

Lesław Zimny

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Modyfikacje uprawy roli pod burak cukrowy

Wstęp

W ostatnich latach zmieniły się poglądy dotyczące plonotwórczej funkcji uprawy roli, która dawniej była zabiegiem agrotechnicznym o podstawowym znaczeniu dla wielkości i stabilności uzyskiwanych plonów roślin. Ta duża rola uprawy była uwarunkowana głównie tym, że powodowała ona mobilizację składników pokarmowych w wyniku rozkładu resztek poźniwnych i substancji organicznej gleby oraz zmniejszała zachwaszczenie. Obecnie rolnictwo dysponuje środkami produkcji (nawozy mineralne, pestycydy itp.), które mogą w zdecydowany sposób kompensować wpływ uprawy roli na plonowanie roślin. Ponadto dostępne są maszyny i narzędzia umożliwiające precyzyjne umieszczenie materiału siewnego w roli różnie uprawianej. W związku z tym znaczenie uprawy roli wśród czynników agrotechnicznych kształtujących plon jest stosunkowo małe [29].

Energochłonność uprawy roli

Wysoka energochłonność uprawy roli, wynikająca z dużej liczby zabiegów wykonywanych na zmienną głębokość i w różnych okresach roku, od wielu lat skłania badaczy i praktyków rolników do poszukiwania uproszczeń oraz energo- i kosztoszczędności. Na uprawę roli zużywa się obecnie 25–40% całkowitych nakładów energetycznych wykorzystywanych w procesie produkcji roślinnej [8]. Uproszczenia w uprawie roli pod burak cukrowy mają ekonomiczne uzasadnienie, pod warunkiem, że nie powodują spadku plonów. Dlatego też opracowanie energooszczędnych zasad uprawy buraka cukrowego jest zadaniem wyjątkowo ważnym. Wyniki doświadczeń wskazują, że w niektórych warunkach możliwe jest wprowadzenie pewnych uproszczeń w uprawie roli. Nie powodują one znaczniejszych zmian w plonowaniu buraka cukrowego, dają natomiast oszczędność energii, a tym samym umożliwiają uzyskiwanie określonych efektów ekonomicznych. Z zabiegów uprawowych za najbardziej energochłonną w procesie uprawy roli uważana jest orka (z pominięciem głęboszowania), która pochłania od 20 do 40% całkowitych nakładów robocizny oraz od 15 do 50% ilości zużytego paliwa [11]. Tradycyjna uprawa roli pod burak cukrowy,

Tabela 1. Energochłonność uprawy buraka cukrowego (obliczenia autora) [12, 44]

Według zaleceń IUNG	MJ/ha	Według SUGARPOL (Toruń)	MJ/ha
Głęboszowanie	1700	Test na pH (Ca i Mg wg potrzeb)	200
Wapnowanie	200	Kultywatorowanie	280
Podorywka	490	Rozrzucanie obornika	400
Bronowanie	170	Orka odwrotka	630
Wysiew PK	200	Wysiew PK wg zaleceń komputerowych	200
Rozrzucanie obornika	400	Kultywatorowanie	280
Orka odwrotka	630	Głęboszowanie 35–40 cm	1700
Ziębła	730	Ziębła 25 cm pozostawiająca równe pole	700
<hr/>			
Włókowanie	140	Test na pH (Ca interwencyjnie)	200
Bronowanie	170		
Wapnowanie	200		
Kultywatorowanie	280		
Wysiew 1/2 N	200	Uprawa agregatem uprawowym	300
Bronowanie	170	Oprysk herbicydem	200
S i e w	160	S i e w	160
		Wysiew 30–40 kg N/ha	x
		(wszystkie zabiegi jednego dnia)	
Razem	5840	Razem	5250

uwzględniająca klasyczny zestaw trzech orek: podorywki, odwrotki i ziębli [12, 17, 19, 37, 40], jest bardzo energochłonna (tab. 1). Obniżenie kosztów produkcji tej rośliny można by uzyskać, upraszczając uprawę roli przez spłylenie albo nawet całkowite wyeliminowanie niektórych orek.

Głęboszowanie

W uprawie buraka cukrowego, który jest wrażliwy na nadmierne zagęszczenie warstw podornych, opłaca się stosować głęboszowanie, pomimo że charakteryzuje się ono dużym zapotrzebowaniem na siłę uciągową i znacznym zużyciem paliwa. Uzyskane wyniki badań wyraźnie wskazują na korzystny wpływ tego agromelioracyjnego zabiegu na zwiększenie retencyjności gleby i plonowanie roślin o głębokim systemie korzeniowym [20]. Wcześniej wykonane głęboszowanie na głębokość 40–45 cm lub głębokie kultywatorowanie pozwala na spłylenie orki przedzimowej do 15–20 cm. Znaczenie tego zabiegu jest szczególnie duże w okresie letniej suszy. Zastosowanie głęboszowania w latach suchych uchroniło plony buraka na wielu plantacjach. Głęboszowanie jesienne może zastępować głęboką zięblę, nie powodując obniżki plonu.

