

## MINIMALIZACJA NAKŁADÓW PRACY W TECHNOLOGII PRODUKCJI MARCHWI

*Franciszek Molendowski, Marian Wiercioch*  
*Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

*Tomasz Kałwa*  
*Gospodarstwo Ogrodnicze, Baborów*

**Streszczenie.** Badania przeprowadzono w gospodarstwie ogrodniczym, w którym powierzchnia uprawy marchwi wynosiła 3,67 hektara. Nakłady pracy ręcznej i maszyn określono w okresie czteroletnim dla czterech wariantów technologicznych produkcji marchwi do zaopatrzenia rynku warzyw świeżych. Za typową technologię produkcji marchwi przyjęto technologię, która oparta jest na pracy ręcznej i maszynach stosowanych wcześniej do produkcji rolniczej w małoobszarowych gospodarstwach ogrodniczych. Na podstawie analizy wielkości nakładów pracy, występujących w ocenianym wariantcie technologicznym, opracowano następnne warianty, których założeniem było obniżenie nakładów pracy ręcznej. Dokonano wyboru optymalnego wariantu technologii produkcji marchwi do zaopatrzenia rynku w warzywa świeże, spośród czterech opracowanych i zalecanych do stosowania w małoobszarowych gospodarstwach ogrodniczych. Za kryterium optymalizacji przyjęto minimalne nakłady pracy ludzkiej i maszynowej. Za optymalny uznano wariant IV, charakteryzujący się najniższymi nakładami pracy ręcznej wynoszącymi  $195 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i maszynowej  $108 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nakłady pracy ręcznej w tym wariantcie były niższe od uzyskanych w wariantcie III o  $285 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ , w II o  $1050 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i I o  $1326 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a maszyn odpowiednio o  $50 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $95 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i  $86 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

**Słowa kluczowe:** produkcja marchwi, technologia, optymalna, , nakłady pracy

### Wstęp i cel badań

Produkcja marchwi w Polsce prowadzona jest na powierzchni około 30 tysięcy hektarów, a wielkość produkcji wynosi ok. 0,9 miliona ton. Pod względem wielkości produkcji marchwi w 2011 roku, Polska zajmowała pierwsze miejsce w Europie, a piąte na świecie (po Chinach, USA, Rosji i Uzbekistanie) [Rocznik Statystyczny RP 2011].

Jednak osiągnane średnie plony w Polsce wynoszące około 30 ton z hektara należy uznać za niskie z tego powodu, że aktualnie przy zastosowaniu nowych technologii i techniki plony z jednego hektara osiągają poziom do  $100 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  [Kaniszewski 2007; Stępka 2007].

Tak wysokie plony uzyskuje się w gospodarstwach wysoce wyspecjalizowanych, które zastosowały nowe technologie uprawy, a szczególnie nowe maszyny i nawadnianie oraz produkują marchew głównie dla przetwórstwa rolno-spożywczego.

Również w Polsce zauważa się duży postęp we wdrażaniu nowych pod względem konstrukcyjnym maszyn i rozwiązań organizacyjnych w procesie produkcji marchwi, które pozwalają zwiększyć jej plon z hektara, poprawić jakość oferowanego do sprzedaży produktu, obniżyć ponoszone nakłady i podnieść efektywność produkcji [Adamicki i in. 2004, Kowalczyk 2005; Kowalczyk, Leszczyński 2006; Kurpaska, Tabor 2006].

Przykładowo w gospodarstwach wielkoobszarowych do siewu nasion stosuje się siewniki pneumatyczne, które są znacznie droższe od tradycyjnych, z mechanicznym systemem siewu (stosowanych w gospodarstwach małoobszarowych), lecz zapewniają precyzyjny siew i pozwalają wysiać optymalną, z góry założoną liczbę nasion na jednostkę powierzchni. Siewniki te można wyposażać w podsiewacz mikrogranulatów, do dozowania insektycydów lub moluskocydów, a liczba sekcji do wysiewu nasion dochodzi do 18 sztuk.

