

Ryzyko a ekonomiczna efektywność nakładów w produkcji rolniczej na przykładzie ziemniaka

Jerzy Rembeza

*Pracownia Badań Rynkowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
76-009 Bonin k. Koszalina*

Słowa kluczowe: ryzyko, nakłady, efektywność, ziemniak

Wstęp

Ryzyko jest nieodłącznym składnikiem produkcji rolniczej. Według najprostszej klasyfikacji można je podzielić na dwie kategorie: ryzyko ilości oraz cenowe [7]. Pierwsze ma charakter specyficzny i wynika z wrażliwości produkcji rolniczej na przebieg warunków pogodowych, wystąpienie chorób, szkodników itp. Ryzyko cenowe jest natomiast zjawiskiem o charakterze rynkowym, wynikającym z losowych zmian w zagregowanej podaży i popycie. Ryzyko w istotny sposób wpływa na wszelkiego typu decyzje gospodarcze, począwszy od wyboru rodzaju działalności, poprzez decyzje dotyczące technologii produkcji, podjęcia inwestycji, aż do decyzji związanych z rozdysponowaniem produkcji.

Analizy teoretyczne, jak również badania empiryczne wskazują, że optymalne w warunkach ryzyka decyzje różnią się istotnie od decyzji optymalnych dla warunków wolnych od ryzyka [16]. Stąd ocena efektywności nakładów na podstawie średnich ich efektów technicznych oraz średnich cen wytworzonych produktów może być obciążona znacznym błędem. W warunkach braku ryzyka określenie ekonomicznego optimum nakładów jest teoretycznie proste. W praktyce jednak, z uwagi na niedostatek danych, jak również wpływ jednych nakładów na efektywność innych, staje się bardziej skomplikowane. Uwzględnienie ryzyka powoduje, że problem zarówno w warstwie teoretycznej, jak i empirycznej staje się znacznie bardziej złożony [3, 4, 13]. W polskiej literaturze dotyczącej badań rolniczych problemowi temu poświęca się zbyt mało miejsca. Zazwyczaj ocena efektywności całych technik wytwórczych oraz pojedynczych nakładów oparta jest na ukrytym założeniu braku ryzyka.

W pracy przedstawiono teoretyczne problemy związane z analizą efektywności nakładów w warunkach ryzyka. Zwrócono zwłaszcza uwagę na zwrotną zależność pomiędzy ryzykiem a stosowaniem nakładów. Posługując się danymi dotyczącymi zmienności cen i plonów porównano ogólny poziom ryzyka na rynkach wybranych produktów. Wykorzystano również wyniki badań dotyczących produkcji ziemniaka w gospodarstwach rolnych. Posługując się analizą regresji, porównano efekty krańcowe związane ze stosowaniem najważniejszych nakładów w produkcji ziemniaka, zwracając uwagę na zmienność tych efektów. Na przykładzie fungicydów przedstawiono wpływ jednego nakładu na ryzyko związane ze stosowaniem innych nakładów.

Teoretyczne problemy analizy efektywności nakładów w warunkach ryzyka

Przyjmując maksymalizację zysku jako funkcję celu, problem optymalizacji nakładów w warunkach pewności można sformułować następująco:

$$\text{Max}_x [p \cdot f(x) - r'x]$$

gdzie p oznacza cenę produktu finalnego, x – wektor nakładów, a r – wektor cen nakładów. Powszechnie znana reguła mówi, że w warunkach konkurencji doskonałej zysk będzie maksymalizowany dla poziomu nakładów, przy którym koszt krańcowy zrówna się z ceną produktu finalnego lub, co jest tożsame, krańcowy przychód z czynnika produkcji zrówna się z jego ceną.