Uprawa późniwna

W krajach zachodnich pług podorywkowy w uprawie późniwnej został wyparty przez agregat złożony z kultywatora podorywkowego o sztywnych zębach wyposażonego w gęsiostopki i wał strunowy lub sekcję brony talerzowej. W porównaniu z pługiem podorywkowym, agregaty te lepiej mieszają z rolą ścierną i słomę – pług układa je warstwowo w glebie, a w przypadku agregatu ok. 30% resztek późniwnych pozostaje na powierzchni pola w postaci mulczu, co zmniejsza nasilenie erozji oraz poprawia wsiąkalność wody opadowej. Mniejsze o 30–50% jest także zużycie paliwa oraz większa wydajność pracy. Koszt takiego agregatu, w porównaniu z pługiem, jest niższy. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że po uprawie późniwnej wykonanej kultywátorem podorywkowym szybkość rozkładu wprowadzonych do gleby resztek późniwnych i słomy była większa niż po tradycyjnej uprawie późniwnej z podorywką o ok. 76%, a z talerzowaniem o ok. 28% (tab. 2).

Tabela 2. Szybkość rozkładu przyoranej słomy w % w zależności od sposobu uprawy późniwnej [za 29]

Uprawa późniwna	1985	1986	1987	Średnio
	po dniach			
	70	77	57	
Podorywka	18	24	21	21
Talerzowanie	32	24	27	29
Kultywatorowanie	44	38	29	37

Odwrotka

Orka odwrotka, stosowana w tradycyjnej technologii uprawy buraka cukrowego w celu przykrycia obornika i nawozów potasowo-fosforowych, może być pominięta, gdyż nie wpływa ona na plonowanie buraka. Dokumentują to wyniki badań przeprowadzonych w Katedrze Ogólnej Uprawy Roli i Roślin AR we Wrocławiu (tab. 3). Uprawka ta, wykonywana na głębokość 16–18 cm, przyczynia się jedynie do równomiernego wymieszania obornika i nawozów mineralnych w roli oraz przyspiesza rozkład obornika.

Orka przedzimowa

Obniżenie kosztów uprawy buraka cukrowego można uzyskać również przez spłylenie, względnie całkowite wyeliminowanie orki przedzimowej [4, 10, 27, 30, 43, 48, 49]. Przeprowadzone badania na glebie kompleksu żytniego dobrego wskazują, że spłylenie orki przedzimowej z 30 cm do 15 cm wpłynęło w okresie wschodów buraków cukrowych na zwiększenie zapasu wody w glebie w warstwie 0–5 cm o 0,6 mm (tab. 3). Poletka, na których uprawiano buraki tylko po odwrotce przykrywającej gnojowicę (bez ziębli), posiadały jeszcze większy zapas wody. Mimo tak znacznego uproszczenia uprawy roli w okresie przedzimowym zróżnicowanie wschodów i plonów korzeni buraka było nieznaczne. Badania własne przeprowadzone w warunkach dwóch różnych siedlisk, przy dwóch systemach nawożenia, wykazały, że całkowite wyeliminowanie energochłonnej ziębli jest możliwe bez ryzyka istotnej obniżki plonów korzeni i cukru (tab. 6). Przy plonach 35–37 t korzeni z ha różnice wahały się od –5,1 do +0,3%.

Tabela 3. Wpływ spłylenia lub wyeliminowania orki przedzimowej na zapas wody i wschody buraków cukrowych (średnie z lat 1980–82) [47, 49]

Rodzaj uprawy jesiennej	Zapas wody w mm w okresie siewu warstwy [cm]					Wskaźnik wschodów		Plon korzeni [%]
	0–5	5–10	10–15	25–30	0–30	początek	koniec	
	Odwrotka* – ziębla 30 cm	3,6	10,0	12,9	14,2	40,7	0,22	
Odwrotka* – ziębla 15 cm	4,2	10,1	12,7	14,6	41,6	0,20	0,43	105
Odwrotka*	4,8	11,1	13,2	13,1	42,2	0,27	0,44	99