Gospodarstwa wielkoobszarowe stosują kombajny samojezdne, które zbierają marchew nawet z sześciu rzędów jednocześnie. Przykładowo kombajny firmy Dewulf wyposażone są w przenośnik do bezpośredniego załadunku bardzo wysokich przyczep, nawet nacze samochodowych, w najnowsze urządzenia hydrauliczne i elektroniczne, czujniki naprowadzające na rząd, automatycznie ustawianą wysokość pasów chwytających nać oraz pełną synchronizację prędkości przenośników, pasów, noży odcinających nać i prędkości jazdy. Kombajnem tym plantator jest w stanie zebrać do 300 ton marchwi dziennie [Bardczak 2007].

W gospodarstwach małoobszarowych niekorzystną cechą jest niewielka powierzchnia poszczególnych pól. Działki, na których prowadzone są uprawy warzyw w większości nie przekraczają jednego hektara. Mała powierzchnia gospodarstwa jest powodem zmiany profilu produkcji gospodarstw z rolniczego na bardziej opłacalną działalność warzywniczą. Jednak aktualnie mała powierzchnia działek, powoduje coraz większe utrudnienia w mechanizacji prac ogrodniczych. Szczególnie dotyczy to ograniczenia stosowania dużych ciągników i agregatów, np. do uprawy gleby, które pozwoliłyby na obniżenie nakładu pracy. Również zbiór marchwi wykonywany jest często ręcznie lub z zastosowaniem worywaczy do warzyw korzeniowych oraz z wykorzystaniem adaptowanych urządzeń do zbioru ziemniaków, np. kopaczek przenośnikowych.

Można założyć, że w gospodarstwach małoobszarowych w Polsce możliwa jest produkcja marchwi, lecz przeznaczona na zaopatrzenie bezpośrednie rynku w świeże warzywa. Wynika to z faktu, że rynek warzyw świeżych ma duże wymagania co do jakości dostarczanego surowca oraz stosunkowo małej jego ilości w pojedynczej dostawie w krótkich odstępach czasu.

W celu zwiększenia konkurencyjności w stosunku do gospodarstw wielkoobszarowych gospodarstwa małoobszarowe analizują możliwość zastosowania najnowszych konstrukcji maszyn w technologiach produkcji marchwi do bezpośredniej sprzedaży, które pozwolą zmniejszyć nakłady pracy w trakcie procesu produkcyjnego warzyw.

Przedstawione powyżej uwagi uzasadniają przyjęcie założenia badawczego, że w tzw. standardowej technologii z dużym udziałem pracy ręcznej a stosowanej w produkcji marchwi w małoobszarowych gospodarstwach ogrodniczych, istnieje możliwość zmniejszenia nakładów pracy przez zastosowanie nowych konstrukcji maszyn.

Celem pracy było wyznaczenie optymalnego wariantu technologii produkcji marchwi na zaopatrzenie rynku warzyw świeżych spośród opracowanych czterech wariantów technologii proponowanych do stosowania w małoobszarowych gospodarstwach ogrodniczych. Za kryterium optymalizacji przyjęto minimalne nakłady pracy ludzkiej i maszynowej. Ponadto określono różnice w wielkości nakładów pracy ludzkiej i maszyn pomiędzy analizowanymi wariantami technologicznymi.

## Obiekt i metoda badań

Spośród badanych wariantów technologii produkcji marchwi za optymalny należy uznać ten wariant, w którym nakłady pracy ręcznej i maszyn osiągną wartość najniższą.

Nakłady pracy ręcznej i maszyn określono dla czterech wariantów technologicznych produkcji marchwi do bezpośredniej sprzedaży. Za typową technologię produkcji marchwi przyjęto technologię, która oparta jest na pracy ręcznej i maszynach stosowanych wcześniej do produkcji rolniczej w małoobszarowych gospodarstwach ogrodniczych i określono ją jako „wariant technologiczny I”. Operacje technologiczne w ramach tej technologii i sposób ich realizacji przedstawiono w tabeli 1. W technologii tej po wykonanej orce pługiem z jednym rzędem czterech korpusów i bronowaniu, dalsze prace wykonano przy zastosowaniu ciągnika Ursus C330. Następnie przeprowadzono wysiew nawozów przy zastosowaniu zawieszanego rozsiewacza odśrodkowego, a do formowania redlin zastosowano ciągnik zagregatowany z sadzarką do ziemniaków. Na wykonanych redlinach przeprowadzono wysiew nasion za pomocą siewnika szczotkowego 2-rzędowego.

