

OPTIMALIZACJA TECHNOLOGII PRODUKCJI SAŁATY

Franciszek Molendowski, Marian Wiercioch, Tomasz Kałwa

Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki procesu optymalizacji technologii produkcji sałaty. Procesowi optymalizacji poddano charakterystyczną technologię produkcji sałaty stosowaną w małoobszarowych gospodarstwach ogrodniczych. Za kryterium optymalizacji przyjęto minimalizację nakładu pracy ręcznej w procesie prac uprawowych, pielęgnacji oraz zbioru i transportu sałaty. Spośród badanych technologii za optymalny uznano wariant IV charakteryzujący się najniższym nakładem pracy ręcznej wynoszącym $1050 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ i był on niższy o $105 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, $555 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $915 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ od określonego odpowiednio w wariantach III, II i I.

Słowa kluczowe: optymalizacja technologii, produkcja sałaty, nakłady pracy

Wstęp i cel badań

Warzywa odgrywają bardzo ważną rolę w żywieniu człowieka, gdyż plasują się na trzecim miejscu; po ziemniakach i produktach zbożowych, w wielkości spożycia przez człowieka. Polska jest czwartym producentem warzyw i owoców w Europie. Warzywa uprawiane w Polsce stanowią ważny element w osiąganiu dochodów, szczególnie w małych gospodarstwach rolnych. Wynika to z tego, że warzywa obejmują tylko 2% ogólnej powierzchni uprawnej to wartość wyprodukowanych warzyw wynosi 18% ogólnej wartości produkcji roślinnej [Kaniszewski 2007]. Produkcja ta jest prowadzona przeważnie w małych gospodarstwach o powierzchni nie przekraczającej 5 ha, a uzyskiwane plony warzyw są często mniejsze niż w specjalistycznych wielkoobszarowych gospodarstwach [Kaniszewski 2007]. Wielkoobszarowe gospodarstwa ogrodnicze charakteryzuje wysoka wydajność pracy, która jest efektem wprowadzania do produkcji ogrodniczej najnowszych osiągnięć nauk, szczególnie technicznych [Kaniszewski 2007, Kokoszka, Tabor 2006]. W wyposażeniu technicznym, stosowanym w produkcji warzyw, obserwuje się bardzo szybki postęp w rozwiązaniach konstrukcyjnych maszyn, które pozwalają usprawnić cały proces produkcyjny danego warzywa, a przede wszystkim zwiększyć wydajność i poprawić jakość pracy, a na niektórych etapach całkowicie zastąpić pracę ręczną człowieka pracą maszyn [Kowalczyk 2005, Wójcicki 1994].

Przedstawione powyżej uwagi uzasadniają przyjęcie założenia badawczego, że w standardowej technologii, stosowanej w produkcji sałaty, szczególnie w małoobszarowych gospodarstwach ogrodniczych, istnieje możliwość optymalizowania dotychczasowych technologii produkcji przez wprowadzenie nowych konstrukcji maszyn. Działania innowacyjne powinny wpłynąć przede wszystkim na zmniejszenie nakładów uciążliwej pracy ręcznej oraz poprawę efektywności produkcji.

Dlatego celem pracy jest opracowanie innowacyjnych wariantów technologii produkcji sałaty w stosunku do standardowej technologii stosowanej w małoobszarowych gospodarstwach ogrodniczych, oraz wyznaczenie optymalnego (najlepszego) spośród analizowanych wariantów technologicznych według przyjętego kryterium optymalizacji.

Obiekt i metoda badań

Do optymalizacji technologii produkcji i transportu sałaty przyjęto kryterium, które w formie matematycznej można wyrazić w następującej postaci:

$$\sum_{n=1}^N WP_{nm} + \sum_{k=1}^K WT_{km} = NP_m \quad [\text{rbh} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (1)$$

$$NP_{\text{opt}} = \min_{1 \leq m \leq M} \{NP_m\}$$

gdzie:

- WP_{nm} – nakłady pracy ręcznej (roboczogodzin) w n-tej operacji technologicznej procesu produkcji m - tego wariantu technologicznego,
- WT_{km} – nakłady pracy ręcznej (roboczogodzin i maszynogodzin) w k-tej operacji technologicznej zbioru i transportu m - tego wariantu technologicznego,
- NP_m – wielkość nakładu pracy ręcznej w m-tym wariantcie technologicznym,
- NP_{opt} – optymalny wariant technologiczny,
- n – numer operacji procesu produkcji sałaty,
- k – numer operacji transportu sałaty,
- N – liczba operacji w procesie produkcji sałaty,
- K – liczba operacji transportu sałaty,
- m – numer ocenianego wariantu technologicznego,
- M – liczba wariantów.