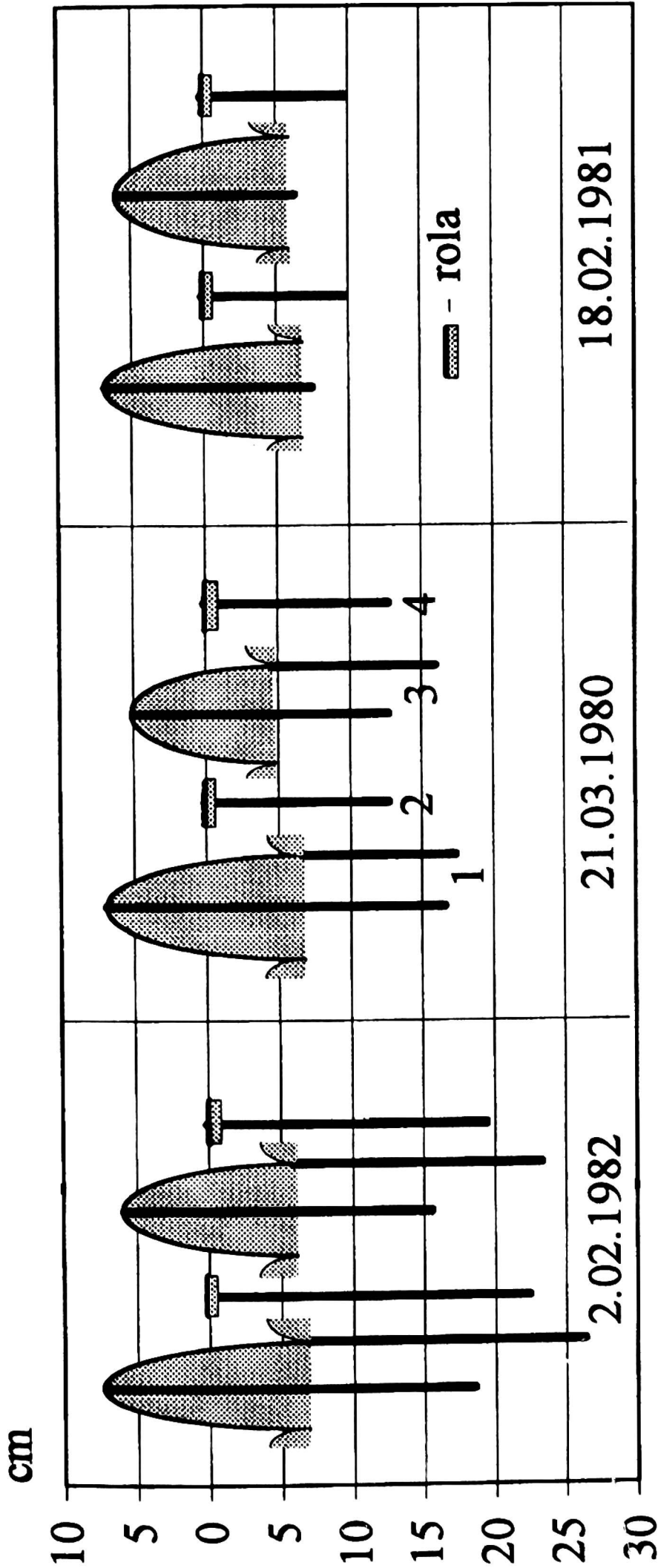
* Odwrotką przykryto gnojowicę.

Tabela 4. Zmiany wielkości i trwałości agregatów glebowych w okresie od jesieni do wiosny (stan jesienny = 100%) [46, 49]

Zimy	Warstwy [cm]				
	0–5	5–10	10–15	25–30	średnio
Średnia ważona średnica agregatu [mm]					
Mroźne (1979–82)	–53,6	–24,1	–21,1	–17,5	–29,1
Łagodne (1989–92)	–27,8	–18,7	–13,6	+15,0	–11,3
Współczynnik wodoodporności [%]					
Mroźne (1979–82)	+21,5	+9,1	–1,0	–1,7	+7,0
Łagodne (1989–92)	+1,5	–2,3	–5,0	–10,0	–4,0

Zimy mroźne = średnia miesięczna temperatura XII–II $-0,9^{\circ}$ C.

Zimy łagodne = średnia miesięczna temperatura XII–II $+1,2^{\circ}$ C.



Rysunek 1. Głębokość przemarzania gleby [49]: 1 – ziemia 30 cm wysztorcowana, 2 – ziemia 30 cm zabronowana, 3 – ziemia 15 cm wysztorcowana, 4 – ziemia 15 cm zabronowana

W związku z ociepleniem się klimatu Polski strukturotwórcze działanie orki przedzimowej straciło na znaczeniu. Płytsze przemarzanie gleby, stwierdzone podczas łagodnej zimy (1980/81), wpłynęło na pogorszenie się struktury roli (rys. 1, tab. 4). Zmniejszenie się średniej ważonej średnicy agregatu podczas łagodnych zim było mniejsze w porównaniu z zimami mroźnymi. Tendencja ta dotyczyła całej warstwy uprawnej. Bezmroźne zimy, ze średnią miesięczną temperaturą XII–II $+1,2^{\circ}\text{C}$, powodowały także obniżenie się wodoodporności agregatów glebowych, która jest warunkiem uzyskania wysokiej sprawności roli w okresie siewu buraków.

Zagadnienie jesiennego wyrównywania roli po ziębli

Kontrowersyjny problem wyrównywania roli jesienią po orce przedzimowej pozostawał przez wiele lat nierozstrzygnięty. Zwolennicy tego zabiegu twierdzą, iż podczas wiosennej uprawy roli pozostawionej w ostrej skibie wierzchołki skib zostaną ścięte, a sucha i pokruszona gleba będzie zrzucana w zagłębienia. Przy braku opadów wschody w takich miejscach są opóźnione, nierównomierne, co wpływa na obniżkę plonów [5, 7, 19, 31, 40]. Przeciwnicy zaś dowodzą, że jesiennie wyrównanie roli po ziębli może powodować na wiosnę zamulenie i zaskorupienie się gleby oraz większe straty wody [6, 22, 35, 36, 38]. Mimo podejmowanych badań nad celowością jesiennego wyrównywania roli po ziębli zagadnienie to nie zostało rozstrzygnięte [14, 15, 18, 28, 34]. Tylko nieliczni dowiedli korzystnego wpływu bronowania roli po orce przedzimowej na plon korzeni buraka cukrowego [9]. Szczegółowe badania przeprowadzone w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Swojcu rzucają nowe światło na ten problem (tab. 5). W doświad-

Tabela 5. Ostra skiba czy ziębla bronowana? [26, 49]