Na podstawie analizy wielkości nakładów pracy, występujących w ocenianym wariantcie technologicznym, opracowano następne warianty, których założeniem było obniżenie nakładów pracy ręcznej.

W wariantach II, III i IV do prac uprawowych zastosowano pług obracalny czteroski-bowy oraz głębosz, do formowania redlin bronę aktywną typu Struik 4RF320, a do wysiewu nasion precyzyjny siewnik punktowy firmy Monosem MS wyposażony w tarcze do wysiewu marchwi dwóch rzędów na jednej redlinie.

W procesach zbioru i transportu w wariantcie I korzenie wyorano wyorywaczem a następnie wyjmowano je ręcznie z ziemi, usuwano nać i ładowano do skrzynek, które ręcznie załadowywano na samochód dostawczy. Marchew była transportowa do obiektów obróbki gdzie była myta w myjni bębnowej, a następnie pakowana do worków o masie 10 kg. W wariantcie II marchew po zbiorze ręcznym ładowano do skrzyniopalet, które wózkiem widłowym były załadowywane na przyczepę ciągnikową, którą transportowano do dalszej obróbki realizowanej jak w wariantcie I. W wariantcie III do zbioru zastosowano kombajn jednorzędowy Dewulf P3C kupiony na rynku wtórnym, który został wyremontowany i zmodernizowany, a do mycia zastosowano linię myjącą. W wariantcie IV zastosowano do zbioru nowy kombajnu typu Dewulf P3K, a linię myjącą uzupełniono o linię pakującą.

Badania przeprowadzono w gospodarstwie położonym w południowej części Polski, w gminie Baborów. Powierzchnia uprawy marchwi wynosiła 3,67 hektara. Charakterystyka warunków badań i metodyka ich przeprowadzenia była zgodna ze szczegółowo przedstawioną w pracy Molendowskiego i in. [2010, 2011]. Nakłady pracy poszczególnych operacji technologicznych określono na podstawie chronometraży pracy ludzi i maszyn.

## Wyniki badań

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań nakładów pracy w badanych wariantach technologii produkcji marchwi. Z danych tych wynika, że w wariantcie I, który oparty jest na dużym udziale pracy ręcznej oraz maszynach stosowanych dotychczas w produkcji rolniczej a przyjęty za podstawowy dla małoobszarowych gospodarstw, najwyższy nakład pracy ręcznej uprawy i pielęgnacji występuje przy pieleniu chwastów ( $40 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Pozostałe operacje technologiczne miały proporcjonalnie niski udział w łącznym nakładzie pracy uprawy i pielęgnacji, który wyniósł  $91,5 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$  (rys. 1). Łączne nakłady pracy ręcznej w operacjach zbioru i transportu marchwi są prawie kilkanaście razy wyższe niż w pracach uprawy i pielęgnacji i wynoszą  $1430 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Najwyższą pracochłonnością charakteryzują się czynności zbioru i czyszczenia ( $600 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) oraz mycia i pakowania ( $500 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

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

Table 1. The list of technological operations and manual and mechanical work input in the process of cultivation, care and cropping and transport of carrot

Technologia		Operacja technologiczna	Sposób realizacji operacji	Nakład pracy ręcznej [ $\text{rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]	Nakład pracy maszyn [ $\text{mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]
1	2	3	4	5	6
Wariant technologiczny - I	Uprawa, siew i pielęgnacja	Orka	Ciągnik C1212+plug 4-skibowy jednostronny	3,5	3,5
		Bronowanie	Ciągnik C1212+brona lekka	4	4
		Obsługa nawożenia	Ręcznie	2	0
		Nawożenie	Ciągnik C330+rozsiewacz	2	2
		Formowanie redlin	Ciągnik C330 +sadzarka do ziemniaków	13	13
		Wysiew nasion	Ciągnik C330+siewnik 2-rzędowy szczoteczkowy	12	12
		Oprysk herbicydem	Ciągnik C 330 + opryskiwacz 300 l	6	6
		Oprysk fungicydem	Ciągnik C 330 + opryskiwacz 300 l	9	9
		Pielenie –2-krotnie	Ręcznie	40	0
	Zbiór i transport	Załadunek skrzynek	Ręcznie	75	0
		Transport na pole	Samochód dostawczy	40	10
		Wyoranie korzeni	Ciągnik C 330 + wyorywacz	25	25
		Zbór i oczyszczanie	Ręcznie	600	0
		Transport z pola	Samochód dostawczy	40	10
		Rozładunek	ręcznie	150	0
	Myjka i pakowanie	Myjka bębnowa	500	100	
Łącznie w technologii				1521	194,5

