniacze sprężynowe	do 250 kg przy zastosowaniu kroju talerzowego przed redlicami
Dozowanie materiału siewnego	pneumatyczne lub mechaniczne	pneumatyczne lub mechaniczne	pneumatyczne lub mechaniczne	pneumatyczne lub mechaniczne	pneumatyczne lub mechaniczne
Opcja nawożenia	zamontowana w redlicy lub dodatkowa redlica wysiewająca nawóz pod powierzną glebę	zamontowana na redlicy lecz odrębnie od przewodu nasiennego; zróżnicowana głębokość nawożenia oddzielnego warstwą gleby od nasion	zamontowana na redlicy, wysiew nawozu razem z nasionami albo dodatkowa redlica wysiewająca nawóz pod powierzną glebę	zamontowana na redlicy, wysiew nawozu razem z nasionami albo dodatkowa redlica wysiewająca nawóz pod powierzną glebę	zamontowana na redlicy wysiewającej albo na kroju talerzowym

Źródło: Friedrich i in., 2008 – cyt. za: Weber, 2010 (23).

## Podsumowanie

W Polsce oraz Europie środkowo-wschodniej powszechnie stosowana jest klasyczna uprawa roli z użyciem pługa oraz oddzielnymi zabiegami doprawiającymi rolę. Jedynie na powierzchni około 5-10% obsiewanych gruntów zamiast pługa stosuje się kultywatory oraz inne narzędzia spulchniające, natomiast siew bezpośredni stanowi niecały 1% powierzchni. Mając na uwadze obniżenie kosztów produkcji roślinnej, głównie poprzez mniejsze zużycie paliwa oraz nakładów pracy ludzkiej, należy w najbliższych latach dążyć do zmniejszenia areалу uprawianego metodą klasyczną (płużną) przez wprowadzenie na większą skalę techniki uprawy uproszczonej. Dodatkowo w ostatnim czasie, w ramach koncepcji rozwoju rolnictwa zrównoważonego, upowszechnia się tzw. konserwująca (zachowawcza) uprawa roli, której celem jest ochrona środowiska przyrodniczego, wzrost żyzności gleby oraz racjonalne zmniejszenie nakładów bez wyraźnego ujemnego wpływu na plonowanie roślin. Energooszczędne techniki uprawy roli doskonale wpisują się w tę tematykę.

W związku z powyższym istnieje pilna potrzeba wdrożenia do szerokiej praktyki rolniczej uzyskanych dotychczas wyników badań naukowych oraz prac badawczo-rozwojowych nad produkcyjno-ekonomicznymi, energetycznymi oraz środowiskowymi konsekwencjami uproszczeń w uprawie roli. Proponowane rozwiązania charakteryzują się bowiem wieloma zaletami. Ograniczenie ilości, głębokości i intensywności wykonywania zabiegów uprawowych może prowadzić do eliminowania procesów degradacji gleby, sprzyjać nagromadzeniu się próchnicy i poprawiać jej biologiczną aktywność. Pozostawienie resztek poźniwnych na powierzchni gleby może przyczynić się do zmniejszenia spływów powierzchniowych, zwiększenia retencji wodnej gleby, a tym samym zmniejszenia ilości wody dopływającej do rzek (zmniejszenie zagrożenia powodziowego). Poza tym zmniejszenie intensywności uprawy powoduje spowolnienie rozkładu materii organicznej oraz zmniejszenie wydzielania CO<sub>2</sub> do atmosfery.

Wyniki prac badawczych wskazują też na korzyści finansowe zastosowania uproszczeń w uprawie roli. Zmniejszą się bowiem nakłady energetyczne na produkcję roślinną m.in. poprzez mniejsze zużycie paliwa oraz nakładów pracy ludzkiej, natomiast uzyskiwany poziom plonów jest porównywalny z produktywnością roślin uprawianych techniką klasyczną (płużna uprawa roli z pełnym wykonaniem uprawek poźniwnych i przedsiwnych).

Należy również zaznaczyć, że gospodarstwa rolne bazujące na posiadanym aktualnie sprzęcie nie mogą wprowadzać drastycznych zmian w poźniwnym i przedsiwnym przygotowaniu pola pod zasiew, ponieważ mogą one prowadzić do znacznego wzrostu zachwaszczenia roślin uprawnych, głównie chwastami wieloletnimi. Wskazana jest tu także odpowiednia wiedza fachowa samych rolników, ponieważ wszelkie zaniedbania dotyczące stosowania uproszczeń w uprawie roli prowadzą do drastycznej obniżki plonów i pogorszenia się ekonomicznej opłacalności produkcji. Dodatkowo znaczne rozdrobnienie gospodarstw w niektórych rejonach naszego kraju oraz zła kondycja finansowa wielu z nich ogranicza w znacznym stopniu możliwość zastosowania nowych rozwiązań w uprawie roli i roślin.

