

## WYDAJNOŚĆ ŚRODKÓW TRANSPORTOWYCH DO PRZEWOZU JABŁEK Z SADU DO PRZECHOWALNI

*Jacek Rabcewicz, Zdzisław Cianciara*

Zakład Mechanizacji, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

### Wstęp

Nakłady pracy ludzkiej, ciągników i sprzętu transportowego w okresie zbioru owoców stanowią 60–70% zapotrzebowania w całym cyklu produkcji jabłek. W wyniku postępujących zmian w gęstości nasadzeń oraz doskonalenia technologii uprawy wzrasta wielkość plonów, a tym samym masa owoców przewożonych z sadu do przechowalni. Podnoszą się także wymagania dotyczące jakości owoców, a jednym z warunków poprawnego ich przechowania jest dostarczenie do chłodni bezpośrednio po zbiorze. Szybki i ekonomiczny transport jabłek zapewniają technologie wykorzystujące do zbioru i przechowywania owoców palety skrzyniowe oraz środki transportowe charakteryzujące się wysoką wydajnością. Celem prac prowadzonych nad usprawnieniem metod przewożenia jabłek w paletach skrzyniowych jest opracowanie specjalistycznych urządzeń transportowych, których zastosowanie skraca czas operacji przeładunkowych i w konsekwencji zwiększa wydajność transportu. Urządzenia te powinny stopniowo zastępować najpopularniejsze obecnie w krajowym sadownictwie: ciągniki z podnośnikami widłowymi i ciągnikowe przyczepy rolnicze. Zastosowanie specjalistycznych środków transportowych musi być jednak poprzedzone badaniami prowadzonymi w jednakowych warunkach przewożenia owoców. Wynikający z obecnego stanu wiedzy problem transportu powinien być rozwiązywany w sposób kompleksowy, z uwzględnieniem wpływu możliwie wszystkich czynników i warunków na optymalizację transportu, przy jednoczesnej minimalizacji uszkodzeń owoców.

### Materiał i metody

Celem podjętych badań było określenie wpływu rodzaju środka transportowego oraz nawierzchni drogi transportowej na wydajność transportu. Oceniano cztery, najpowszechniej stosowane w kraju metody przewożenia jabłek z sadu do przechowalni. Badania prowadzono w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa (Dąbrowice), w warunkach produkcyjnych w trzech sezonach: 1996, 1997 i 1998. Środki transportowe agregatowane z ciągnikiem klasy 9 kN były obsługiwane przez tego samego kierowcę. Jabłka przewożono w paletach skrzyniowych o poj. ok. 330 kg, po drogach o dwóch rodzajach nawierzchni:

- żuźlowej utwardzonej (70–80% ogólnej odległości),
- asfaltowej (75–85% ogólnej odległości).

Badano następujące środki techniczne:

- ciągnik wyposażony w czołowy i tylny podnośnik widłowy (ład. 4 palety),
- samozaładowczo-samorozładowczą przyczepę Pyro-s (ład. 8 palet),
- samorozładowczą przyczepę sadowniczą (ład. 4 palety),
- zestaw dwóch uniwersalnych przyczep rolniczych (łącznie ład. 12 palet).

Doświadczenia zaplanowano w układzie dwuczynnikowym: środki transportowe  $\times$  rodzaj nawierzchni. Badania prowadzono w 12 powtórzeniach, powtórzenie stanowił pojedynczy cykl transportowy. Pomiary dotyczyły odległości jazdy oraz czasów: załadunku, rozładunku, jazdy pustych i pełnych środków transportowych. Długość drogi transportowej mierzono z dokładnością do 1 m, a czasy z dokładnością do 1 sekundy.

W celu porównania czasów operacji przeładunkowych, uzyskane w badaniach czasy odniesiono do odpowiadającej im masy owoców. Prędkości osiągnięte przez środki transportowe podczas jazdy z ładunkiem oraz bez ładunku wyznaczono na podstawie 12 przejazdów dla każdego rodzaju nawierzchni.

Na podstawie wyników badań wyznaczono godzinowe wydajności środków transportowych. Ponieważ uzyskane zostały na różnych, choć zbliżonych długościach drogi dojazdowej, w celu statystycznego porównania były standaryzowane dla odległości 1000 m, tj. odległości zbliżonej do średniej, na jakiej prowadzono badania (912 m). Wydajności wyznaczono ze wzoru (1):

$$W_i \text{ (t/h)} = 3600 \times \frac{Q}{T_L + T_j}, \quad (1)$$

gdzie:

- Q (t) – ładowność środka transportowego,
- $T_L$  (s) – łączny czas załadunku i rozładunku,
- $T_j$  (s) – łączny czas jazdy z ładunkiem i bez na drodze długości 1000 m.