Przedstawione kryterium optymalizacji technologii obejmuje nakłady pracy w procesie uprawy, pielęgnacji oraz zbioru i transportu sałaty, a za optymalny wariant technologii produkcji należy uznać spośród badanych ten wariant, w którym nakłady pracy ręcznej osiągną wartość najniższą.

Procesowi optymalizacji technologii produkcji sałaty poddano typową technologię, która oparta jest na maszynach stosowanych w małoobszarowych polskich gospodarstwach rolniczych i określono ją jako „wariant technologiczny I”. Operacje technologiczne w ramach tej technologii i sposób ich realizacji przedstawiono w tabeli 1. Po wykonanej orce pługiem o czterech korpusach, dalsze przygotowanie gleby w tej technologii polegało na uprawie gleby agregatem złożonym z ciągnika C 330 i glebogryzarki, później wykonywano znaki na gruncie konieczne do równomiernego wysadzenia roślin, a następnie ręcznie umieszczano rośliny w wyznaczonych miejscach.

Na podstawie analizy wielkości nakładów pracy, występujących w ocenianym wariantcie technologicznym, opracowano następne warianty (tab 1), których założeniem było zmniejszenie nakładów pracy ręcznej.

Badania nakładów pracy w technologiach produkcji sałaty przeprowadzono w latach 2006-2009. Badane gospodarstwo położone jest w południowej części Polski, w gminie Baborów. Charakteryzuje się stosunkowo niewielką powierzchnią; w roku 2006 wynosiła ona 7,1 ha, a w 2009 - 9,2 ha. Struktura uprawianych gatunków roślin obejmuje: marchew, kapustę białą oraz sałatę, a dla poprawy płodozmianu uprawianych warzyw uprawiane są zboża. Gleby, na których prowadzono produkcję sałaty zliczane są do II i III klasy bonitacyjnej. Produkcja sałaty prowadzona była z rozsady, produkowanej we własnym zakresie w gospodarstwie, a powierzchnia uprawy wynosiła około jednego hektara. Główki sałaty przeznaczone do sprzedaży przygotowywane były wstępnie na polu i pakowane do skrzynek, następnie przywożone do stacjonarnego stanowiska, na którym przeprowadzano ich konfekcjonowanie, czyli poddawano myciu, przekładano papierem pakowym i układano na paletach.

Nakłady pracy poszczególnych operacji technologicznych określono na podstawie chronometraży nakładu pracy ręcznej i maszyn.

Omówienie wyników badań

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań nakładów pracy w badanych wariantach technologii produkcji sałaty. Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że w wariantcie technologii oznaczonym „I”, którą przyjęto za standardową dla małoobszarowych gospodarstw, najwyższy nakład pracy ręcznej w procesie prac uprawowych występuje przy zastosowaniu ręcznego sadzenia sadzonek ($400 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$) i pielenia chwastów ($80 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$). Pozostałe operacje technologiczne miały proporcjonalnie niski udział w łącznym nakładzie pracy uprawy i pielęgnacji, który wyniósł $495 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys.1). Łączne nakłady pracy ręcznej w operacjach zbioru i transportu sałaty są prawie trzykrotnie wyższe niż w pracach uprawy i pielęgnacji i wynoszą $1470 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys.1). Najwyższą pracochłonnością charakteryzują się operacje zbioru ($450 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$) i konfekcjonowania sałaty ($600 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$). Łączny nakład pracy ręcznej w wariantcie technologicznym I (wynoszący $1965 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$) należy uznać za bardzo wysoki. Nakłady pracy zmechanizowanej w tym wariantcie, wynoszące w uprawie $12,5 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys.1) oraz zbiorze i transporcie $40 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys.1) należy uznać za niskie.