Orka	Wskaźnik PZW		Plon korzeni (ostra skiba = 100%)		
	początek wschodów	koniec wschodów			
Zimy mroźne, kompleks żytni dobry (średnie z lat 1980–82)					
Ziębla 30 cm w ostrej skibie	\cap 0,23 \cup 0,19	0,22	\cap 0,45 \cup 0,43	0,44	100
Ziębla 30 cm + bronowanie		0,21		0,43	102,7
Ziębla 15 cm w ostrej skibie	\cap 0,22 \cup 0,18	0,20	\cap 0,43 \cup 0,42	0,43	100
Ziębla 15 cm + bronowanie		0,20		0,45	100,8
Zimy łagodne, kompleks żytni bardzo dobry (średnie z lat 1990–92)					
Ziębla w ostrej skibie		0,37		0,47	100
Ziębla zabronowana		0,41		0,52	103,8
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,04		0,04	—

\cap — miejsca wyskibione, \cup — zagłębienia między skibami

czeniu przeprowadzonym na glebie kompleksu żytniego dobrego wschody buraków cukrowych zasianych w miejscach, gdzie było wyskibienie, były nieco lepsze niż w zagłębieniach. Dotyczyło to tylko początkowego okresu wschodów. Pod koniec wschodów różnice te zacierają się. Plony korzeni buraka cukrowego uprawianego na poletkach zabronowanych jesienią były nieco wyższe w porównaniu z ostrą skibą. W innym doświadczeniu, realizowanym na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego (tab. 5), uzyskane wyniki wykazały, że rola zabronowana już jesienią charakteryzowała się podczas wschodów buraka cukrowego korzystniejszymi właściwościami fizycznymi (lepsze uwilgotnienie, wyższa temperatura) oraz mniejszym zachwaszczeniem niż pozostawiona w ostrej skibie. Rzutowało to na lepsze wschody i wyższą obsadę, a w konsekwencji na wyższe plony korzeni i liści buraka cukrowego, a także na większą zawartość cukru w korzeniach.

Zagadnienie jesienno-wyrównywania roli po ziębli wykonanej pługiem tradycyjnym straci na znaczeniu, jeśli do orki użyje się pługa obracalnego lub wahadłowego [13,40]. Pługi te umożliwiają wykonanie orki bezzagonowej, o wyrównanej powierzchni pola i niewielkim wyskibieniu (4–6 cm), bez potrzeby dodatkowego wyrównywania, a także wpływają na zmniejszenie zużycia paliwa o ok. 20%.

Orka wiosenna

W tradycyjnej technologii uprawy pod burak cukrowy należy bezwzględnie wykonać orkę przedzimową [12, 17]. Orkę wiosenną traktuje się jako zło konieczne [2, 38, 39, 42]. W wypadku konieczności stosowania trzeba ją wykonać jak najwcześniej i jak najpłycej [13]. Przeprowadzone badania wykazały nieco gorsze wschody buraków cukrowych zasianych po orce wiosennej niż po klasycznej orce przedzimowej (tab. 6). Jednak wysokość plonów korzeni po orce wiosennej nie różniła się istotnie od uzyskanej po ziębli.

Tabela 6. Wpływ zastąpienia ziębli orką wiosenną na wschody i plony buraka cukrowego [47, 49]

Orka	1980	1981	1982	Średnio
Wskaźnik PZW				
Odwrotka* – ziębła 30 cm	0,40	0,51	0,42	0,44
Odwrotka* – orka wiosenna 15 cm	0,36	0,37	0,44	0,39
NIR (a = 0,05)	r.n.	r.i.	r.n.	—
Plony korzeni (uprawa tradycyjna = 100%)				
Odwrotka* – ziębła 30 cm	100	100	100	100
Odwrotka* – orka wiosenna 15 cm	100,3	102,1	107,4	103,3
NIR (a = 0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	—

* Odwrotką przykryto gnojowicę; r.n. – różnice nieistotne; r.i. — różnice istotne.

Uprawa wiosenna

Minimalizacja zabiegów uprawowych wiosną zapobiega nadmiernemu rozpyle- niu roli oraz jej zagęszczeniu, co ogranicza zaskorupianie się gleby podczas wscho- dów. Przy tradycyjnej uprawie wiosennej ok. 70% powierzchni gleby jest zagęszczone przez ślady kół ciągnika. Dlatego wskazane jest ograniczyć uprawę wiosenną do jednego lub dwóch przejazdów zestawem uprawowo-siewnym (brona + wał struno- wy). Takie wiosenne uproszczenie uprawy roli wdrażane jest z powodzeniem przez spółkę SugarPol (tab. 1). Dalszą redukcję przejazdów osiąga się przez jednoczesne nawożenie rzędowe azotem, wprowadzanie do gleby pestycydów, a nawet wysiewa- nie nasion buraka. Wskazane jest wówczas użycie ciągnika zaopatrzonego w szerokie ogumienie o niskim ciśnieniu lub w dodatkowe koła drabinkowe.