Minimalizacja nakładów pracy...

Technologia		Operacja technologiczna	Sposób realizacji operacji	Nakład pracy ręcznej [rbh·ha <sup>-1</sup> ]	Nakład pracy maszyn [mh·ha <sup>-1</sup> ]
1	2	3	4	5	6
Wariant technologiczny II	Uprawa, siew i pielęgnacja	Orka	Ciągnik Fendt 110+plug 4-skibowy obracalny	2	2
		Głęboszowanie	Ciągnik Fendt110 +głębosz	1,2	1,2
		Obsługa nawożenia	Ręcznie	2	0
		Nawożenie	Ciągnik C330+rozsiewacz	2	2
		Formowanie redlin	Ciągnik Fendt110 +brona Struik 4RF320	2,2	2,2
		Wysiew nasion	Ciągnik C330+siewnik 2-rzędowy szczoteczkowy	12	12
		Oprysk herbicydem	Ciągnik C 330 + opryskiwacz 400 l	4,8	4,8
		Oprysk fungicydem	Ciągnik C 330 + opryskiwacz 400 l	9	9
		Pielenie –2-krotnie	Ręcznie	40	0
	Zbiór i transport	Załadunek skrzyniopalet	Wózek widłowy	10	10
		Transport na pole	Ciągnik C 330 +przyczepa	10	10
		Wyoranie korzeni	Ciągnik C 330 + wyorywacz	25	25
		Zbór i oczyszczanie	Ręcznie	600	0
		Transport z pola	Ciągnik C 330 +przyczepa	10	10
Rozładunek		Wózek widłowy	15	15	
Mycie i pakowanie	Myjka bębnowa	500	100		
Łącznie w technologii				1245	203
Wariant technologiczny – III	Uprawa, siew i pielęgnacja	Orka	Ciągnik Fendt 110+plug 4-skibowy obracalny	2	2
		Głęboszowanie	Ciągnik Fendt 110+głębosz	1,2	1,2
		Obsługa nawożenia	Ręcznie	2	0
		Nawożenie	Ciągnik C330+rozsiewacz	2	2
		Formowanie redlin	Ciągnik Fendt110 +brona Struik 4RF320	2,2	2,2
		Wysiew nasion	Ciągnik C330+siewnik 4-rzędowy Monosem MS	2	2
		Oprysk herbicydem	Ciągnik C 330 + opryskiwacz 400 l	4,8	4,8
		Oprysk fungicydem	Ciągnik C 330 + opryskiwacz 400 l	9	9
		Pielenie–2-krote	Ręcznie	40	0
	Zbiór i transport	Załadunek skrzyniopalet	Wózek widłowy	10	10
		Transport na pole	Ciągnik C 330 +przyczepa	10	10
		Zbiór korzeni	Kombajn Dewulf P3C	120	40
		Dozbieranie korzeni	Ręcznie	50	0
		Transport z pola	Ciągnik C 330 +przyczepa	10	10
Rozładunek		Wózek widłowy	15	15	
Mycie i pakowanie	Linia myjąca	200	50		
Łącznie w technologii				480	158