Na podstawie określonych wielkości nakładów pracy w wariantcie I podjęto działania optymalizacyjne w celu ich zmniejszenia. W wariantcie II-gim do prac uprawowych zastosowano ciągniki o większej mocy. Dotychczas stosowany w technologii I do orki Ciągnik C 1212 zastąpiono ciągnikiem Fend 110. Do prac uprawowych zamiast ciągnika C 330 zastosowano ciągnik Steyr 8080. Do sadzenia sadzonek sałaty użyto sadzarkę platformową, którą wykonywano stożki znacznikowe w glebie, w które pracownicy ręcznie wkładali doniczki z rozsadą. W procesie sadzenia zatrudniono 5 osób. Jedna do obsługi ciągnika, a 4 do sadzenia sadzonek. Do załadunku opakowań na samochód dostawczy zastosowano wózek widłowy, który pozwolił na zmniejszenie zatrudnienia. Zamiast trzech osób, które były potrzebne do ręcznego załadunku opakowań, przy zastosowaniu wózka zatrudniono jednego operatora.

Wprowadzone innowacje pozwoliły na obniżenie w tym wariantcie pracochłonności orki o $1,5 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, uprawy o $4,5 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, sadzenia o $225 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ i załadunku skrzynek $130 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nakłady pracy ręcznej w wariantcie II osiągnęły wartości: uprawy i pielęgnacji $265 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys.1), zbioru i transportu $1340 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys.1), a łączne $1605 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ i były niższe o $360 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ od tych w wariantcie I. W badanym I i II wariantcie technolo-

gicznym operacja konfekcjonowania sałaty (oczyszczanie i paletowanie przed wysyłką do odbiorców) charakteryzuje się wysokim nakładem pracy i który osiągnął wartość 600 rbh·ha⁻¹. W wariacie III zastosowano tunel do mycia sałaty. Użycie tego tunelu pozwoliło na zmniejszenie nakładu pracy ręcznej o 450 rbh·ha⁻¹. Łączny nakład pracy ręcznej w tej technologii wyniósł 1155 rbh·ha⁻¹ i był niższy o 450 rbh·ha⁻¹ od wariantu II i o 810 rbh·ha⁻¹ od wariantu I.

Tabela 1. Zestawienie operacji technologicznych oraz nakładu pracy ręcznej i mechanicznej w procesie uprawy, pielęgnacji oraz zbioru i transportu sałaty

Table 1. The juxtaposition of technological operations and the expenditure of manual and mechanical work in the lettuce cultivation, gathering and transport process

Technologia		Operacja technologiczna	Sposób realizacji operacji	Nakład pracy ręcznej w [rbh·ha ⁻¹]	Nakład pracy maszyn [mh·ha ⁻¹]
1	2	3	4	5	6
Wariant technologiczny - I	Uprawa i pielęgnacja	Orka	Ciągnik C1212+plug 4-skibowy	3,5	3,5
		Obsługa nawożenia	Ręcznie	2	0
		Nawożenie	Ciągnik C330+rozsiewacz zawieszany	1,5	1,5
		Uprawa	Ciągnik C330 +narzędzia	6	6
		Sadzenie	Ręcznie	400	0
		Ochrona chemiczna	Ciągnik C 330 + opryskiwacz	1,5	1,5
		Pielenie – 2 krotne	Ręcznie	80	0
	Zbór i transport	Załadunek skrzynek	Ręcznie	150	0
		Transport na pole	Samochód dostawczy	60	20
		Zbór i pakowanie	Ręcznie	450	0
		Załadunek skrzynek	Ręcznie	150	0
		Transport z pola	Samochód dostawczy	60	20
		Oczyszczenie i paletowanie	Ręcznie	600	0
		Łącznie w technologii			
Wariant technologiczny II	Uprawa i pielęgnacja	Orka	Ciągnik Fend 110 +plug 4-skibowy	2	2
		Obsługa nawożenia	Ręcznie	2	0
		Nawożenie	Ciągnik C330+rozsiewacz zawieszany	1,5	1,5
		Uprawa	Ciągnik Steyr +narzędzia	3	3
		Sadzenie	Ciągnik C 330		
			+ sadzarka 5-cio stanowiskowa	175	35
		Ochrona chemiczna	Ciągnik C 330 + opryskiwacz	1,5	1,5
	Pielenie – 2 krotne	Ręcznie	80	0	
	Zbór i transport	Załadunek skrzynek	Wózek widłowy	20	20
		Transport na pole	Samochód dostawczy	60	20
		Zbór i pakowanie	Ręcznie	450	0
		Załadunek skrzynek	Ręcznie	150	0
		Transport z pola	Samochód dostawczy	60	20
		Oczyszczenie i paletowanie	Ręcznie	600	0