Modyfikacje uprawy podstawowej

Mając na uwadze możliwość wielu uproszczeń uprawy roli pod burak cukrowy podejmowane są próby ustalenia optymalnej technologii uprawy tej rośliny, z jednej strony energooszczędnej, a z drugiej nie powodującej obniżki plonów. Przykładem jest doświadczenie z modyfikacją uprawy podstawowej, polegającą na pogłębieniu lub spłyceniu uprawy późniejszej, wprowadzeniu nawozu zielonego, wyeliminowaniu obornika oraz spłyceniu ziębli lub zmiany jej terminu wykonania. Mimo dość rady- kalnej zmiany w tradycyjnej technologii uprawy późniejszej i przedzimowej oraz terminie i sposobie przyorywania obornika i poplonu ścierniskowego nie stwierdzono większych różnic produktywności buraka cukrowego (tab. 7). Największe plony korzeni (44,3 t/ha) i cukru (8,98 t/ha) uzyskano na poletkach, na których wykonano

Tabela 7. Produktywność buraka cukrowego w warunkach zróżnicowanych systemów upra- wy roli (średnie z lat 1990–92) [45, 46, 50, 51]

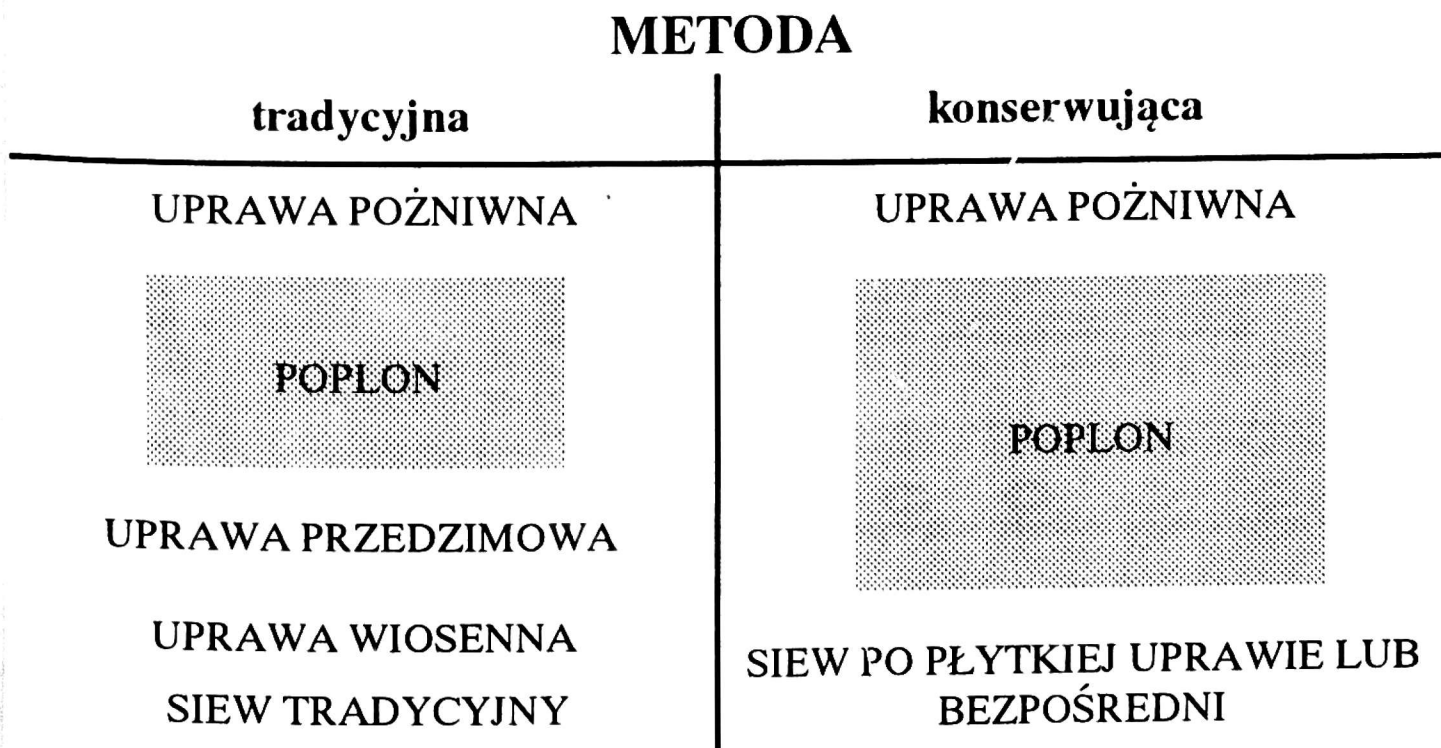
Uprawa podstawowa	Plon [t/ha]		Powierzchnia asymilacyjna [m ² na 1 q cukru]	Produktywność 1 GJ energii zużytej na uprawę buraka cukrowego [kg plonu biomasy]	Koszty kalkulacji różnicowych [%]
Uprawa tradycyjna	43,6	8,56	350	45,9	100
Orka 30cm ♣ ♦ ziębła 15cm	42,0	8,44	305	49,9	96
Orka 30cm ♣ ziębła 15cm	44,3	8,98	310	55,5	31
Orka 15cm ♣ ♦ ziębła 30cm	40,6	8,17	308	44,3	98
Talerzowanie ♦ ziębła 30cm	43,6	8,74	315	50,7	93
♦ orka 30cm ♣ orka wios. 15cm	41,3	8,38	285	43,7	98
NIR (a = 0,05)	2,4	—	r.n.	2,5	—

♣ – poplon ścierniskowy; ♦ – obornik 35–40 t/ha; r.n. – różnice nieistotne.