Tkwiące w przedstawionej powyżej formule założenie co do znajomości przyszłych cen oraz efektów nakładów jest w warunkach produkcji rolniczej, a zwłaszcza roślinnej – nierealistyczne. Ceny produktów rolnych podlegają dużym, trudnym do przewidzenia wahaniom. Zmienność warunków pogodowych powoduje, że także efekty nakładów nie są znane z góry. W rzeczywistości można więc co najwyżej mówić o pewnym znanym rozkładzie prawdopodobieństw tych wielkości. W konsekwencji przedstawiony problem decyzyjny ulega w warunkach ryzyka przekształceniu do postaci:

$$\text{Max}_x \{E[U(p(e) \cdot f(x, \varepsilon) - r' \cdot x)]\}$$

Przyjmując założenie stałej absolutnej awersji do ryzyka oraz normalności rozkładu zysków, można to samo wyrazić, posługując się modelem średniej-wariancji:

$$\text{Max}\Omega = E(\pi) - 0,5\lambda\sigma^2\pi$$

gdzie π określa wielkość zysku, a λ opisuje awersję do ryzyka. Różnice pomiędzy funkcjonowaniem w warunkach pewności i ryzyka można też przedstawić, posługując się uogólnionym zapisem funkcji kosztów. W pierwszym wypadku można ją

określić jako funkcję *ex post*, o postaci $C(x, q)$, w drugim jako funkcje *ex ante* o postaci $C(x, E(q))$, gdzie q określa wielkość produkcji [11].

W analizach empirycznych jednym z podstawowych problemów staje się określenie preferencji producentów względem ryzyka. Zgodnie z przedstawionymi powyżej formułami wpływają one bowiem na proces podejmowania optymalnych decyzji. Preferencje te można określić jako zmienną latentną, nieobserwowaną bezpośrednio. Komplikuje to całą analizę, zwłaszcza w zastosowaniach empirycznych. Wiele prac wskazuje jednoznacznie, że rolnicy – jako całość – charakteryzują się awersją do ryzyka [1, 2]. Jego wielkość może być jednak istotnie zróżnicowana pomiędzy różnymi grupami producentów [9].

Wpływ ryzyka na poziom zużycia nakładów nie jest możliwy do jednoznacznego określenia. Zgodnie z tzw. teoremem McCalla: dla funkcji o rosnących lub malejąco rosnących kosztach krańcowych (a więc dla funkcji, dla których w ogóle można określić optimum w warunkach konkurencji) i awersji do ryzyka optimum nakładu jest osiągane, gdy koszt krańcowy jest poniżej oczekiwanej ceny wytworzonego produktu [10, 16]. Oznacza to, że optimum zużycia nakładów w warunkach ryzyka cenowego jest niższe w porównaniu z warunkami pewności.

Znacznie bardziej złożony, zarówno w warstwie teoretycznej, jak i empirycznej, jest problem oceny wpływu ryzyka technologicznego, wynikającego z niemożności precyzyjnego określenia przyszłych efektów nakładów. Decyzje w warunkach awersji do ryzyka różnią się od decyzji przy neutralności względem ryzyka o tzw. krańcową premię za ryzyko. Można ją zdefiniować jako różnicę pomiędzy kosztem nakładu a oczekiwanym krańcowym produktem przy optimum wielkości nakładu. Premia określa kwotę, jaką wykazujący awersję do ryzyka producent byłby skłonny zapłacić za usunięcie całkowitego ryzyka, które towarzyszy określonej produkcji. Znak premii za ryzyko wskazuje, czy zużywa się mniej czy też więcej nakładu w porównaniu z sytuacją neutralności względem ryzyka. Przyjmując, że produkt jest funkcją jednego nakładu, można stwierdzić, że znak premii za ryzyko jest taki sam jak znak kowariancji pomiędzy krańcową użytecznością (ta jest malejąca w warunkach awersji do ryzyka) a krańcowym produktem [12]. Uogólnienie powyższego związku przedstawił Ramaswami [13]. Znak premii za ryzyko uzależniony jest od tego, czy mamy do czynienia z nakładem zwiększającym czy zmniejszającym ryzyko. Zgodnie z definicją Rotschilda i Stiglitz, za nakład zwiększający ryzyko uznaje się taki, którego stosowanie powoduje wzrost zmienności produktu [15]. Analiza Ramaswamiego sugeruje, że premia za ryzyko jest dodatnia, gdy nakład jest zwiększający ryzyko. Wzajemne związki pomiędzy poszczególnymi nakładami powodują, że trudno jednoznacznie określić ich wpływ na ryzyko. Ten sam nakład może zarówno zwiększać ryzyko, jak i je zmniejszać w zależności od tego, w grupie jakich innych nakładów został zastosowany.