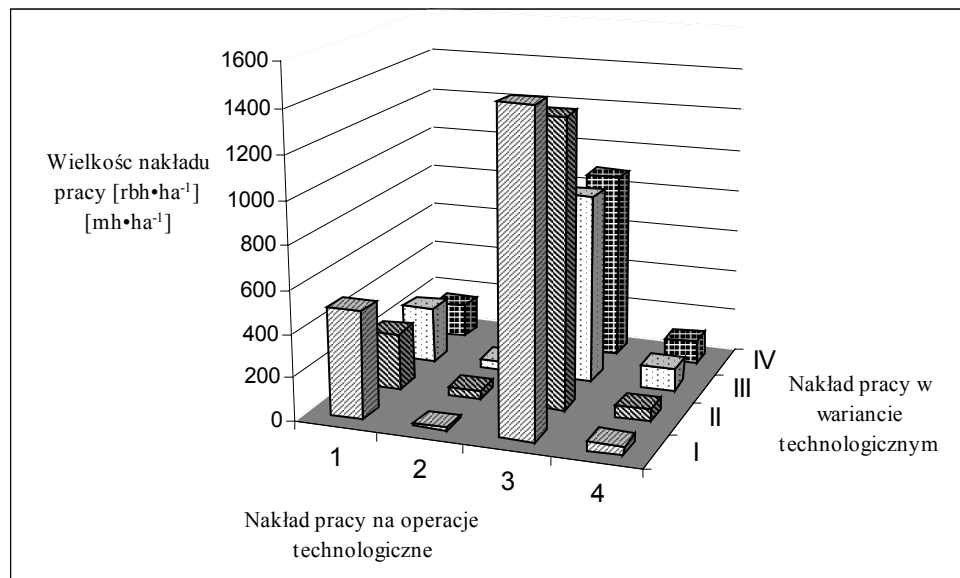
Optymalizacja technologii produkcji...

Technologia		Operacja technologiczna	Sposób realizacji operacji	Nakład pracy ręcznej w [rbh·ha ⁻¹]	Nakład pracy maszyn [mh·ha ⁻¹]
1	2	3	4	5	6
Łącznie w technologii				1605	103
Wariant technologiczny I	Uprawa i pielęgnacja	Orka	Ciągnik Fend 110 +plug 4-skibowy	2	2
		Obsługa nawożenia	Ręcznie	2	0
		Nawożenie	Ciągnik C330+rozsiewacz zawieszany	1,5	1,5
		Uprawa	Steyr 8080 +narzędzia	3	3
		Sadzenie	Ciągnik C 330 + sadzarka 5-cio stanowiskowa	175	35
	Zbiór i transport	Ochrona chemiczna	Ciągnik C 330 + opryskiwacz	1,5	1,5
		Pielenie – 2 krotne	Ręcznie	80	0
		Załadunek skrzynek	Wózek widłowy	20	20
		Transport na pole	Samochód dostawczy	60	20
		Zbór i pakowanie	Ręcznie	450	0
Wariant technologiczny - IV	Uprawa i pielęgnacja	Nawożenie	Ciągnik C330+rozsiewacz zawieszany	1,5	1,5
		Uprawa	Ciągnik C330 +narzędzia	3	3
		Sadzenie	Ciągnik C 330 + sadzarka	70	14
Zbiór i transport	Ochrona chemiczna	Ciągnik C 330 + opryskiwacz	1,5	1,5	
	Pielenie – 2 krotne	Ręcznie	80	0	
	Załadunek skrzynek	Wózek widłowy	20	20	
	Transport na pole	Samochód dostawczy	60	20	
	Zbór i pakowanie	Ręcznie	450	0	
	Załadunek skrzynek	Ręcznie	150	0	
	Transport z pola	Samochód dostawczy	60	20	
Łącznie w technologii				1155	153
Łącznie w technologii				1050	132

Źródło: obliczenia własne autorów

W IV wariantcie technologicznym, w miejsce stosowanej dotychczas do sadzenia sadzonek sadzarki platformowej, postanowiono zastosować sadzarkę karuzelowo-kubelkową typu FERRARI SX. Pozwoliło to na zmniejszenie nakładu pracy ręcznej. Łączny nakład pracy ręcznej w technologii IV wyniósł 1050 rbh·ha⁻¹ i był niższy o 105 rbh·ha⁻¹, 555 rbh·ha⁻¹ i 915 rbh·ha⁻¹ od występującego w wariantcie III, II i I.