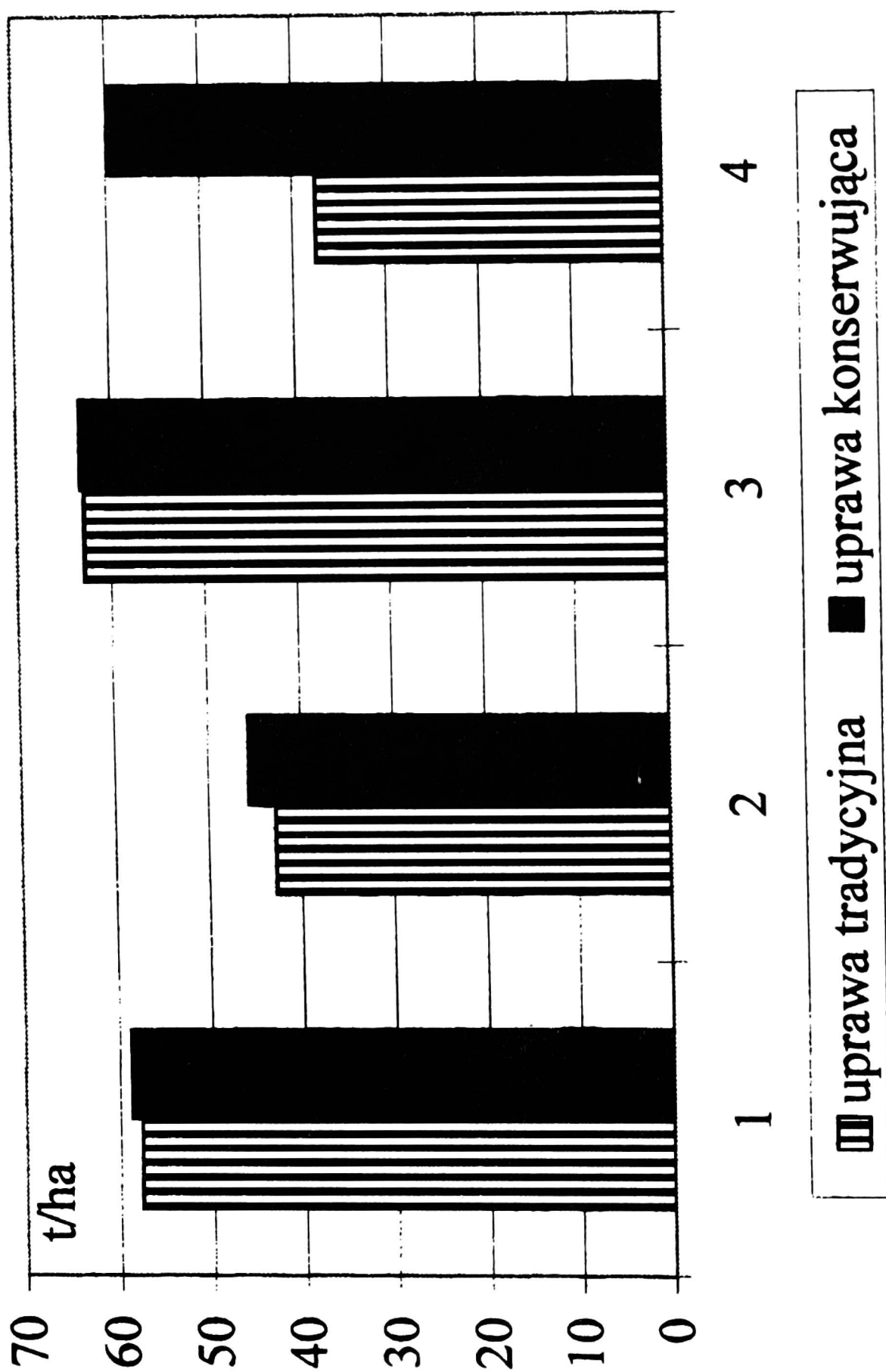
orkę letnią na głębokość 30 cm, a następnie ziemię przykrywającą poplon ścierniskowy bez obornika na głębokość 15 cm. Również na tym obiekcie stwierdzono największą produktywność wyrażoną jednostką energii zużytej na uprawę buraka cukrowego przypadającą na jednostkę plonu biomasy oraz największą efektywność wyrażoną różnicującymi kosztami produkcji. Na obiekcie kontrolnym z uprawą tradycyjną (uprawa późniwna, odwrotka przykrywająca pełną dawkę obornika, głęboka orka przedzimowa) uzyskane plony korzeni (43,6 t/ha) były takie same, jak w przypadku zredukowania uprawy późniwnej do talerzowania i wykonania głębokiej ziemi przyorującej pełną dawkę obornika. Najniższe plony korzeni (40,6 t/ha) zebrano z poletek, na których wykonano płytką orkę letnią i głęboką ziemię przykrywającą poplon z obornikiem.