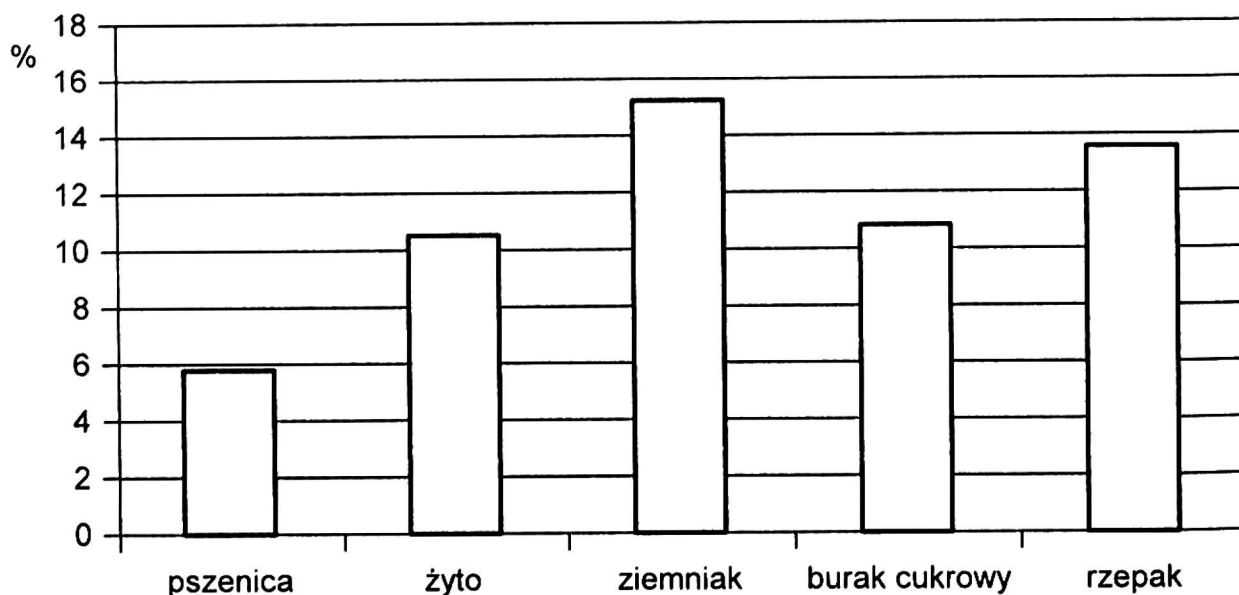
Na decyzje produkcyjne rolników wpływ może wywierać również zagrożenie bankructwem. Zagrożenie tego typu może paradoksalnie zwiększać skłonność do

posługiwania się długiem (zachowanie opisane jako tzw. go-for-broke), ale także wpływać na decyzje co do poziomu i struktury nakładów. Model Fostera i Raussera sugeruje, że w takich warunkach rośnie optimum nakładów niewymagających bezpośrednich nakładów pieniężnych (własne maszyny, własny materiał nasienny itp.), maleje natomiast tych, za które trzeba zapłacić przed realizacją produkcji (nawozy, środki ochrony roślin) [8].

Ryzyko w produkcji rolniczej w Polsce

Przedstawione analizy teoretyczne wskazują, że ryzyko powinno wywierać istotny wpływ na decyzje co do poziomu nakładów. W produkcji rolniczej, a zwłaszcza roślinnej, mamy do czynienia z wieloma czynnikami ryzyka. Można sądzić, że jeżeli poziom ryzyka na rynku polskim jest wysoki, to powinno to w istotny sposób modyfikować zalecenia dotyczące optimum nakładów, które zazwyczaj oparte są na zestawieniu przeciętnych cen i przeciętnych efektów nakładów.