Technologia		Operacja technologiczna	Sposób realizacji operacji	Nakład pracy ręcznej [rbh·ha <sup>-1</sup> ]	Nakład pracy maszyn [mh·ha <sup>-1</sup> ]
1	2	3	4	5	6
Wariant technologiczny - IV		Orka	Ciągnik Fendt 110+plug 4-skibowy obracalny	2	2
		Głęboszowanie	Ciągnik Fendt 110+głębosz	1,2	1,2
		Obsługa nawożenia	Ręcznie	2	0
		Nawożenie	Ciągnik C330+rozsiewacz	2	2
		Formowanie redlin	Ciągnik Fendt 110 +brona Struik 4RF320	2,2	2,2
		Wysiew nasion	Ciągnik C330+siewnik 4-rzędowy Monosem MS	2	2
		Oprysk herbicydem	Ciągnik C 330 + opryskiwacz 400 l	4,8	4,8
		Oprysk fungicydem	Ciągnik C 330 + opryskiwacz 400 l	9	9
		Pielenie–2-krotnie	Ręcznie	40	0
	Zbiór i transport	Załadunek skrzyniopalet	Wózek widłowy	10	10
		Transport na pole	Ciągnik C 330 +przyczepa	7,5	7,5
		Zbiór korzeni	Kombajn Dewulf P3K	30	20
		Dozbiwanie korzeni	Ręcznie	5	0
		Transport z pola	Ciągnik C 330 +przyczepa	7,5	7,5
	Rozładunek	Wózek widłowy	10	10	
	Mycie i pakowanie	Myjnia + linia pakująca	60	30	
Łącznie w technologii				195	108

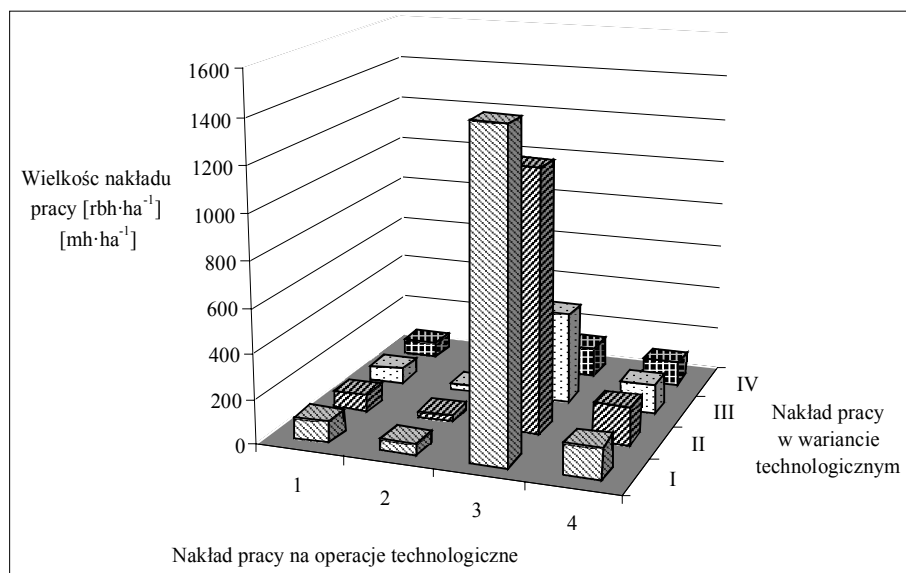
Źródło: obliczenia własne

Łączny nakład pracy ręcznej w wariantcie technologicznym I, który wynosi 1521 rbh·ha<sup>-1</sup> należy uznać za bardzo wysoki. Ponoszone w tym wariantcie nakłady pracy zmechanizowanej na uprawę to 49,5 mh·ha<sup>-1</sup>, zbiór i transport to 145 mh·ha<sup>-1</sup> (rys. 1), tj. łącznie 194,5 mh·ha<sup>-1</sup>, co należy uznać za niskie.

Na podstawie określonych wielkości nakładów pracy w wariantcie I podjęto działania optymalizacyjne w celu ich obniżenia. W wariantcie II do prac uprawowych zastosowano ciągniki o większej mocy co pozwoliło na zmniejszenie nakładów pracy.

Zastosowanie w tym wariantcie do formowania redlin brony aktywnej typu Struik 4RF320 pozwoliło na obniżenie nakładu pracy o 10,8 rbh·ha<sup>-1</sup>, a opryskiwacza 400 litrowego o kolejne 3 rbh·ha<sup>-1</sup>.