Łączne nakłady pracy maszyn w technologii IV wyniosły 132 mh·ha⁻¹ i były niższe od tych z wariantu III o - 21 mh·ha⁻¹, i wyższe od II o 29 mh·ha⁻¹ i od I - 79,5 mh·ha⁻¹.



Źródło: dane własne autorów

Rys. 1. Zestawienie wyników badań nakładu pracy uprawy, pielęgnacji, zbioru i transportu sałaty (1 – nakłady pracy ręcznej w procesach uprawy i pielęgnacji [$\text{rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$], 2- nakłady pracy maszyn w procesach uprawy i pielęgnacji [$\text{mh}\cdot\text{ha}^{-1}$], 3 - nakłady pracy ręcznej w procesach zbioru i transportu [$\text{rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$], 4 - nakłady pracy maszynowej w procesach zbioru i transportu [$\text{mh}\cdot\text{ha}^{-1}$])

Fig. 1. The juxtaposition of results of tests of the work expenditure related to the lettuce cultivation, gathering and transport process (1 – expenditures of manual work in cultivation processes [$\text{rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$], 2 – expenditures of machine work in cultivation processes [$\text{mh}\cdot\text{ha}^{-1}$], 3 – expenditures of manual work in gathering and transport processes [$\text{rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$], 4 – expenditures of machine work in transport and gathering processes [$\text{mh}\cdot\text{ha}^{-1}$])

Dokonując podsumowania można stwierdzić, iż uzyskane wyniki badań pozwalają wysunąć wniosek, że według przyjętego kryterium optymalizacji technologii produkcji sałaty, za optymalny wariant technologii spośród badanych należy uznać wariant IV, charakteryzujący się najniższym nakładem pracy ręcznej. Nakład ten był niższy od nakładu wariantu III o $105 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, w II o $555 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ i aż o $915 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ w wariantcie I.

Można również stwierdzić, iż uzyskane wyniki badań pozwalają wysunąć wniosek, że w technologii produkcji sałaty, zbór i transport charakteryzujący się zdecydowanie wyższym nakładem pracy ręcznej niż prace uprawy i pielęgnacji. Nakład ten był wyższy w wariantcie I o $975 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, w II o $1075 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, w III o $625 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ i w IV o $730 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Należy w tym miejscu podkreślić, że zastosowane w technologiach maszyny spełniły wymagania odnośnie jakości pracy wymaganej w technologii produkcji sałaty.

Wnioski

1. W wyniku przeprowadzonej optymalizacji technologii produkcji sałaty uzyskano zmniejszenie nakładu pracy ręcznej w stosunku do technologii podstawowej (I) w wariantcie II o $360 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, w III o $810 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ i w IV o $915 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$.
2. Optymalną technologią produkcji sałaty spośród ocenianych jest wariant technologiczny IV, w którym wystąpiły najniższe nakłady pracy ręcznej wynoszące $1050 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Bibliografia

- Kaniszewski S.** 2007. Produkcja warzyw w Polsce stan obecny i perspektywy. Hasło ogrodnicze. Nr 4. s. 153-156.
- Kokoszka S., Tabor S.** 2006. Postęp technologiczny a struktura czasu pracy, koszty i efektywność nakładów w transporcie warzyw. Inżynieria Rolnicza. Nr 11 (86). s. 185-191.
- Kowalczyk J.** 2005. Straty i uszkodzenia korzeni marchwi powstające podczas zbioru jednorzędowym kombajnem Simon. Acta Agrophysica. Nr 6. s. 671-676.
- Wójcicki Z.** 1994. Problemy transportowe gospodarstwa rolniczego. Transport w gospodarstwie rolnym. Wydawnictwo IBMER w Warszawie. s. 4-9.

OPTIMISATION OF THE LETTUCE PRODUCTION TECHNOLOGY

Abstract. The work presents results of the process of optimisation of the lettuce production technology. The optimisation process was applied for the characteristic lettuce production technology used in small-area horticultural farms. The adopted criterion of optimisation was the minimisation of the expenditure of manual work in the lettuce cultivation, gathering and transport process. From among tested technologies, Variant IV characterized by the lowest expenditure of manual work amounting to $1050 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ was regarded as an optimum solution; the said expenditure was $105 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, $555 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ and $915 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ lower than specified respectively in Variants III, II and I.

Key words: optimisation of technology, lettuce production, work expenditures

Adres do korespondencji:

Franciszek Molendowski; Franciszek.molendowski@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Ul. Chelmońskiego 37/41
51-630 Wrocław