W produkcji roślinnej jednym z podstawowych czynników ryzyka jest jej wrażliwość na przebieg warunków pogodowych, występowanie chorób, szkodników itp. Wrażliwość ta w pewnym stopniu może być ograniczona przez stosowanie odpowiednich zabiegów technologicznych (np. nawadnianie, zabiegi ochrony). Pewne wyobrażenie o wielkości tego ryzyka daje przedstawienie zmienności plonów. Jak obrazuje rysunek 1, zmienność plonów poszczególnych roślin jest w Polsce zróżnicowana. Największa jest w przypadku ziemniaka oraz rzepaku, najmniejsza w wypadku pszenicy. Generalnie jednak zmienność plonów podstawowych roślin w Polsce jest wyższa aniżeli w większości krajów europejskich. W części wynika to z uwarunkowań obiektywnych, w tym relatywnie dużej zmienności warunków pogodowych w okresie



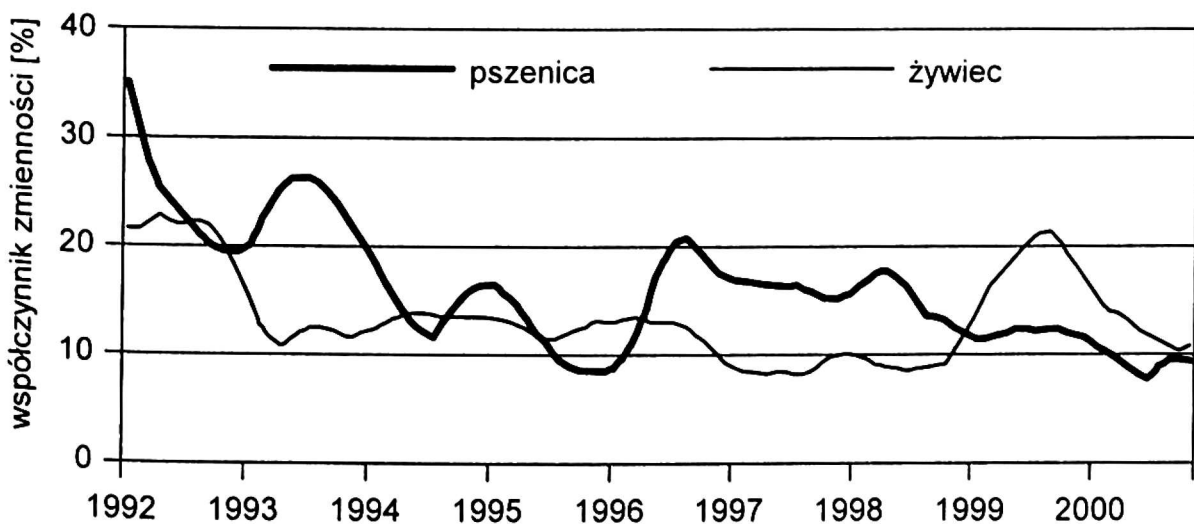
Rysunek 1. Współczynniki zmienności plonów w Polsce za lata 1992–2001
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

wegetacji. Oznacza to jednak zarazem, że efekty krańcowe stosowania poszczególnych nakładów podlegają dużym wahaniom.

Drugim źródłem ryzyka jest zmienność cen, przede wszystkim cen produktów rolnych. W latach 90. w Polsce nastąpiła znacząca zmiana warunków ekonomicznych funkcjonowania gospodarstw rolnych. Konsekwencją było nie tylko obniżenie realnego poziomu cen produktów rolnych w stosunku do obserwowanego w drugiej połowie lat 80., ale również znaczący wzrost zmienności cen. Analizy przeprowadzane dla większości podstawowych produktów rolnych wskazują, że ryzyko cenowe na rynku polskim jest nie mniejsze aniżeli na większości innych rynków [14]. Ryzyko cenowe jest oczywiście wbudowane w filozofię mechanizmu rynkowego. W Polsce dodatkowo jest wzmacniane przez słaby rozwój struktur i instytucji rynkowych.

Ryzyko cenowe zazwyczaj opisywane jest w kategoriach odchylenia standardowego lub współczynnika zmienności cen. W zależności od specyfiki oraz „pamięci” rynku może być ono jednak rozmaicie estymowane. Na rysunku 2 przedstawiono kształtowanie się kroczących współczynników zmienności cen za okresy 24-miesięczne. W odniesieniu do produktów o ciągłej podaży można te okresy uznać za stosunkowo długie. Przedstawione dane wskazują, że na rynku pszenicy ryzyko cenowe było szczególnie wysokie na początku lat 90. Później uległo obniżeniu, ale od połowy lat 90. nie wykazywało wyraźnej tendencji do zmiany. W wypadku rynku żywca wieprzowego ryzyko cenowe utrzymywało się w całym okresie na zbliżonym poziomie.