Poruszane w opracowaniu zagadnienia nie wyczerpują oczywiście w pełni aktualnego stanu wiedzy oraz innowacyjnych rozwiązań dotyczących bieżących problemów uprawy roli, a w szczególności w modyfikacji przedsięwzięcia przygotowania pola pod zasiew. Można jednak sądzić, że w wyniku zastosowania na szerszą skalę optymalnych rozwiązań technologicznych w zakresie uprawy roli, szczególnie w dużych, specjalistycznych gospodarstwach towarowych, wyróżniających się na tle innych zastosowaniem wszelkich innowacji, rolnictwo w Polsce może w znacznym stopniu przyczynić się zarówno do ochrony rolniczej przestrzeni produkcyjnej, jak i zachowania walorów ekologicznych cennych przyrodniczo obszarów krajobrazowych.

### Literatura

1. Biskupski A., Pabin J., Kukuła S., Włodek S., Kaus A.: Wpływ ugniatającego oddziaływania elementów jezdnych na właściwości fizyczne gleby oraz plonowanie jęczmienia jarego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1998, **460**: 405-412.
2. Davidson E. A., Acernan I. L.: Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. Biogeochemistry, 1993, **20**:161-193.
3. Derpsch R., Friedrich T.: Sustainable crop production intensification – the adoption of conservation agriculture worldwide. 16 ISCO Congress, 8-12 Nov. 2010, Santiago, Chile. [www.rolf-derpsch/sustainablecropproduction.pdf](http://www.rolf-derpsch/sustainablecropproduction.pdf).
4. Dzienia S., Zimny L., Weber R.: Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.*, 2006, **2**: 227-241.
5. Friedrich Th., Kienzle J., Epplein J., Basch G.: *Schonende Bodenbearbeitung, Verlag DLG. Konservierende Bodenbearbeitung*, 2008, 55-77.
6. Garcia-Torres L.: *Konservierende Bodenbearbeitung in Europa: Umweltrelevante, ökonomische und EU politische Perspektiven*. Deutsche Gesellschaft für Konservierende Bodenbearbeitung Berlin, 1999, 5-23.
7. Jabłoński B.: *Ogólna uprawa roli i roślin*. PWRiL, Warszawa, 1980.
8. Kinsella J.: *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, 1995, 15-17.
9. Köller K., Linke Ch.: *Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug*. 2001, 5-176.
10. Krzymuski J.: Ocena działania czynników plonowania zbóż. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1984, **305**: 33-64.
11. Kuś J.: *Optymalizacja uprawy roli. Materiały szkoleniowe 67/98*, IUNG Puławy, 1998, 1-44.
12. Kuś J.: *Uprawa roli w rolnictwie integrowanym. W. Integrowana produkcja roślinna*. Red. J. Podleśny. IUNG-PIB Puławy, 2007, 135-146.
13. Lisowski A.: *Technika siewu*. [http://www.dowagro.com/PublishedLiterature/dh\\_0044/0901b80380044034.pdf](http://www.dowagro.com/PublishedLiterature/dh_0044/0901b80380044034.pdf)
14. Lisowski A.: *Maszyny do uprawy gleby*. [http://www.dowagro.com/PublishedLiterature/dh\\_003b/0901b8038003bb2e.pdf](http://www.dowagro.com/PublishedLiterature/dh_003b/0901b8038003bb2e.pdf)
15. Molin J.P., Bashford L. L.: Penetration forces at different soil conditions for punches used on punch planters. *Trans. ASAE*, 1996, **39**: 123-129.
16. Munkholm L. J., Schjnnig P., Rasmussen K. J., Tanderup K.: Spatial and temporal effects of direct drilling on soil structure in the seedling environment. *Soil and Till. Res.*, 2003, **71**: 163-173.
17. Niewiadomski W.: *Słownik agro-bio-techniczny*. PTNA Lublin, 1992.

18. P a b i n J., K u k u ł a S., W ł o d e k S., B i s k u p s k i A., K a u s A.: Wpływ głęboszowania i ugniatania gleby przejazdami ciągników na jej właściwości fizyczne i plony korzeni buraka cukrowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1998, **460**: 395-403.
19. P r u s z y ń s k i S.: Ochrona upraw w rolnictwie zrównoważonym. Problemy Inż. Rol., 2006, **2**: 71-80
20. S m a g a c z J.: Produkcyjno-ekonomiczne i środowiskowe skutki różnych systemów uprawy roli. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2012, **29(3)**: 121-134.
21. Ś w i ę t o c h o w s k i B., J a b ł o ń s k i B.: Uprawa roli. PWRiL, Warszawa, 1964.
22. W e b e r R.: Wpływ uprawy zachowawczej na ochronę środowiska. Post. Nauk Rol., 2002, **1**: 57-67.
23. W e b e r R.: Przydatność uprawy konserwującej w rolnictwie zrównoważonym. Monografie i Rozprawy Naukowe, 2010, **25**: 1-72.

Adres do korespondencji:

*dr inż. Janusz Smagacz*  
*Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel.: 81 886 34 21, w. 291*  
*e-mail: smagacz@iung.pulawy.pl*