Zastosowanie wózka widłowego do załadunku skrzyniopalet na przyczepę rolniczą pozwoliło na zmniejszenie nakładów pracy o 65 rbh·ha<sup>-1</sup>, a przy ich rozładunku o 135 rbh·ha<sup>-1</sup>. Wykorzystanie do transportu na pole i z pola skrzyniopalet, ciągnika C330 i przyczepy rolniczej zamiast samochodu dostawczego pozwoliło na obniżenie pracochłonności tej operacji łącznie o 60 rbh·ha<sup>-1</sup>.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 1. Zestawienie wyników badań nakładu pracy uprawy, pielęgnacji, zbioru i transportu marchwi ( 1 – nakłady pracy ręcznej w procesach uprawy, siewu i pielęgnacji [rbh·ha<sup>-1</sup>], 2 – nakłady pracy maszyn w procesach uprawy, siewu i pielęgnacji [mh·ha<sup>-1</sup>], 3 – nakłady pracy ręcznej w procesach zbioru i transportu [rbh·ha<sup>-1</sup>], 4 – nakłady pracy maszynowej w procesach zbioru i transportu [mh·ha<sup>-1</sup>]

Fig.1. The list of the research results of work input, care, cropping and transport of carrot (1 – manual work inputs in the cropping, sowing and care processes [rbh·ha<sup>-1</sup>], 2 – machinery operation inputs in the cropping, sowing and care processes [mh·ha<sup>-1</sup>], 3 – manual work inputs in the harvesting and transport processes [man-hour·ha<sup>-1</sup>], 4 – machinery work inputs in the cropping and transport processes [mh·ha<sup>-1</sup>]

Nakłady pracy ręcznej w wariancie II osiągnęły wartości: dla uprawy i pielęgnacji 75,2 rbh·ha<sup>-1</sup>, zbioru i transportu 1170 rbh·ha<sup>-1</sup>, tj. łączne 1245 rbh·ha<sup>-1</sup> i były niższe o 276 rbh·ha<sup>-1</sup> od ponoszonych w wariancie I (rys. 1). W badanym I i II wariancie technologicznym czynności ręcznego zbioru oraz mycia i pakowania marchwi przed sprzedażą charakteryzują się wysokimi nakładami pracy ręcznej, które osiągnęły odpowiednio 600 rbh·ha<sup>-1</sup> i 500 rbh·ha<sup>-1</sup>. W wariancie III zastosowano do wysiewu nasion czterorzędowy siewnik punktowy, do zbioru kombajn jednorzędowy oraz linię myjącą marchew. Użycie kombajnu oraz linii pozwoliło na zmniejszenie nakładów pracy ręcznej odpowiednio o 480 rbh·ha<sup>-1</sup> i 300 rbh·ha<sup>-1</sup> a siewnika czterosekcyjnego o 10 rbh·ha<sup>-1</sup>. Łączne nakłady pracy ręcznej w tej technologii wynosiły 480 rbh·ha<sup>-1</sup> i były niższe o 765 rbh·ha<sup>-1</sup> od tych w wariancie II i o 1041 rbh·ha<sup>-1</sup> w wariancie I.

W IV wariancie technologicznym, zastosowano nowoczesny kombajn jednorzędowy z przenośnikiem załadunkowym marchwi na przyczepę, w miejsce dotychczasowego ręcz-

nego pakowania marchwi zastosowano linię pakującą. Zastosowanie kombajnu z przenośnikiem pozwoliło na obniżenie nakładu pracy ręcznej o  $90 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a linii pakującej o  $140 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W efekcie nakłady pracy ręcznej w technologii IV wyniosły tylko  $195 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Podsumowując można stwierdzić, że optymalnym pod względem przyjętego kryterium wariantem technologii produkcji marchwi spośród analizowanych należy uznać wariant IV, charakteryzujący się najniższym nakładem pracy ludzkiej i maszyn. Łączne nakłady pracy ludzkiej w tym wariantcie wyniosły  $195 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i były niższe odpowiednio: o  $285 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $1050 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i  $1326 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$  od oszacowanych dla wariantów III, II i I, zaś maszyn odpowiednio o  $50 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $95 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i  $86 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

