Aleksander Szeptycki
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elekryfikacji Rolnictwa w Warszawie

OCENA EFEKTYWNOŚCI MODERNIZACJI TECHNOLOGII W PRODUKCJI ROŚLINNEJ NA PRZYKŁADZIE ZBIORU BURAKÓW CUKROWYCH

Streszczenie

Analiza efektywności modernizacji technicznej zbioru buraków cukrowych wprowadzanej przy przechodzeniu od kombajnów przyczepianych 1-, 2-, i 3-rzędowych do 6-rzędowych kombajnów samobieżnych, wykazała wysoką opłacalność takiego postępu. Mimo wielokrotnie wyższych cen maszyn 6-rzędowych w porównaniu do maszyn mniejszych, przyrost wartości masy buraków zebranych przy zaangażowaniu 1rbh pracy operatorów pokrywa z nadwyżką wzrost kosztu pracy tych maszyn również na 1rbh. Za 1000 zł wydatkowanych na pracę maszyny 6-rzędowej zbiera się wielokrotnie większy areał niż maszynami mniejszymi za tę samą kwotę.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, zbiór, technologia, modernizacja, efektywność

Wykaz oznaczeń

E_p – efektywność postępu technicznego
P_c – produkcja czysta gospodarstwa, zł
K – koszt modernizacji, zł
η – efektywność modernizacji technologii
V – wartość zebranego plonu, zł
k_m – koszt pracy maszyn, zł/ha
R – pracochłonność, rbh/ha
W_k – efektywność postępu technicznego konstrukcyjnego, ha/zł, T/zł
W_{07} – wydajność eksploatacyjna, ha/h

Wprowadzenie

Modernizacja technologii produkcji dowolnego produktu rolniczego następuje w wyniku wprowadzania postępu naukowo-technicznego, w pełnym wymiarze obejmującego postęp biologiczny (np. nowe odmiany roślin), chemiczny (np. nowe lub udoskonalone nawozy i środki ochrony roślin) oraz techniczny. Postęp techniczny, będący głównym przedmiotem zainteresowania niniejszego artykułu, realizuje się na drodze konstrukcyjnej przez wprowadzanie nowych, doskonalszych maszyn i technologicznej przez bardziej umiejętne, lepsze wykorzystanie zarówno maszyn już posiadanych jak i nowych [Michałek 1999].

Istotne jest opracowanie metody oceny efektywności wprowadzania innowacji modernizacyjnych, czyli znalezienie sposobu odpowiedzi na pytanie czy nakłady poniesione na modernizację są pokryte przez uzyskane efekty ekonomiczne, energetyczne, ekologiczne, ergonomiczne, socjalne itp. Bowiem tylko modernizacja efektywna jest uzasadniona i prowadzi do uzyskania produkcji rolnej zrównoważonej. Nakłady i efekty można analizować w jednostkach pieniężnych, energetycznych, zbożowych itp. Można analizować efekty modernizacji w skali całego gospodarstwa, ale też i w skali technologii produkcji poszczególnych płodów rolnych, a nawet oddzielnych zabiegów agrotechnicznych. Głęboka i szybka modernizacja technologii produkcji buraka cukrowego w Polsce a zwłaszcza technologii jego zbioru, jaka zaszła w ostatnich latach, skłania do poddania przykładowej analizie efektywności właśnie tych zmian.

Podstawy naukowe analizy efektywności modernizacji

Efektywność modernizacji gospodarstwa można analizować badając czy przyrost produkcji czystej (ΔP_c) pokrywa wydatki (K) poniesiona na modernizację [Michałek 1999]. Wygodny jest wówczas podany przez tego autora wskaźnik efektywności postępu technicznego technologicznego

$$E_p = \frac{\Delta P_c}{K} \tag{1}$$

Wartość E_p większa od jedności wskazuje, że modernizacja w badanym zakresie była efektywna ekonomicznie, czyli jej koszty zwracają się w postaci przyrostu produkcji. Wartość E_p poniżej jedności świadczy o zbyt dużym zaangażowaniu środków w zmiany modernizacyjne, co skłania do zmniejszenia zakresu modernizacji lub poszukiwania dróg ograniczenia kosztów np. poprzez świadczenie usług nowo zakupionymi maszynami.

Analizując jednak modernizację technologii produkcji określonej rośliny albo modernizację np. tylko metody zbioru, trzeba nieco zmienić sposób podejścia do

zagadnienia. Interesujące nas unowocześnienie technologii zbioru buraków, przez wprowadzenie nowych maszyn zmierza do zwiększenia wydajności zbioru i ograniczenia jego pracochłonności, przy co najmniej nie pogorszonych parametrach jakości pracy nowo wprowadzanych maszyn w porównaniu do dotychczas stosowanych. Innymi słowy celem jest zwiększenie wartości plonu zebranego przy zaangażowaniu 1rbh pracy operatora (operatorów) maszyn. Ponieważ praktyka wskazuje, iż nowe, bardziej wydajne i doskonalsze maszyny są z reguły droższe od wcześniej stosowanych, więc zwiększają się koszty uzbrojenia pracownika w tę nową technikę. Chcąc ocenić czy tak rozumiana modernizacja jest efektywna ekonomicznie, wygodnie jest posługiwać się wzorem

$$\eta = \frac{\Delta V}{\Delta k_m} \tag{2}$$

Efektywność modernizacji jest wskaźnikiem niemianowanym, niezależnym od kosztu jednostkowego robocizny i przedstawia stosunek przyrostu wartości plonu ΔV[zł/rbh] do kosztów uzbrojenia pracowników w nową technikę Δk_m,[zł/rbh]. Przyrost wartości plonu przypadającego na 1rbh można obliczyć jako

$$\Delta V = \frac{V_n}{R_n} - \frac{V_b}{R_b}\ ,\ \text{zł/rbh} \tag{3}$$

gdzie V_n i V_b oznaczają wartość zebranego plonu w zł/ha odpowiednio przy technologii nowej(n) i bazowej (b), zaś R_n i R_b oznaczają pracochłonność zbioru w rbh/ha odpowiednio przy technologii nowej i bazowej. Podobnie przyrost kosztu uzbrojenia 1rbh pracy ludzi zatrudnionych przy zbiorze Δk_m zł/rbh można obliczyć jako

$$\Delta k_m = \frac{k_{mn}}{R_n} - \frac{k_{mb}}{R_b}\ ,\ \text{zł/rbh} \tag{4}$$

gdzie k_{mn} i k_{mb} oznaczają koszty pracy maszyn w zł/ha odpowiednio przy technologii nowej (n) i bazowej (b), zaś R_n i R_b są jak we wzorze (3). Jak napisano we wprowadzeniu, postęp techniczny w rolnictwie, czyli modernizacja tego rolnictwa, realizuje się też na drodze konstrukcyjnej, poprzez tworzenie nowych maszyn, bardziej wydajnych, charakteryzujących się lepszą jakością pracy, bardziej ergonomicznych, mniej uciążliwych dla środowiska itp. Michałek[1999] proponuje do oceny tego aspektu postępu bardzo prosty i łatwy w interpretacji wskaźnik

$$W_k = \frac{W_{07}}{k_m}\ ,\quad [\text{ha/zł}]\ \text{lub}\ [\text{T/zł}] \tag{5}$$

odnoszący wydajność maszyny (W_{07}) do kosztów jej eksploatacji (k_m). Wskaźnik ten informuje ile pracy można wykonać daną maszyną za jednostkę pieniężną wyłożoną na jej eksploatację. Sądzę jednak, że ponieważ postęp zwykło się traktować jako pewien proces zachodzący w czasie, więc korzystniej będzie nazywać

wskaźnik W_k wskaźnikiem efektywności nowoczesności konstrukcji i taka nazwa będzie używana w dalszej części artykułu.

Wyniki oceny efektywności modernizacji technologii zbioru buraków cukrowych

W polskim rolnictwie pojawiły się w ostatnich latach nowoczesne, wydajne kombajny do zbioru buraków, które niemal całkowicie eliminują dotychczasowe dwu- i trzyetapowe technologie zbioru tej rośliny, a także zastępują kombajny 1-rzędowe używane w małych gospodarstwach. Nowe maszyny są jednak bardzo drogie. Zasadnym staje się zatem przeanalizowanie efektywności postępu technicznego wprowadzanego w tym sektorze produkcji rolniczej. W artykule z 2004 roku [Szeptycki 2004] przedstawiłem wyniki analizy kosztów i energochłonności zbioru buraków przy zastosowaniu różnych technologii. Niniejszy artykuł stanowi kontynuację i rozszerzenie tamtych analiz. W tabeli 1 przedstawiono dane wyjściowe potrzebne do obliczenia omówionych wyżej wskaźników charakteryzujących efektywność modernizacji technologii zbioru poprzez zastępowanie maszyn mniejszych, większymi, bardziej nowoczesnymi i wydajnymi, choć znacznie droższymi. Założono przy tym, że każdy z kombajnów realizuje taki sam zakres pracy tj.: ogławia buraki a liście rozdrabnia i rozrzuca po polu, zaś korzenie zbiera w zbiorniku, który po napełnieniu jest opróżniany na pryzmę na skraju pola. Każdy rodzaj kombajn jest obsługiwany tylko przez jedną osobę – traktorzystę lub operatora.

Tabela 1. Dane wyjściowe do obliczania efektywności modernizacji technologii zbioru buraków cukrowych

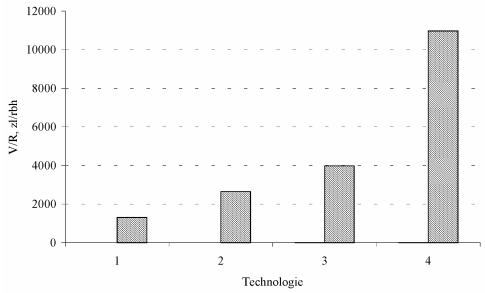
Table 1. Initial data to calculate the effectiveness of mechanization of sugar beet harvest technologies

Technologia	Maszyna wiodąca	Wydajność W_{07}	Cena zakupu[1] C_m	Koszt zbioru[2] k_m	Straty masy korzeni[3] S	Wartość zebranych buraków[4] V
		ha/h	zł	zł/ha	%	zł/ha
1	Kombajn 1-rzęd.	0,15	150 000	1300	3,0	8730
2	Kombajn 2-rzęd.	0,35	295 000	865	2,9	8739
3	Kombajn 3-rzęd.	0,45	350 000	651	2,6	8766
4	Kombajn 6-rzęd. samobieżny	1,20	1 438 000	680	2,5	8775

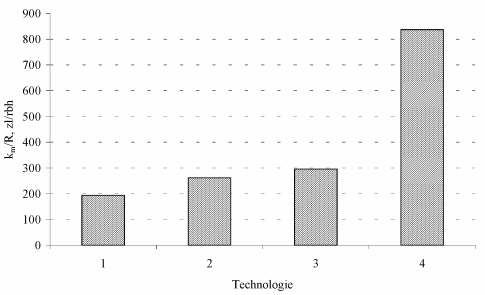
[1] Przeliczona z wartości podanej przez Ammanna[2004] po kursie 1SFR=2,28zł
[2] Przy pełnym wykorzystaniu zdolności przerobowej maszyn [Szeptycki 2004]
[3] Wg Instytutu Techniki Rolniczej Uniwersytetu w Bonn [Przybył 2001]
[4] Przy plonie 45t/ha i cenie 200zł/t

Koszty zbioru przy pełnym wykorzystaniu maszyn [Szeptycki 2004] maleją ze wzrostem ich nowoczesności i wydajności mimo bardzo wysokich cen zakupu kombajnów wielorzędowych. Stosowane w Polsce maszyny do zbioru buraków cukrowych, które wybrano do porównań są już na tyle doskonałe i osiągają tak dobre wskaźniki jakości pracy, że wartości plonu (V) zebranego z 1ha są zbliżone i różnią się tylko o straty masy korzeniowej pozostawianej na polu, a te są bardzo małe (2,5-3,0%).

Na podstawie danych z tabeli 1, wg wzorów (3) i (4) obliczono jednostkową wartość plonu $\frac{V}{R}$ [zł/rbh] oraz jednostkowe koszty $\frac{k_m}{R}$ [zł/rbh] dla poszczególnych technologii zbioru i przedstawiono je na rys. 1 i 2. Widać wyraźnie, że oba te wskaźniki osiągają tym wyższe wartości im większe i droższe są maszyny. O efektywności jednak modernizacji polegającej na zastępowaniu maszyn mało wydajnych bardziej wydajnymi decyduje stosunek η przyrostu wartości jednostkowej plonu $\frac{V}{R}$ [zł/rbh] do przyrostu kosztów $\frac{k_m}{R}$ [zł/rbh]. Efektywność ta jest wysoka we wszystkich wariantach zmiany technologii na nowocześniejszą, co pokazano na rys. 3.