Możliwości uprawy buraka cukrowego z zastosowaniem siewu bezpośredniego

Skrajnym uproszczeniem uprawy roli jest siew bezpośredni buraka cukrowego w rolę zmulczowaną poplonem ścierniskowym (facelia, gorczyca, rzodkiew oleista) pozostawionym do wiosny (rys. 2). Taki sposób uprawy zapobiega erozji, wpływa na polepszenie nośności gleby, ogranicza zachwaszczenie, polepsza podsiąkanie wody, zmniejszając przy tym parowanie, wzmacnia aktywność biologiczną gleby oraz znacznie zmniejsza koszty uprawy [3, 24, 32, 41]. Siew buraka może tutaj następować w poplon płytko wymieszany z rolą (*niem.* Mulchsaat) lub bezpośrednio w resztki



Rysunek 2. Schemat uprawy buraka cukrowego



Rysunek 3. Plony korzeni buraka cukrowego: 1 – [1], 2 – [21], 3 – [33], 4 – [23]

przemarzniętej masy (*niem.* Mulchdirektsaat). W takiej technologii uprawy, nazywanej uprawą konserwującą lub zachowawczą (*ang.* conservation tillage, *niem.* konsevierende Bodenbearbeitung), plony buraka cukrowego – przy zapewnieniu odpowiednich warunków – można utrzymać na dość wysokim poziomie (rys. 3).

Podsumowanie

W tradycyjnej technologii uprawy buraka cukrowego istnieją możliwości wielu uproszczeń zarówno w okresie późniwym, jak i przedzimowym, a także wiosennym. Uproszczenia te można wprowadzać tylko na glebach kulturalnych i sprawnych. Przykładem może być wprowadzona przez spółkę SugarPol na Kujawach technologia wdrażana na skalę produkcyjną (tab. 1). Przy obniżonej o ok. 10 % energochłonności uprawy buraka cukrowego uzyskuje się tu plony powyżej średniej krajowej wynoszące 40–50 t/ha.

Literatura

- [1] Brunotte J. 1990. Landtechnische Maßnahmen zum bodenschonenden und bodenschützenden Zuckerrübenanbau. Dissertation, Forschungsbericht Agrartechnik 183, Kiel.
- [2] Brykczyńska W. 1960. Agrotechnika buraka cukrowego. PWRiL, Warszawa.
- [3] Buchner W., Köller K. 1990. Integrierte Bodenbearbeitung. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- [4] Černý V. 1970. Různa hloubka orby a způsoby prohlubování hnědozemě ve dvou osevních postupech. II. Výsledky z let 1964 až 1966. *Rostl. Výroba* 16: 1209–1215.
- [5] Decoux M. L. 1960. La préparation superficielle du sol dans la culture de la betterave. Académie d'Agriculture de France, Extrait du procès-verbal de la Séance du 2 Mars.
- [6] Dieckman K. 1959. Unser Acker. Zusammensetzung, Entstehung, Bearbeitung und Düngung. Paul Parey, Berlin.
- [7] Domsch M. 1960. Probleme der Bodenbearbeitung. Deutscher Landwirtschaftsverl., Berlin.
- [8] Fałara R. 1984. Energooszczędne, zmechanizowane technologie w produkcji rolniczej. IBMER, Warszawa.
- [9] Fiedler J., Guznar K. 1972. Zpracování půdy k cukrovce v okrajové řepařské oblasti. *Rostl. Výroba* 18: 831–840.
- [10] Furrer O.J. 1967. Einfluß von Pflugtiefe und Untergrundlockerung auf den Ertrag von Zuckerrüben. *Schweiz. Landw. Forsch.* 6: 201–212.
- [11] Gonet Z. 1991. Metoda i niektóre wyniki badań energochłonności systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 2: 7–18.
- [12] Gutmański I. 1994. Zalecenia agrotechniczne. Technologie uprawy roślin. Burak cukrowy. IUNG, S.P 56/27, Puławy.
- [13] Gutmański I. 1991. Produkcja buraka cukrowego. Pr. zbior. PWRiL, Poznań.
- [14] Gutmański I. 1980. Doskonalenie uprawy gleby pod buraki cukrowe. *Por. Plant.* 11: 295–298.
- [15] Gutmański I. 1979. Uprawa roli pod buraki cukrowe. *Guz. Cukr.* 9: 208–212.
- [16] Hudcová M. 1990. Základní zpracování půdy při rozdílném organickém hnojení k cukrovce. *Rostl. Výroba* 36: 1025–1032.