Czasy jazdy pustych i pełnych środków transportowych wyznaczono ze wzoru (2):

$$T_j \text{ (s)} = 1000 \text{ (m)} \times V_n^{-1}, \quad (2)$$

gdzie  $V_n$  ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) – średnia prędkość jazdy pustego lub pełnego (odpowiednio) środka uzyskana w danym powtórzeniu.

Wyniki badań opracowano statystycznie przy pomocy analizy wariancji R.A. Fishera. Do oceny istotności różnic między średnimi użyto testu t-Duncana, przyjmując poziom istotności  $p < 0.05$ .

## Wyniki i dyskusja

Najkrótsze czasy załadunku i rozładunku jednej tony owoców uzyskano dla przyczepy Pyro-s. Najbardziej czasochłonne były operacje przeładunkowe zestawu przyczep uniwersalnych, łączny czas operacji kilkakrotnie przewyższał nakłady

pozostałych środków transportowych (tab. 1). Prędkości jazdy pustych środków transportowych wynosiły od 4,0 do 4,5 m·s<sup>-1</sup>, różnice między prędkościami uzyskanymi przez badane środki na każdym z rodzajów nawierzchni były nieistotne. Prędkość jazdy z ładunkiem była dla wszystkich środków transportowych niższa na nawierzchni utwardzonej w stosunku do nawierzchni asfaltowej (tab. 2). Najniższą prędkość (2,62 m·s<sup>-1</sup>) jazdy z ładunkiem uzyskiwał ciągnik z podnośnikiem podczas przejazdów po drodze utwardzonej.

Tabela 1; Table 1

Czas załadunku i rozładunku 1 tony jabłek (s·t<sup>-1</sup>)  
Loading and unloading time of 1 t of apples

Środek transportowy Transport means	Czas; Time consumption		
	załadunku loading	rozładunku unloading	łączy total
Ciągnik z podnośnikami; Forklifts	127,6 b	76,3 c	203,9 c
Przyczepa Pyro-s; Straddle trailer	73,0 a	27,9 a	100,9 a
Przyczepa samorozładowca; Roller bottom trailer	94,8 a	58,8 b	153,6 b
Przyczepy rolnicze; Tractor trailers	357,1 c	175,4 d	532,5 d

- średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy  $p < 0,05$  wg testu t-Duncana, ocena istotności w obrębie kolumn: means in columns followed by the same letter are not significantly different (Duncan Multiple Range Test,  $p < 0.05$ )

Tabela 2; Table 2

Prędkości jazdy z ładunkiem (m·s<sup>-1</sup>) uzyskane na dwóch rodzajach nawierzchni  
Driving speed (m·s<sup>-1</sup>) of loaded transport means on the two road surfaces

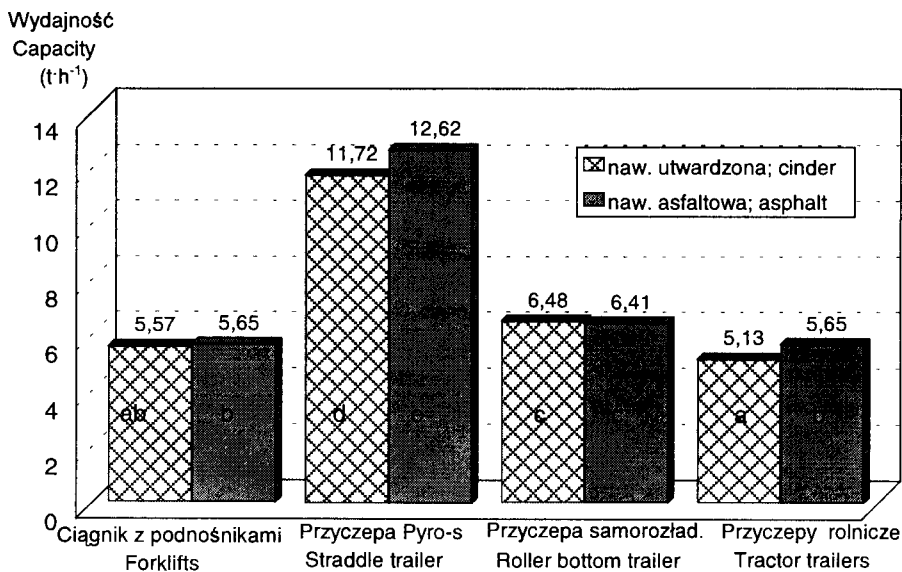
Środek transportowy; Transport mean	Nawierzchnia; Road surface	
	utwardzona; cinder	asfaltowa; asphalt
Ciągnik z podnośnikami; Forklifts	2,62 a	3,24 b
Przyczepa Pyro-s; Straddle trailer	3,43 bc	3,66 c
Przyczepa samorozładowca; Roller bottom trailer	3,17 b	3,37 bc
Przyczepy rolnicze; Tractor trailers	3,21 b	3,45 bc

- średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy  $p < 0,05$  wg testu t-Duncana; means followed by the same letter are not significantly different (Duncan Multiple Range Test,  $p < 0.05$ )

Najwolniej poruszał się ciągnik z podnośnikami widłowymi, na nawierzchni utwardzonej jego średnia prędkość (2,62 m·s<sup>-1</sup>) była niższa od prędkości pozostałych środków transportowych. Na drodze o nawierzchni asfaltowej najszybszym środkiem była przyczepa Pyro-s, której prędkość różniła się istotnie od prędkości ciągnika z podnośnikami widłowymi.

Dla wszystkich badanych środków transportowych wydajność na nawierzchni asfaltowej była wyższa niż na drodze utwardzonej, choć tylko dla przyczepy Pyro-s i zestawu przyczep uniwersalnych różnice były istotne (rys. 1). Najwyższą wydajność osiągała przyczepa Pyro-s przewożąc w ciągu godziny 11,72 t owoców

po drodze utwardzonej oraz 12,62 t owoców po drodze asfaltowej. Prawie połowę mniej jabłek przewożono przyczepą samorozładowczą (odpowiednio): 6,48 i 6,41 t·h<sup>-1</sup>. Jeszcze mniej wydajny – udowodniono różnice w stosunku do wymienionych uprzednio środków transportowych – był transport ciągnikiem z podnośnikami widłowymi (5,57 oraz 5,65 t·h<sup>-1</sup>) oraz przyczepami uniwersalnymi (5,13 oraz 5,65 t·h<sup>-1</sup>). Średnie wydajności dwóch ostatnich środków transportowych nie różniły się, choć czasy ich cykli transportowych były zdecydowanie różne: ciągnika z podnośnikami – 861 i 853 s, przyczep uniwersalnych 2782 i 2531 s.



średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy  $p < 0,05$  wg testu t-Duncana; means followed by the same letter are not significantly different (Duncan Multiple Range Test,  $p < 0,05$ )

Rys. 1. Wydajność środków transportowych uzyskana na dwóch rodzajach nawierzchni  
Fig. 1. Capacity of transport achieved on two surfaces of the road

Uzyskana wydajność ciągnika z podnośnikami widłowymi nie odbiega od rezultatów wcześniejszych badań [CIANCIARA 1974; LANGE 1980], można więc założyć, że badania prowadzone były w przeciętnych warunkach zbioru jabłek. Wysoka wydajność specjalistycznych środków transportowych zbliżonych ładownością oraz zasadą działania do przyczepy Pyro-s znajduje potwierdzenie w innych źródłach [LANGE 1980; KLIMPL 1988]. Wyniki badań własnych wykazały znaczną przewagę tego środka nad pozostałymi ocenianymi w doświadczeniu. Wysoka wydajność wynika ze stosunkowo dużej ładowności przyczepy, krótkiego czasu jej załadunku i rozładunku (najmniejsze spośród badanych środków nakłady czasu na 1 tonę jabłek) oraz wysokiej prędkości jazdy z ładunkiem.

Ze środków transportowych o ładowności 4 palet skrzyniowych, wyższe wydajności osiągała przyczepa samorozładowcza. Niższa wydajność ciągnika wydaje się być spowodowana głównie dłuższym czasem operacji przeładunkowych, bo-

wiem różnice w średnich prędkości jazdy obydwu środków na nawierzchni asfaltowej były nieistotne. Długi czas załadunku i rozładunku jest także przyczyną niskiej efektywności zestawu przyczep uniwersalnych, dysponującego największą spośród ocenianych środków transportowych ładownością. Jednocześnie, średnia wydajność zestawu przyczep jest zbliżona do wydajności ciągnika z podnośnikami widłowymi. Można więc przypuszczać, że na tej odległości transportowej kilkakrotnie dłuższy czas operacji przeładunkowych zestawu przyczep jest rekompensowany jego trzykrotnie większą ładownością.