Przedstawione przykłady wskazują, że poziom ryzyka w produkcji rolniczej w Polsce jest relatywnie wysoki. W konsekwencji skorygowane o ryzyko optima nakładów powinny różnić się znacząco w stosunku do określonych dla warunków wolnych od ryzyka. Można sądzić, że jest to jedna z przyczyn istotnych różnic pomiędzy poziomem nakładów obserwowanym w praktyce a poziomem wynikającym z zaleceń agrotechnicznych. Wielkości zalecane oparte są zazwyczaj na przeciętnych efektach, uzyskanych ponadto w warunkach wyższego niż typowy poziom agrotechniki.



Rysunek 2. Współczynniki zmienności cen pszenicy i żywca wieprzowego (krocząco, dla okresów 24-miesięcznych)

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

Zmienność efektów nakładów na przykładzie produkcji ziemniaka

Jako materiał źródłowy wykorzystano badania ankietowe w gospodarstwach uprawiających ziemniaki, przeprowadzone w latach 1997–2001. Wykorzystano dane dotyczące ponad 800 plantacji ziemniaka (od 807 w 2001 r. do 987 w 1998 r.). Badania obejmowały tę samą grupę gospodarstw, a zmienna liczba plantacji w poszczególnych latach wynikała ze zmiany ich liczby jak również konieczności odrzucenia niektórych niepełnych ankiet.

W tabeli 1 przedstawiono cząstkowe współczynniki regresji pomiędzy plonem ziemniaka a najważniejszymi nakładami środków obrotowych: nawozami mineralnymi, materiałem nasiennym (uwzględniono tylko jakość określoną stopniem kwalifi-

Tabela 1. Wyniki analizy regresji pomiędzy plonami ziemniaka [$\text{dt} \cdot \text{ha}^{-1}$] a wybranymi zmiennymi

Rok, parametr	Wielkość statystyk przy zmiennych			
	nawoże- nie NPK	fungicydy	herbicydy	stopień kwalifika- cji sadzeniaków
1997				
współczynnik regresji cząstkowej	0,1648	15,5552	9,8091	-5,3478
błąd stand. współczynnika regresji	0,0181	2,1144	4,1579	1,7028
wartość p	5,8E-19	4,2E-13	0,0185	0,0174
1998				
współczynnik regresji cząstkowej	0,1718	13,9420	5,1593	-12,5932
błąd stand. współczynnika regresji	0,0219	2,5547	5,1685	1,8824
wartość p	1,0E-14	6,1E-8	0,3180	3,7E-11
1999				
współczynnik regresji cząstkowej	0,0987	20,0107	8,1973	-7,2262
błąd stand. współczynnika regresji	0,0196	2,3184	4,8577	1,6968
wartość p	5,6E-7	2,6E-17	0,0918	-2,3E-0,5
2000				
współczynnik regresji cząstkowej	0,1069	19,7400	28,7264	-4,6603
błąd stand. współczynnika regresji	0,0219	2,1715	5,3226	1,9620
wartość p	1,3E-6	5,7E-19	8,6E-8	0,0177
2001				
współczynnik regresji cząstkowej	0,1333	15,4807	-2,9423	-8,2863
błąd stand. współczynnika regresji	0,0234	2,4886	5,2960	2,0401
wartość p	1,8E-8	8,0E-10	0,5787	0,5E-4
Współczynniki regresji w analizowanym okresie				
średnia	0,1349	16,9457	9,7900	-9,5285
maksimum	0,1718	20,0107	28,7264	-12,5932
minimum	0,0987	13,9420	-2,9423	-4,6603

Źródło: badania własne.