- [17] Jabłoński B., Świętochowski B., Krężel R. 1993. Technologia uprawy roli. W: Ogólna uprawa roli i roślin. Red. B. Jabłoński. PWRiL, Warszawa.
- [18] Kalinowska-Zdun M., Broniecka B., Podlaska J. 1989. Plon i wartość przerobowa korzeni buraków cukrowych w zależności od sposobów jesiennej uprawy roli i obsady roślin. *Rocz. Nauk Rol.* s. A, 108(1): 165–178.
- [19] Karwowski T. 1968. Mechanizacja uprawy buraków. PWRiL, Warszawa.
- [20] Kaus A., Pabin J. 1991. Technologia głęboszowania gleb ciężkich. Instrukcja wdrożeniowa 168/91, IUNG Puławy.
- [21] Kessel R., Dahms K. P. 1991. Mulchsaatverfahren in der Zuckerrübenbestellung. *Feldwirtschaft* 32(9): 415–417.
- [22] Klapp E. 1967. Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. Paul Parey, Berlin.
- [23] Kordas L. 1996. Zastosowanie siewu bezpośredniego w uprawie buraka cukrowego. Materiały z konferencji naukowo-technicznej "Nowe tendencje w uprawie buraka cukrowego". AR Wrocław: 31–39.
- [24] Kordas L., Zimny L. Wpływ wybranych poplonów ścierniskowych na plonowanie buraka cukrowego uprawianego technologią siewu bezpośredniego. *Biul. IHAR* (w druku).
- [25] Krężel R. 1991. Wpływ sposobów i terminów przyorywania obornika na plonowanie buraków cukrowych. *Biul. IHAR* 178: 41–45.
- [26] Krężel R., Zimny L. 1988. Wpływ bronowania orki przedzimowej na wybrane właściwości fizyczne gleby i plonowanie buraków cukrowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 171–177.
- [27] Křižtan F., Černý V. 1972. Reakce výnosů cukrovky na hlavní agrotechnická opatření v bramborařském výrobním typu. *Rostl. Výroba* 18: 821–830.
- [28] Krzymuski J., Niewiadomski W. 1970. Ostra skiba czy bronowanie orek przedzimowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 99: 171–180.
- [29] Kuś J. 1995. Uprawa roli w rolnictwie integrowanym. W: Promocja systemu integrowanej produkcji w Polsce. Materiały szkoleniowe. Sesja II. Zagadnienia szczegółowe. Gdańsk.
- [30] Laskowski S. 1970. Działanie różnych sposobów pogłębiania orki na żuławskiej madzie ciężkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 100: 155–175.
- [31] Lüdecke H. 1961. Zuckerrübenbau. Ein Leitfaden für die Praxis. Paul Parey, Berlin.
- [32] Merkes R. 1991. Biologische und technische Aspekte einer Mulchsaat nach Anbau von Zwischenfrüchten zur Verhütung von Erosion und Stickstoffverlusten. 54 Congres-d'Hiver II RB, Bruxelles: 43–53.
- [33] Merkes R. 1989. Möglichkeiten zur Verhütung von Bodenerosion durch Wasser. 52 Congres-d'Hiver II RB, Bruxelles: 27–37.
- [34] Niewiadomski W., Krzymuski J., Czerniawski W. 1964. Niektóre zagadnienia przedzimowej uprawy roli. *Nowe Rol.* 16: 12–14.
- [35] Pozdena L. 1950. Bodenbearbeitung. Grundlagen und Durchführung. Paul Parey, Berlin.
- [36] Roemer Th., Scheffer F. 1959. Lehrbuch des Ackerbaues. Paul Parey, Berlin.
- [37] Rybáček V. 1985. Cukrovka. SZN, Praha.
- [38] Schulze E., Bohle H. 1976. Zuckerrübenproduktion. Landwirtschaftliche Bodennutzung mit hoher Rendite. Paul Parey, Berlin.
- [39] Šimon J. 1975. Tvorba výnosu cukrovky při různé objemové hmotnosti půdy a hnojení dusíkem. *Rostl. Výroba* 21: 1103–1115.
- [40] Siwicki S. 1981. Agrotechnika buraka cukrowego. PWRiL, Warszawa.
- [41] Sommer C., Zach M. 1983. Mulchsaat zu Zuckerrüben: Ein Baustein der konservierenden Bodenbearbeitung. *Zuckerrübe* 32(4): 192–194.
- [42] Sugar beet a grower's guide. 1980. Sugar Beet Research and Education Committee.
- [43] Świętochowski B., Sienkiewicz J., Śmierzchalski L. 1970. Wpływ pogłębiania warstwy ornej na plony i niektóre właściwości gleby w świetle doświadczeń ściśłych i produkcyjnych wykonanych w Polsce w latach 1948–1966. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 100: 193–204.

- [44] Zimny L. 1996. Możliwości uproszczenia uprawy roli pod burak cukrowy. Materiały z konferencji naukowo-technicznej "Nowe tendencje w uprawie buraka cukrowego". AR Wrocław: 11–20.
- [45] Zimny L. 1995. Produktywność buraka cukrowego w warunkach zróżnicowanych systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 1: 62–69.
- [46] Zimny L. 1994. Badania nad warunkami wzrostu i plonowaniem buraka cukrowego przy zastosowaniu zróżnicowanych technologii uprawy. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 241, Rozpr. 126.
- [47] Zimny L. 1988. Wpływ sptyconej orki przedzimowej na wybrane właściwości fizyczne gleby i plonowanie buraków cukrowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 269–276.
- [48] Zimny L. 1987. Wpływ zróżnicowanej uprawy przedzimowej na właściwości fizyczne gleby i plonowanie buraków cukrowych. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Rol.* 165: 45–66.
- [49] Zimny L. 1984. Wpływ zróżnicowanej uprawy przedzimowej na właściwości fizyczne gleby i plonowanie buraków cukrowych. Praca doktorska, AR Wrocław.
- [50] Zimny L., Kordas L. Efektywność energetyczna produkcji buraka cukrowego. *Biul. IHAR* (w druku).
- [51] Zimny L., Krzyśków S. Efektywność produkcji buraka cukrowego w warunkach zróżnicowanych technologii uprawy. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* (w druku).

The tillage modification of the sugar beet

Summary

The paper deals with various possibilities of simplifying traditional tillage technology of the sugar beet, including direct sowing. They are supported by the evidence from the search conducted by the author. It is turned out that whereas the simplifications do not entail significant changes in yielding of the sugar beet, they result in energy savings, thus having required economic effects.