### Wnioski

1. Najwyższą wydajność transportu uzyskano przewożąc jabłka przyczepą Pyro-s. Ten specjalistyczny środek transportowy powinien być zalecany do stosowania w sadach wysokotowarowych.
2. Wydajność sadowniczej przyczepy samorozładowczej przy jednakowej ładowności środków transportowych przewyższa wydajność ciągnika z podnośnikami widłowymi i ten agregat ciągnikowy może być efektywnie wykorzystywany w mniejszych sadach.
3. Ciągniki z podnośnikami widłowymi są wrażliwe na stan nawierzchni i na gorszych drogach muszą poruszać się z ograniczoną prędkością. Stosując przy zbiorze owoców ten środek transportowy trzeba zadbać o odpowiednie wyrównanie nawierzchni zarówno dróg gruntowych i utwardzonych, jak i asfaltowych.

### Literatura

CIANCARA Z. 1974. *Mechanizacja prac w gospodarstwach około 2000 t. owoców*. Prace IS, Biuletyn Informacyjny, Seria C, nr 2/46: 23–37.

KLIMPL B. 1988. *Rationalisierung des Ernteguttransportes in Spezialobstproduktionsbetrieben der CSRR unter besonderer Berücksichtigung der Apfelproduktion*. Dissertation (A), Humbolt-Universität, Berlin.

LANGE B. 1980. *Leistungszuwachs durch Rabo-System*. Gartenerpost 21: 7.

**Słowa kluczowe:** transport jabłek, przyczepy samorozładowcze, wydajność transportu

### Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu rodzaju środka transportowego oraz nawierzchni drogi transportowej na wydajność transportu jabłek z sadu do przechowalni. Oceniano cztery, najpowszechniej stosowane w kraju środki transporto-

we: ciągnik z czołowym i tylnym podnośnikiem widłowym, samozaładowczo-samorozładowniczą przyczepę Pyro-s, samorozładowniczą przyczepę sadowniczą, zestaw dwóch uniwersalnych przyczep rolniczych. Jabłka przewożono po drogach o dwóch rodzajach nawierzchni. Pomiarzy dotyczyły czasów i odległości jazdy oraz czasów: załadunku i rozładunku. Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono godzinowe wydajności środków transportowych.

Najwyższą wydajność osiągała przyczepa Pyro-s (11,72 t owoców na drodze utwardzonej oraz 12,62 t owoców na drodze asfaltowej). Prawie połowę mniej jabłek przewożono przyczepą samorozładowniczą (odpowiednio): 6,48 i 6,41 t·h<sup>-1</sup>. Jeszcze mniej wydajny był transport ciągnikiem z podnośnikami widłowymi (5,57 oraz 5,65 t·h<sup>-1</sup>) oraz przyczepami uniwersalnymi (5,13 oraz 5,65 t·h<sup>-1</sup>).

## EFFICIENCY OF TRANSPORT MEANS DURING APPLE TRANSPORT FROM ORCHARD TO STORAGE

*Jacek Rabcewicz, Zdzisław Cianciara*

Research Institute of Pomology and Floriculture, Skierniewice

Key words: apple transport, self-unloading trailers, efficiency of transport

### Summary

The efficiency of four transport means most common in fruit production intended for post-harvest apple transport in boxes (cap. 330 kg) were compared on two road surfaces. The following equipment was tested: front and rear tractor forklifts (load cap. 4 boxes), self-loading and unloading straddle trailer (Pyro-s, 8 boxes), self unloading roller bottom trailer (4 boxes) and regular tractor trailers (12 boxes).

The best transport efficiency was achieved by using a straddle trailer (11.72 t·h<sup>-1</sup> on orchard road and 12.62 t·h<sup>-1</sup> on asphalt) while the forklifts and tractor trailers achieved an efficiency of only 5.13 to 5.56 t·h<sup>-1</sup>.

Dr inż. Jacek Rabcewicz  
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa  
ul. Pomologiczna 18  
96-100 SKIERNIEWICE  
e-mail: jrabcew@insad.pl