## Wnioski

1. Optymalną technologią produkcji marchwi do zaopatrzenia rynku warzyw świeżych spośród ocenianych był wariant technologiczny IV, w którym wystąpiły najniższe nakłady pracy ludzkiej wynoszące  $195 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i maszynowej  $108 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ .
2. W wyniku przeprowadzonych zmian innowacyjnych technologii produkcji marchwi uzyskano zmniejszenie nakładu pracy ludzkiej w technologii optymalnej (IV) w stosunku do wariantu III o  $285 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ , do II o  $1050 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i do I o  $1326 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a maszyn odpowiednio o  $50 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $95 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$  i  $86 \text{ mh}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

## Bibliografia

- Adamicki F., Dobrzyński A., Felczyński K., Robak J., Szwejda J.** (2004): Integrowana produkcja marchwi. Plantpres Sp.z o.o. Kraków, ISBN 83-85982-97-3.
- Bardczak M.** (2007): Kombajny na dniach pola. Owoce Warzywa Kwiaty, 11, 53-55.
- Kaniszewski S.** (2007): Produkcja warzyw w Polsce stan obecny i perspektywy. Hasło ogrodnicze, 4, 153-156.
- Kowalcuk J.** (2005): Straty i uszkodzenia korzeni marchwi powstające podczas zbioru jednorzędowym kombajnem Simon. Acta Agrophysica, 6, 671-676.
- Kowalcuk J., Leszczyński N.** (2006): Analiza kosztów produkcji korzeni marchwi w wybranych gospodarstwach. Inżynieria Rolnicza, 5(80), 321-331.
- Kurpaska S., Tabor S.** (2006): Energochłonność polowej produkcji niektórych warzyw korzeniowych. Inżynieria Rolnicza, 11(86), 269-276.
- Molendowski F., Wiercioch M., Kałwa T.** (2010): Optymalizacja technologii produkcji sałaty. Inżynieria Rolnicza, 4(122), 163-169.
- Molendowski F., Wiercioch M., Kałwa T.** (2011): Warianty technologii produkcji sałaty a koszty mechanizacji. Inżynieria Rolnicza, 8(133), 229-235.
- Stępka G.** (2007): Polski rynek marchwi. Owoce Warzywa Kwiaty, 7, 19-21.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2011. Rok LXXI, Warszawa, ISSN 1506-0632.



## MINIMIZATION OF WORK INPUTS IN THE CARROT PRODUCTION TECHNOLOGY

**Abstract.** The research was carried out in a garden farm, where the area of carrot crop was 3.67 hectares. Manual work inputs and machinery was determined in a 4-year period for four technological variants of carrot production for supplying the market of fresh vegetables. A technology, based on manual work and machinery used earlier for agricultural production in small-area horticultural farms were assumed as a typical carrot production technology. Subsequent variants, which assumed to decrease manual work inputs were prepared on the basis of analysis of the seize of work inputs in the estimated technological variant. Optimal selection of the carrot production technology variant for supplying market in fresh vegetables out of four compiled and recommended for use in small-area horticultural farms was carried out. Minimal input of human labour and machine labour were accepted as a criteria of optimisation. IV variant, which is characterised by the lowest manual work inputs amounting to 195 man-hour $\cdot$ ha $^{-1}$  and machine work amounting to 108 mh $\cdot$ ha $^{-1}$  was accepted as optimal. Manual work inputs in this variant were lower than the obtained in III variant of 285 man-hour $\cdot$ ha $^{-1}$ , in II variant of 1050 man-hour $\cdot$ ha $^{-1}$  and in I variant of 1326man-hour $\cdot$ ha $^{-1}$ , and machines respectively of - 50 mh $\cdot$ ha $^{-1}$ , 95 mh $\cdot$ ha $^{-1}$  and 86 mh $\cdot$ ha $^{-1}$ .

**Key words:** carrot production, technology, optimal, work inputs

**Adres do korespondencji:**

Franciszek Molendowski, Franciszek.molendowski@up.wroc.pl  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław