

WOJCIECH JÓZWIAK

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza w Warszawie

SZACOWANIE EFEKTYWNOŚCI BADAŃ NAUKOWYCH W ROLNICTWIE

Wielokrotnie próbowano szacować efektywność wydatków ponoszonych na badania naukowe. Badania te napotykały jednak na określone trudności. Po pierwsze, trudności te są związane z wykazaniem związku jaki ma miejsce między raz wydatkowanymi sumami na badania, a przyrostem produkcji bądź też innymi efektami, które mają miejsce dopiero po upływie dość długiego okresu czasu. Efekty nakładów ponoszonych np. na hodowlę nowych intensywnych odmian roślin uprawnych są możliwe do uzyskania dopiero po kilku lub kilkunastu latach, a zmiana określonych cech rasowych u bydła o 1% trwa jeszcze dłużej. Również znaczny okres czasu mija od chwili wynalezienia nowości do chwili jej pełnego upowszechnienia.

Po drugie, chodzi nie tylko o okres czasu jaki upływa od momentu rozpoczęcia badań do chwili upowszechnienia rokującej nowości, lecz także o koszty związane z kolejnymi etapami badań naukowych. Prawidłowa metodyka liczenia efektywności badań naukowych musi zatem brać pod uwagę następujące koszty: uzyskania nowości (koszty właściwych badań), związane ze sprawdzaniem ich przydatności w warunkach produkcyjnych, wyprodukowania nowego środka produkcji na skalę masową i wreszcie upowszechniania nowego środka produkcji.

Analizy efektywności badań naukowych wymagają danych gromadzonych z wielu kolejnych lat. Trzeba zatem w obliczeniach uwzględnić inflację pieniądza, a także fakt, że środki wydatkowane na badania mogłyby przynieść określone korzyści społeczne, gdyby zostały użyte w działalności bezpośrednio produkcyjnej.

Po trzecie, na przyrosty produkcji — poza wydatkami na badania naukowe — wpływają także, a może nawet przede wszystkim, przyrosty nakładów „tradycyjnych” środków produkcji rolniczej, takich jak praca żywa oraz dotychczas stosowane trwałe i obrotowe środki produkcji (tj. środki o tej samej jakości). W rachunku efektywności wydatków ponoszonych na badania rolnicze należy zatem rozdzielić w jakiej mierze przyrost efektów spowodowany był wprowadzeniem nowości, a w jakiej mierze spowodowany był przyrostem nakładów pozostałych środków produkcji.

Po czwarte, wynalazek (np. wyhodowanie nowej odmiany rośliny uprawnej itp.) powoduje określone przyrosty produkcji pożądanej ze społecznego punktu widzenia. Gdyby nie było wynalazku należałoby podnieść ceny by spowodować decyzje producentów zwiększające przyrosty produkcji, bądź też nakazać zastosowanie większej ilości środków produkcji, np. nawozów mineralnych by osiągnąć pożądany rezultat. W obu przypadkach oznaczałoby to poniesienie przez społeczeństwo większych kosztów. Wynalazek zatem niejako przesuwą barierę niskiej efektywności stosowanych środków produkcji i przy ocenie jego efektywności trzeba ten aspekt brać pod uwagę.

Jedną z kolejnych prób, których celem było stworzenie metody szacowania efektywności badań naukowych były próby stworzenia takiej metody podjęte przez Grilichesa [1]. Autor ten starał się uzasadnić tezę znanego amerykańskiego ekonomisty rolnego Schultz'a, że przyczyną wzrostu wydatków na badania związane z rolnictwem jaka ma miejsce w dynamicznie rozwijających się społeczeństwach jest wysoka efektywność badań [6].

Metody Grilichesa spotkały się ze sporym zainteresowaniem, lecz nie zawsze przyjmowano je bezkrytycznie, czego wyrazem jest opracowanie Joudge'a [5]. Autor ten podważał zasadność interpretacji wyników analizy efektywności badań naukowych opartych o analizę regresji, sugerując że wyniki analizy statystycznej wskazują na współzmiennność, a nie na przyczynę zjawiska. Podkreślił on również to, że Griliches sporządził kilkadziesiąt różnych rachunków regresji wielorakiej, biorąc za każdym razem inny zestaw zmiennych i wybrał ostatecznie ten rachunek, który najlepiej bronił założonej z góry tezy o wysokiej efektywności nakładówłożonych na badania naukowe.

Mimo krytyki metody Griliches'a znalazły powszechne uznanie w USA i poza jego granicami. W pracach szeregu ekonomistów cytuje się liczby obliczone przy pomocy metod Grilichesa [2]. Również liczby te cytowane są w pracach polskich autorów. *)

W prezentowanym opracowaniu przedstawiamy dwie metody szacowania efektywności badań naukowych w rolnictwie zaproponowane przez Griliches'a. Byłoby ze wszech miar wskazane by znalazł się ktoś, ktoby spróbował oszacować przy pomocy tych metod, lub metod innych, ulep-

*) T. Hunek cytuje wyniki efektywności badań naukowych ustalone przy pomocy metod Grilichesa w pracy pt. „Wyżywienie, rolnictwo i wieś w Polsce”, LSW, 1975, s. 57. Niestety autor błędnie interpretuje ustalenia. Podaje on mianowicie, że 1 dolar wydatkowany w USA na badania hybrydów kukurydzy zwracał się we wzroście produkcji w kwocie 700 dolarów. Chodzi jednak o to, że 1 dolar wydatkowany na badania hybrydów kukurydzy zwracał się każdego w roku w postaci przyrostu produkcji kukurydzy (minus koszty badań i koszty wyprodukowania nowych nasion) 7-krotnie, co czyni stopę procentową w wysokości 700%.

szonych, bądź lepiej dopasowanych do polskich warunków, efektywność wydatków ponoszonych na badania rolnicze w Polsce.

Pierwszy z prezentowanych rachunków dotyczy efektywności nakładów poniesionych na badania hybrydów kukurydzy. Jest to więc rachunek efektywności badań, o których wiadomo że znalazły szerokie zastosowanie w rolnictwie. Trzeba jednak pamiętać o tym, że zaledwie część wydatków poniesionych na badania kończy się sukcesem.

Rachunek efektywności badań hybrydów kukurydzy został sporządzony dla roku 1955 tj. dla roku kiedy badania zostały upowszechnione. W rachunku posłużono się formułą

$$\Delta Y = h k P_1 Q_1 (1 - \frac{1}{2} k n) \quad (1)$$

gdzie: ΔY = przyrost produkcji w ujęciu wartościowym wywołany użyciem nasion hybrydów kukurydzy powiększony o korzyści wynikające z utrzymania cen na określonym poziomie spowodowanym przez większą podaż kukurydzy,

h = udział powierzchni obsianej hybrydami kukurydzy w całkowitej powierzchni uprawy tej rośliny,

k = procentowa zmiana plonów kukurydzy spowodowana użyciem nasion hybrydów kukurydzy; wielkość tę należy ustalić na zasadzie *ceteris paribus* tj. eliminując wpływ innych czynników plonotwórczych,

P_1 = cena kukurydzy (cena równowagi gwarantująca zrównanie popytu na kukurydżę z jej podażą) w 1955 roku,

Q_1 = produkcja kukurydzy w USA w 1955 roku,

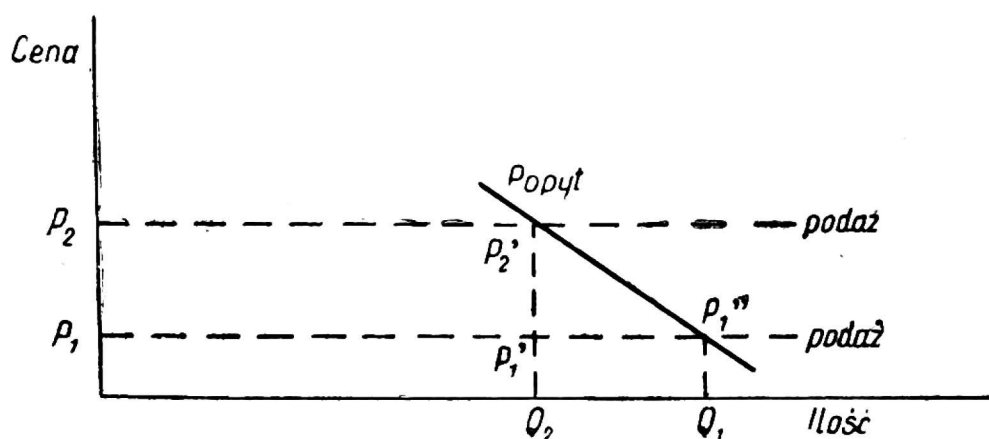
n = elastyczność cenowa popytu na kukurydżę.

Powyższy wzór jest dość prosty z wyjątkiem części, która dotyczy szacunku korzyści związanych z ograniczeniem ruchu cen spowodowanych wprowadzeniem do uprawy hybrydów kukurydzy co zwiększyło podaż kukurydzy. Korzyści te oszacowano przyjmując, że byłyby one równe stratom jakie poniosłoby społeczeństwo gdyby przestano stosować nasiona hybrydów. Rezygnacja z uprawy kukurydzy z użyciem nasion hybrydowanych spowodowałaby spadek produkcji, pociągając za sobą wyżkę cen na kukurydżę. Na załączonym rys. 1 tezę tę ilustruje przesunięcie się punktu zrównoważenia popytu z podażą z P''_1 , do P'_2 . Nie tylko więc spadną rozmiary produkcji ale wzrosną również ceny co spowoduje straty społeczne równe iloczynowi przyrostu cen przez nowe rozmiary produkcji kukurydzy. Na rysunku wielkość tę przedstawia prostokąt P_1, P'_1, P'_2 i P_2 . Wielkość ta musi być jeszcze powiększona o straty

poniesione z tytułu mniejszej podaży kukurydzy. Liniowa aproksymacja tych wielkości dana jest przez formułę:

$$1 - \frac{1}{2} k n \quad (2)$$

która stanowi część formuły przytoczonej wyżej.



Rys. 1. Straty społeczne spowodowane rezygnacją ze stosowania nasion hybrydów kukurydzy

Straty społeczne poniesione z powodu utraty zbiorów, spowodowanych ewentualną rezygnacją z uprawy hybrydów kukurydzy, mogą być oszacowane jeszcze w inny sposób, a mianowicie przez wycenę ograniczenia rozmiarów produkcji licząc po starych cenach, czemu na załączonym rysunku odpowiada obszar Q_2, Q_1, P''_1 i P'_1 . Różnica między obydwoimi sposobami nie ma jednak większego znaczenia, gdyż jak podaje Griliches powoduje rozbieżności wynoszące 7% całości wyniku. Jego zdaniem wycena efektywności badań przy użyciu tego sposobu byłaby jednak nieślusnie zaniżona.

Korzyści społeczne jakie zyskała gospodarka USA w roku 1955 spowodowane wyprodukowaniem i użyciem nasion hybrydów kukurydzy wyniosły:

$$Y = 0,9 \times 0,13 \times 3000 \times (1 - \frac{1}{2} \times 0,13 \times 0,5) = 341 \text{ mln dolarów}$$

gdzie: $h = 0,9$,

$k = 0,13$ (ponieważ użycie nasion hybrydów kukurydzy dawało zwyżkę plonów kukurydzy o 15% — po wyeliminowaniu wpływu innych czynników plonotwórczych — więc udział tej zwyżki w plonach 1955 roku wyniósł $15 : 115 = 0,13$),

$$P_1 Q_1 = 3000 \text{ mln dolarów,}$$

$$n = 0,5.$$

Z uzyskaniem sumy 341 mln dolarów wiązały się jednak dodatkowe koszty związane z wyprodukowaniem nasion hybrydów. Na jednostkę powierzchni zużywano tę samą ilość nasion lecz koszt ich był znacznie wyższy w porównaniu do nasion niehybrydowanych (cena „normalnych” nasion wynosiła 1,5 dolara za buszel podczas gdy nasiona hybrydów kosztowały 11 dolarów za buszel). W sumie koszty nasion wzrosły z tytułu wprowadzenia hybrydów o 90 mln. dolarów. W 1955 roku wydatkowano na badania hybrydów kukurydzy sumę 3 mln. dolarów. W rezultacie przyrost korzyści netto uzyskanych w USA z uprawy hybrydów kukurydzy wyniósł 248 mln. dolarów (341—93 mln.).

Ponieważ do 1955 r., dla którego sporządzono rachunek, miały miejsce również przyrosty produkcji spowodowane użyciem nasion hybrydów kukurydzy, zaszła potrzeba oszacowania tej wielkości. Dla lat w których stosowano w rolnictwie nasiona hybrydów kukurydzy ustalono średnie zbiory i wyceniono je w cenie kukurydzy uzyskiwanej w 1955 roku (zakładając, że jest to cena równowagi, tj. cena przy której następuje zrównoważenie popytu z podażą). Wielkością tę wykorzystano w rachunku sporządzonym przy pomocy przytoczonej formuły (1). Dla każdego roku sporządzono oddzielny rachunek ze względu na zmieniający się udział powierzchni obsianej hybrydami kukurydzy w całkowitej powierzchni uprawy tej rośliny. Od ustalonych wielkości odejmowano dodatkowe koszty związane z użyciem nasion hybrydów co pozwoliło ustalić przyrost korzyści netto (w tym jednak przypadku nie odejmowano kosztów badań nad hybrydami poniesionymi w kolejnych latach). Zakładając dalej, że średnia stopa zysku wynosi 10% można było ustalić, jak duża suma korzyści netto uzyskana w związku z uprawą kukurydzy z użyciem nasion hybrydów w okresie ich upowszechniania przypada średnio na 1 rok po pełnym upowszechnieniu uprawy hybrydów.

Osobna uwaga należy się rachunkom kosztów związanych z badaniami nad hybrydami kukurydzy. Autor ustala w rachunku koszty poniesione na badania hybrydów od chwili ich rozpoczęcia (tj. od 1910 roku), wyrażając je w cenach roku 1955. Do sumy faktycznie wydatkowanej na badania hybrydów kukurydzy Griliches dodaje jeszcze koszty alternatywne (koszty utraconych możliwości) przy założeniu, że jeśli sumy te byłyby wydatkowane w jakiejś dziedzinie życia gospodarczego wówczas mogłyby przynieść określone wymierne korzyści. Autor przyjmuje, że koszty alternatywne wynoszą 5% i 10% sum wydatkowanych w kolejnych latach. W ten sposób był on zmuszony przeprowadzić dwa odrębne rachunki. W dalszych jednak rozważaniach omówimy tylko jeden z nich, ten w którym przyjęto koszty alternatywne w wysokości 10%. W drugim rachunku bowiem, w którym założono koszty alternatywne w wyso-

kości 5% faktycznie wydatkowanych sum na badania, ustalono wyniki zbieżne.

Ostateczne rezultaty obliczeń podano w zestawieniu. Zestawienie to informuje jakie korzyści społeczne odniosła gospodarka USA w 1955 roku ze względu na wprowadzenie i upowszechnienie uprawy kukurydzy z użyciem nasion hybrydów (liczby podano w milionach dolarów):

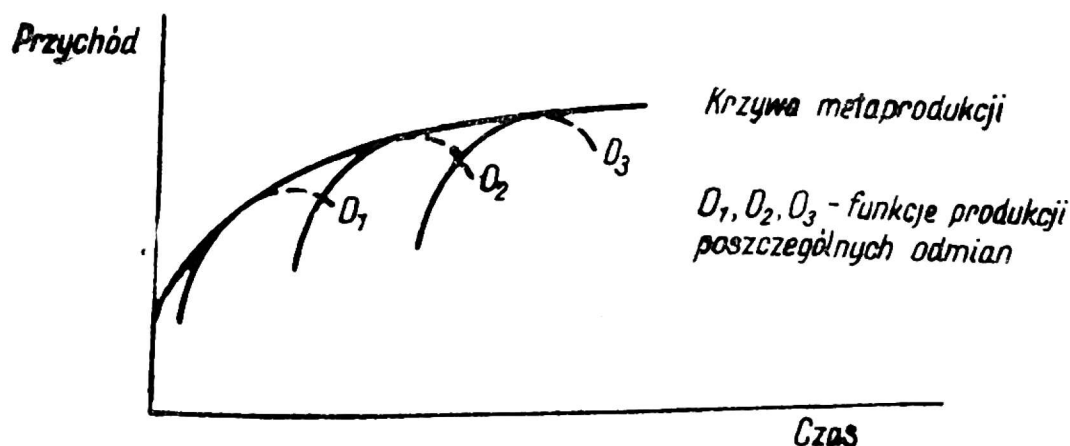
1. Korzyści społeczne netto łącznie przed rokiem 1955 (przyrosty produkcji spowodowane użyciem nasion hybrydów minus przyrost kosztów nasion)	6 542
2. Zakładana stopa zysku	10%
3. Korzyści społeczne netto z okresu przed pełnym zastosowaniem nasion hybrydów kukurydzy w przeliczeniu na 1 rok po ich pełnym upowszechnieniu i zastosowaniu	654
4. Przyrost korzyści netto uzyskane w USA w 1955 roku spowodowane zastosowaniem nasion hybrydów kukurydzy	248
5. Całkowite korzyści społeczne netto (3 + 4)	902
6. Skumulowane koszty badań hybrydów kukurydzy od początku rozpoczęcia badań do 1955 roku	131
7. Korzyści społeczne netto uzyskane w USA w związku z przeznaczaniem 1 mln dolarów na badanie hybrydów kukurydzy — w okresie po pełnym upowszechnieniu badań	7

Efektywność wydatków poniesionych na hybrydy kukurydzy w USA wynosiła zatem w okresie kiedy nastąpiło pełne upowszechnienie nowej technologii produkcji kukurydzy 700%. Szacunek ten jednak budzi pewne zastrzeżenia. Został on sporządzony dla badań, które odniosły sukces. Pozostaje jednak wiele badań, które okazują się w rezultacie niecelowe. Podobny rachunek sporządzony dla sum wydatkowanych na badania rolnicze dla całego rolnictwa mogłoby wykazać zatem inną efektywność badań. Powyższa uwaga może się odnosić także do badań podstawowych, które jakkolwiek niebezpośrednio, uczestniczą jednak w badaniach mających na celu praktyczne wykorzystanie znanych w przyrodzie zjawisk. W rachunku tym nie uwzględniono także kosztów upowszechniania nasion hybrydów kukurydzy.

Istota drugiej metody Griliches'a szacowania efektywności badań naukowych w rolnictwie polega na użyciu rachunku regresji wielorakiej z użyciem wielkości zagregowanych. Griliches użył w tym rachunku funkcji produkcji typu Cobb-Douglas'a, którą charakteryzuje stały współczynnik elastyczności.

Zasadność użycia funkcji typu Cobb-Douglasa do szacowania ilościowych skutków wydatków poniesionych na badania rolnicze wykazali Hayami i Rutten [3]. Wprowadzili oni pojęcie funkcji metaprodukcji (rys. 2), która opisuje relacje typu czynnik — produkt w dłuższych okre-

sach czasu i uwzględnia wszystkie możliwe techniczne warianty tej relacji. Funkcja metaprodukcji nie jest niezmienna bowiem jej parametry ulegają stopniowej zmianie w długich okresach czasu, lecz można założyć z dużym prawdopodobieństwem, że dla krótszych okresów czasu są one niezmiennie. Analiza funkcji metaprodukcji wskazuje, że odpowiada ona kształtowi funkcji typu Cobb-Douglas'a.



Rys. 2. Schemat powstawania funkcji metaprodukcji jednego gatunku rośliny uprawnej

W omawianym rachunku zmienną zależną były rozmiary produkcji rolniczej a zmiennymi niezależnymi były roczne koszty utrzymania nieruchomości w sprawności, wydatki bieżące (bez kosztów nawożenia i amortyzacji maszyn), koszty nawożenia mineralnego, roczne koszty amortyzacji maszyn, poziom wykształcenia producentów oraz wydatki ponoszone na sfinansowanie badań naukowych i ich upowszechnianie.

Rzeczą zasadniczo nową — w porównaniu do metody wyżej omawianej — jest wprowadzenie w prezentowanym rachunku zmiennej odzwierciedlającej wpływ społecznych nakładów związanych z badaniami naukowymi w rolnictwie oraz z upowszechnieniem tych wyników i wdrożeniem ich do produkcji rolniczej. Miernik służący do określania rozmiarów tej zmiennej został obliczony w następujący sposób: są to wydatki poniesione przez odpowiednie placówki badawcze i jednostki upowszechniające wyniki badań w danym rejonie. Dla uwzględnienia pewnej zwłoki w oddziaływaniu tych nakładów, zmienną tę przyjęto jako średnią z nakładów poniesionych w okresach: rok i sześć lat przed rokiem dla którego sporządzono rachunek.

Sposób definiowania innych zmiennych niezależnych nie wymaga komentarzy.

Zagregowana funkcja produkcji została ustalona w oparciu o dane z poszczególnych stanów USA za lata 1949, 1954 i 1959. Wszystkie dane wyliczono w cenach stałych z 1949 roku, a następnie przeliczono je na 1 farmę. Ustalone parametry funkcji zostały przedstawione w tabeli.

Tabela

*Parametry zagregowanej funkcji produkcji rolniczej w USA
w latach 1949, 1954 i 1959*

Wyszczególnienie	1949	1954	1959	1949—1954	1954—1959
Ziemia i budynki	0,152	0,146	0,145	0,186	0,119
Nawożenie mineralne	0,107	0,100	0,095	0,101	0,120
Inne wydatki bieżące	0,393	0,367	0,342	0,312	0,371
Maszyny	0,200	0,158	0,164	0,188	0,185
Praca	0,426	0,511			
Wykształcenie		0,405			
Wykształcenie × praca			0,448	0,415	0,398
Badania rolnicze i upowszechnianie			0,059	0,052	0,062
T 54 a)	-0,011	-0,003	-0,017	-0,019	
T 59 a)	0,005	0,019	-0,006		-0,002
R ²	0,980	0,981	0,983	0,981	0,980
Błąd standardowy	0,036	0,035	0,034	0,035	0,035
Suma współczynników	1,278	1,282	1,197	1,202	1,193

a) Zmienne czasowe, których zadaniem jest uchwycenie wpływu czynników nie uwzględnionych przy pomocy innych zmiennych w rachunku; wpływ tych zmiennych jest jednak niewielki.

Mimo iż ustalony współczynnik charakteryzujący wpływ wydatków poniesionych na badania rolnicze i upowszechnianie może wydawać się niski (podwojenie wysokości nakładów na jedną farmę prowadzi do wzrostu produkcji tylko o około 5%—5,9%, 5,2% i 6,2%) to jednak korzyści uzyskiwane z sum wydatkowanych na badania i upowszechnianie są bardzo duże. Średnie nakłady (średnia geometryczna) na badania naukowe i upowszechnianie ich wyników wynosiły w przeciągu okresu 1949—1954—1959 tylko około 32 dolary średnio w przeliczeniu na 1 farmę, natomiast średnia produkcja brutto jednej farmy wynosiła w tym samym okresie 7 205 dolarów (w cenach z 1949 r.) rocznie. Użycie współczynnika ustalonego przy pomocy funkcji Cobb-Douglas'a dla zmiennej „badania

rolnicze i upowszechnianie” w wysokości 0,059 prowadzi do uzyskania przyrostu produkcji w wysokości

$$0,059 \times 7\,205$$

32

co czyni 13 dolarów na każdy dolar przypadający w skali rocznej na badania i upowszechnianie badań.

Nawet przy założeniu, że wydatki na badania były wyższe niż to ustalono w przeprowadzonym rachunku (nie objęto bowiem rachunkiem sum wydatkowanych na badania podstawowe i badania prowadzone z funduszy prywatnych) wartość przyrostu dodatkowej produkcji spowodowanej wydatkami na badania rolnicze wynosiła jeszcze około 3 dolary na każdy dolar wydatkowany na badania. Ta ostatnia liczba jest tego samego rzędu co wyniki uzyskane w poprzednio przytoczonym rachunku.

Rachunek mający na celu wykazanie efektywności badań naukowych w dłuższych okresach czasu jest możliwy do przeprowadzenia. Wskazują na to dwie metody opisane w prezentowanym artykule. Trzeba się jednak zastrzec, że ustalona efektywność badań naukowych jest obarczona błędem. Wyniki rachunków mogą zatem co najwyżej informować o rzędzie wielkości „prawdziwego” wskaźnika efektywności badań naukowych w rolnictwie.

Jest rzeczą charakterystyczną, że obie wyżej opisane metody odpowiadają z grubsza założeniom jakie powinny być u podstaw metod szacowania efektywności badań naukowych. Uwzględniają one złożone zależności w czasie jakie zachodzą między poszczególnymi fazami badania i jego upowszechniania oraz biorąc pod uwagę koszty ponoszone w tych fazach. Uwzględniają także szeroko społeczne skutki badań. Mają one niewątpliwie i tę zaletę, że są metodami prostymi, posługującymi się prostym aparatem rachunkowym. Ze względu jednak na to, że są one w obecnej postaci dostosowane do warunków dość odmiennych od tych jakie występują w naszym kraju należałoby je odpowiednio adaptować.

Pierwszy z prezentowanych rachunków mógłby być użyty do analizowania efektywności wydatków łożonych na określone badania np. na hodowanie nowych odmian żyta bądź na nowe odmiany jabłoni. Jest to rachunek bardziej skomplikowany od tego w którym posłużono się rachunkiem regresji wielorakiej, gdyż wymaga on znacznie większej liczby danych. Poza tym dane te należy zbierać za długie okresy czasu co wymaga uwzględniania ruchu cen. Trzeba także dysponować obliczeniami, które pozwolą ustalić czysty wpływ analizowanego wyniku badań na przyrosty produkcji, po wyeliminowaniu wpływu innych czynników.

Wydaje się, że wprowadzenie tego rachunku do szacowania efektywności wydatków ponoszonych np. na hodowanie nowych odmian roślin

uprawnych w Polsce napotkałoby na pewne trudności dodatkowe. Należałoby zapewne doszacowywać do kosztów badań właściwych koszty związane z upowszechnianiem nowych odmian oraz koszty związane z ich rozprowadzeniem. Należałoby także doliczać wzrost kosztów związanych z wyższymi nakładami ponoszonymi na zbiór większej masy produkcji. Określone trudności wystąpiły także z ustaleniem cen równowagi na produkty rolnicze. Sądzymy jednak, że te trudności są do pokonania.

Druga opisywana metoda szacowania efektywności badań naukowych może być użyta do analizy wydatków łożonych na badania w całym rolnictwie. Jest to metoda prosta, nie wymagająca żmudnych obliczeń związanych ze zmianami wartości pieniądza oraz oprocentowaniem wydatkowanych sum. Szczegółowej analizy przed wykorzystaniem tej metody w polskich warunkach wymagają dwie kwestie. Po pierwsze, należy ustalić związki czasowe jakie występują między sumami wydatkowanymi na badania a uzyskanymi efektami. W opisywanej metodzie wzięto liczby średnie z roku poprzedzającego okres badany oraz z roku wyprzedzającego o 6 lat okres badany. Liczby te charakteryzują jednak opóźnienia jakie występują między nakładami na badania i upowszechnianie badań w USA. Należałoby zatem ustalić jakie opóźnienie występuje w Polsce między sumami wydatkowanymi na badania i ich upowszechnianie a przyrostami korzyści społecznych w rolnictwie.

Po drugie, należałoby zapewne zrewidować zmienne niezależne użyte w rachunku regresji wielorakiej. Możliwość użycia do sprawdzania kolejnych wersji modelu komputera czyni te poszukiwania mało pracochłonnymi.

LITERATURA

1. Griliches Z.: Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations. The Journal of Political Economy Vol. LXIV, Nmb 5, 1958.
2. Griliches: Research Expenditures and the Aggregate Agricultura Production Function. The American Economic Review Vol. LIV Nmb 6, 1964.
3. Hayami Y., Rutten V.W.: Agricultural Development, An International Implications. The John Hopkins Press 1971.
4. Headly J.C.: Estimating the Productivity of Agricultural Pesticides. American Journal of Agricultural Economics Vol. 50, 1, 1968.
5. Joudge G.: Discussion: Estimates of the Aggregate Agricultural Production Function from Cross-sectional Dates. Journal of Farm Economics Vol. 45, 1963.
6. Schultz T.W.: Transforming Traditional Agriculture. New Haven Yale University Press 1964.