kacji), stosowaniem fungicydów oraz herbicydów (liczba zabiegów). Uzyskane wyniki wskazują z jednej strony na dużą zmienność efektów stosowania nakładów w poszczególnych gospodarstwach, z drugiej zaś – na dużą zmienność tych efektów w poszczególnych latach. Biorąc pod uwagę błędy standardowe współczynników regresji, można stwierdzić, że najbardziej stabilne efekty dawały nakłady na nawożenie mineralne. W badanym okresie współczynniki regresji dla wielkości plonów względem nawożenia mineralnego wahały się od 0,10 do 0,16. Największa zmienność dotyczyła natomiast nakładów na herbicydy oraz materiał nasienny. W wypadku pierwszego nakładu współczynniki regresji wahały się w poszczególnych latach od -2,9 do 28,7. Podobne różnice pomiędzy poszczególnymi nakładami stwierdzano, biorąc pod uwagę błędy standardowe współczynników regresji dla różnych nakładów w pojedynczych latach. W części przynajmniej ich zmienność powinna wyrażać różnice w efektywności nakładów pomiędzy poszczególnymi gospodarstwami.

Specyfika stosowania poszczególnych nakładów w znacznym stopniu pozwala tłumaczyć różnice w zmienności efektów poszczególnych nakładów. Nawożenie mineralne należy do standardowych, powtarzalnych zabiegów i relatywnie nieskomplikowanych. Jego efektywność w dużym stopniu zależy od warunków glebowych, te zaś są znane rolnikom. W wypadku stosowania herbicydów sytuacja jest bardziej złożona. Po pierwsze, efekty ich stosowania są silnie uzależnione od warunków pogodowych. Po drugie, sam zabieg jest bardziej skomplikowany i wymaga większej wiedzy i umiejętności. Istotny wpływ na uzyskane efekty ma dobór właściwego preparatu i jakość przeprowadzonego zabiegu. W praktyce często stwierdza się w tym zakresie liczne nieprawidłowości. Wreszcie stosowanie herbicydów może być podyktowane nie tyle dążeniem do zwiększenia plonów – co obniżeniem nakładów pracy. Uprawa ziemniaka stwarza bowiem możliwości przeprowadzenia pielęgnacji mechanicznej. W dużych gospodarstwach jest jednak bardziej kłopotliwa.

Na zmienność efektów stosowania kwalifikowanego materiału sadzeniakowego wpływ może wywierać fakt, że ich jakość nie jest w pełni znana rolnikom, nawet w wypadku zakupu materiału kwalifikowanego. Nie jest też w pełni znana jakość własnego materiału. W dużym stopniu uzależnione to jest od skali porażenia chorobami wirusowymi w poprzednich sezonach. Porażenie to uzależnione jest też od odporności odmian. Stąd efekty wymiany materiału nasiennego są trudne do dokładnego określenia przez rolnika, podejmującego taką decyzję.

Uzyskane wyniki wskazują, że efekty produkcyjne analizowanych nakładów charakteryzują się dużą zmiennością w czasie. Fakt ten nie może być ignorowany w ocenie efektywności nakładów, a szerzej – w ocenie efektywności alternatywnych technologii. Przy znacznej awersji do ryzyka producentów rolnych może bowiem istotnie modyfikować optima ekonomiczne stosowania nakładów. Jako przykład takiego oddziaływania przedstawiono kalkulację optymalnej ekonomicznie częstotli-

Tabela 2. Optymalna częstotliwość wymiany sadzeniaków w zależności od kierunku użytkowania i poziomu awersji względem ryzyka

Poziom awersji do ryzyka	Optymalna częstotliwość wymiany wg kierunku użytkowania [lata]		
	jadalne	skrobiowe	paszowe
1. Wysoki	7	6	25
2. Średni	4	5	20
3. Neutralność	3	4	17

Źródło: obliczenia własne.

wości wymiany sadzeniaków. Ponieważ trudno określić faktyczną awersję do ryzyka, przyjęto w analizie trzy poziomy relacji względem ryzyka: neutralność, średnią awersję do ryzyka oraz wysoką awersję do ryzyka. Na bazie przedstawionych powyżej danych co do efektów wymiany sadzeniaków (wielkość obciążona ryzykiem), cen zakupu sadzeniaków (wielkość znana w momencie podejmowania decyzji) oraz cen zbytu ziemniaków (wielkość obarczona ryzykiem różnym w zależności od kierunku użytkowania) określono optymalną częstotliwość wymiany sadzeniaków w latach (tab. 2). Przy przyjęciu w kalkulacji przeciętnych wielkości efektów i cen ziemniaków oraz neutralności względem ryzyka optymalna częstotliwość wymiany wynosiłaby w zależności od kierunku użytkowania od 3 do 17 lat, przy przyjęciu wysokiej awersji do ryzyka od 7 do 25 lat. Faktyczne wielkości wymiany sadzeniaków w Polsce są bliższe ustalonym przy przyjęciu założenia o wysokiej awersji do ryzyka. Może to stanowić pośrednią przesłankę co do uznania, że producenci ziemniaka w Polsce charakteryzują się generalnie wysoką awersją do ryzyka. Wydaje się, że również w odniesieniu do innych nakładów uwzględnienie awersji do ryzyka pozwoliłoby lepiej wyjaśnić decyzje producentów. Zazwyczaj bowiem analizy oparte na wielkościach przeciętnych dają znacznie wyższe optima nakładów w stosunku do wielkości obserwowanych w praktyce.

W praktyce możliwości precyzyjnej oceny efektów poszczególnych nakładów są dodatkowo pomniejszone przez fakt, że zależą one również od stosowania innych nakładów. Wpływ ten dotyczy nie tylko oddziaływania na przeciętną i krańcową efektywność, ale również na poziom ryzyka związanego ze stosowaniem poszczególnych nakładów. Oddziaływanie to zilustrowano na przykładzie stosowania fungicydów (tab. 3). Biorąc pod uwagę wielkość błędów standardowych współczynników regresji porównano zmienność efektów nakładów w badanej zbiorowości w warunkach stosowania i niestosowania fungicydów. Z wyjątkiem nawożenia mineralnego w jednym roku badań we wszystkich pozostałych wypadkach błędy standardowe współczynników regresji były mniejsze w zbiorowości plantacji, na których stosowano zabiegi ochrony fungicydami przed zarazą ziemniaka. Szczególnie duży spadek zmienności

Tabela 3. Błędy standardowe współczynników regresji w warunkach stosowania i niestosowania fungicydów

Rok, grupa plantacji	Poziom błędów standardowych przy zmiennych		
	nawożenie NPK	herbicydy	stopień kwalifikacji sadzeniaków
1997			
bez fungicydów	0,0242	6,6496	2,9900
z użyciem fungicydów	0,0254	5,4110	2,0877
1998			
bez fungicydów	0,0329	8,8108	3,2145
z użyciem fungicydów	0,0295	6,3775	2,3082
1999			
bez fungicydów	0,0286	8,1652	2,6114
z użyciem fungicydów	0,0260	5,9314	2,2163
2000			
bez fungicydów	0,0356	10,1509	3,9085
z użyciem fungicydów	0,0274	6,6662	2,3895
2001			
bez fungicydów	0,0349	10,1796	3,4918
z użyciem fungicydów	0,0306	6,4672	2,5178

Źródło: badania własne.

efektów uzyskano w wypadku stosowania herbicydów. Uzyskane wyniki sugerują więc, że stosowanie fungicydów można zaliczyć do nakładów zmniejszających ryzyko. W konsekwencji optimum nakładów na fungicydy może leżeć powyżej wyznaczonego dla warunków wolnych od ryzyka. Równocześnie w warunkach ich stosowania powinno rosnać optimum stosowania innych nakładów.

Podsumowanie

Produkcja rolnicza prowadzona jest w warunkach wysokiego ryzyka. Konsekwencje tego są daleko idące dla wszelkiego typu decyzji gospodarczych. Modele teoretyczne sugerują, że wpływ ryzyka powinien dotyczyć również decyzji związanych z poziomem nakładów. Mechanizmy tego oddziaływania są jednak złożone. Przeprowadzone na przykładzie produkcji ziemniaka badania wskazują, że efekty techniczne nakładów obciążone są dużą zmiennością. Uzależnione są przy tym od stosowania innych nakładów. W konsekwencji trudno jednoznacznie określić optimum ekonomiczne poszczególnych nakładów. W analizach empirycznych zasadniczym

problemem staje się brak odpowiednich danych. Potencjalnym ich źródłem mogą być wyniki badań doświadczalnych. Niestety, zazwyczaj zmierzają one do określenia efektów przeciętnych. Dają natomiast słabą podstawę do oceny ryzyka, zwłaszcza jeżeli ograniczają się do stosowania jednego nakładu.

Uzyskane wyniki sugerują, że producenci uwzględniają ryzyko, podejmując decyzje o wysokości nakładów oraz że charakteryzują się awersją do ryzyka. Przeprowadzony przykładowo rachunek symulacyjny oparty na założeniu wysokiej awersji do ryzyka lepiej wyjaśnia bowiem faktyczne zużycie sadzeniaków w Polsce aniżeli rachunek oparty na założeniu neutralności względem ryzyka. Podobne zjawisko zapewne dotyczy i innych nakładów oraz kierunków produkcji. Nie tylko więc analizy teoretyczne, ale również te o charakterze aplikacyjnym, powinny w ocenie optimum uwzględniać element ryzyka.

Literatura

-
- [1] Binswanger H.P. 1981. Attitudes toward risk. Theoretical implications of an experiment in rural India. *Econ. J.* 91: 867–890.
 - [2] Bontems P., Thomas A. 2000. Information value and risk premium in agricultural production: the case of split nitrogen application for corn. *Amer. J. Agr. Econ.* 82: 59–70.
 - [3] Chambers R.G., Quiggin J. 2001. Decomposing input adjustments under price and production uncertainty. *Amer. J. Agr. Econ.* 83: 20–34.
 - [4] Chavas J.-P., Holt M.T. 1996. Economic behavior under uncertainty: a joint analysis of risk preferences and technology. *Rev. Econ. Stat.* 78: 329–335.
 - [5] Chavas J.-P., Larson B.A. 1994. Economic behavior under temporal uncertainty. *South. Econ. J.* 2: 465–467.
 - [6] O'Donnell C.J., Woodland A.D. 1995. Estimation of Australian wool and lamb production technologies under uncertainty: an error-components approach. *Amer. J. Agr. Econ.* 3: 552–565.
 - [7] Dwight G. 1985. Theory of the firm with joint price and output risk and a forward market. *Amer. J. Agr. Econ.* 67: 630–635.
 - [8] Foster W.F., Rauser G.C. 1991. Farmer behavior under risk of failure. *Amer. J. Agr. Econ.* 73: 276–288.
 - [9] Gunjal K., Legault B. 1995. Risk preferences of dairy and hog producers in Quebec. *Can. J. Agr. Econ.* 43: 23–35.
 - [10] McCall J.J. 1967. Competitive production for constant risk utility functions. *Rev. Econ. Stud.* 34: 417–420.
 - [11] Pope R.D., Chavas J.-P. 1994. Cost functions under production uncertainty. *Amer. J. Agr. Econ.* 76: 196–204.
 - [12] Pope R.D., Kramer R. 1979. Production uncertainty and factor demands for the competitive firm. *South. Econ. J.* 46: 489–501.
 - [13] Ramaswami B. 1992. Production risk and optimal input decisions. *Amer. J. Agr. Econ.* 74: 860–869.

- [14] Rembeza J. 2002. Uwarunkowania rozwoju terminowego rynku produktów rolnych w Polsce (ograniczenia i szanse). *Post. Nauk Roln.* 1: 101–114.
- [15] Rothschild M., Stiglitz J. 1970. Increasing risk: a definition. *J. of Econ. Theory* 2: 225–243.
- [16] Sandmo A. 1971. On the theory of competitive firm under price uncertainty. *Amer. Econ. Rev.* 61: 65–73.

Risk and economical efficiency of inputs in agricultural production: case study for potato

Key words: risk, inputs, efficiency, potato

Summary

The article there discussed an impact of risk on input efficiency. Theoretical analyses show complicated links between the risk and efficiency. Large variability of prices and yields determine high risk of agricultural production in Poland. Presented study concerning potato production suggests high variability of input efficiency, especially in the case of seed material and herbicides. Application of fungicides reduced the variability in efficiency of another inputs.