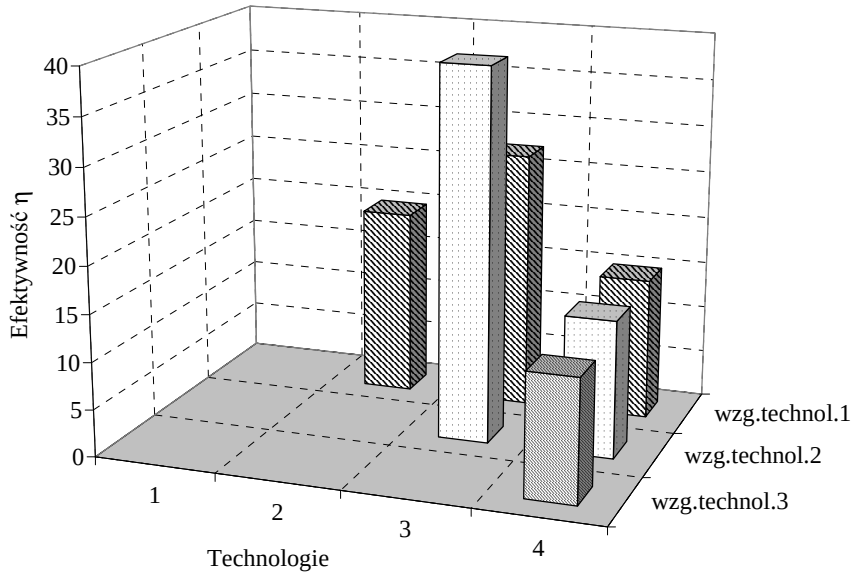


Rys. 1. Jednostkowa wartość plonu V/R
Fig. 1. Unitary mass of yield V/R,PLZ/1man-hour



Rys. 2. Jednostkowy koszt zbioru k_m/R
Fig. 2. Unitary cost of harvest k_m/R, PLZ/1 man-hour

Na zakończenie, dla potwierdzenia celowości i efektywności modernizacji technologii zbioru buraków poprzez zastępowanie maszyn mniejszych, większymi, drogimi, ale znacznie bardziej wydajnymi, warto podać też wskaźniki efektywności nowoczesności konstrukcji obliczone wg przytoczonego za Michałkiem [1999] wzoru (5).



Rys. 3. Efektywność postępu technicznego.
Fig. 3. Effectiveness of technical progress

Tabela 2. Wskaźniki efektywności nowoczesności konstrukcji kombajnów do zbioru buraków
Table 2. Indexes of technical progress

Wskaźnik	Kombajny			
	1-rzęd.	2-rzęd.	3-rzęd.	6-rzęd.
Wydajność W_{07}, ha/h	0,15	0,35	0,45	1,20
Koszt pracy maszyny k_m, zł/ha	1300	865	651	680
Wskaźnik efektywności nowoczesności konstrukcji, W_k, ha/1000 zł	0,12	0,35	0,69	1,76

Z danych zawartych w tabeli 2 wyraźnie widać opłacalność modernizacji technologii zbioru buraków. Za 1000zł wydatkowane na pracę maszyny, kombajnami wielorzędowymi można zebrać buraki z wielokrotnie większego areału niż kombajnem 1-rzędowym. Oczywiście wymaga to pełnego wykorzystania tych nowoczesnych maszyn a także pewnej komasacji pól, o czym była mowa w artykule z ubiegłego roku [Szeptycki 2004].

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza efektywności modernizacji technologii zbioru buraków cukrowych wykazała opłacalność przechodzenia do nowych, wysokowydajnych maszyn wielorzędowych. Za środki wyłożone na zakup i eksploatację tych drogich, nowoczesnych maszyn uzyskuje się więcej pełnowartościowego plonu i obrabia większe areały niż maszynami małej wydajności, jakimi są kombajny 1-rzędowe.

Warto też dodać, iż zwłaszcza maszyny 6-rzędowe, samobieżne zapewniają znacznie lepszy komfort pracy operatorów wymagają od nich mniejszego wysiłku fizycznego i psychicznego dzięki znacznej automatyzacji i monitorowaniu wielu czynności roboczych.

Bibliografia

Ammann H. 2004. Maschinenkosten 2005. FAT Berichte nr 621.

Michałek R. i in. 1999. Uwarunkowania technicznej rekonstrukcji rolnictwa. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków.

Przybył J. 2001. Nowoczesna technika w uprawie buraka cukrowego. Wieś Jutra nr 1 ss.24-28.

Szeptycki A. 2004. Koszty i energochłonność zbioru buraków cukrowych. Problemy Inżynierii Rolniczej nr 1 ss.27-34.

ESTIMATION OF THE EFFECTIVENESS OF MODERNIZATION IN PLANT PRODUCTION TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF SUGAR BEET HARVESTING

Summary

Analysis of the technical modernization of sugar beet harvesting shows out that changing 1-, 2- ,3-row towed machines by self propelled 6-row one is highly economically effective. In spite of many times higher prices of 6-row machines in comparison with smaller ones, that increase of the value of harvested beets calculated on 1 man-hour covers with excess the increase of machine-costs also calculated on 1 man-hour. For 1000 PLZ of 6-row machine work cost one may harvest many times larger acreage than in the case of smaller machines.

Key words: sugar beets, harvest, technology, modernization, effectiveness