

*Rudolf Michałek, Katarzyna Grotkiewicz
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki*

MIEJSCE I ROLA POSTĘPU NAUKOWEGO W WARUNKACH ROLNICTWA ZRÓWNOWAŻONEGO

Streszczenie

W pracy przedstawiono rolę nauki i techniki w przeobrażeniach cywilizacyjnych świata, wskazując równocześnie na ważną rolę ludzki nauki w podejmowaniu decyzji odnośnie do granic eksperymentowania. Omawiając kryteria obowiązujące w rolnictwie zrównoważonym, zwrócono uwagę na rolę poszczególnych kategorii postępu naukowego, wykazując powiązania między poziomem nawożenia i obsadą zwierząt a wskaźnikami wydajności ziemi i pracy.

Słowa kluczowe: rolnictwo, postęp, wydajność

Nauka w przeobrażeniach cywilizacyjnych świata

Motorem postępu w przeobrażeniach cywilizacyjnych ludzkości była i pozostanie zapewne nadal nauka. Od dokonanych osiągnięć w historycznym rozwoju zwykliśmy określać nazwy czasów. Szacuje się, że globalne osiągnięcie nauki i techniki w XX w. przewyższają wszelkie dokonania od zarania ludzkości do końca XIX w. [Michałek 2008]. Zawrotny postęp nauk biologicznych w ostatnich latach z wykorzystaniem osiągnięć biofizyki i biochemii zbliża nas do wyjaśnienia największej tajemnicy, jaką jest granica życia i śmierci. Odkrycie i opisanie struktury DNA, z którego zbudowane są geny, stało się jednym z najbardziej brzemiennej osiągnięć naukowych w historii życia na Ziemi. Zdaniem wielu uczonych, jesteśmy coraz bliżej poznania tajemnicy większości chorób, jakie trapią ludzkość, a wyniki badań, w których stosuje się inżynierię genetyczną, mogą przynieść prawdziwą rewolucję w wielu dziedzinach nauki i życia. Nauki i techniki biologiczne, wykorzystujące osiągnięcia fizyki i chemii, stwarzają nowe perspektywy naszego rozumienia i oddziaływania na wszystko, co żyje, na ochronę zdrowia, produkcję żywności i ochronę środowiska.

Mówiąc o osiągnięciach różnych dziedzin nauki i techniki w gronie rolników, niezbędne jest zwrócenie uwagi na udział nauk rolniczych w przeobrażeniach świata. Stanowią one interdyscyplinarny obszar wiedzy, w którym ko-

rzysta się z osiągnięć, biologii, chemii, fizyki, techniki i ekonomii. Właśnie nauki rolnicze, wykorzystując osiągnięcia wspomnianych dziedzin, odpowiadają za żywienie i zdrowie ludzkości, uwolnienie człowieka od nędzy i głodu. Ich dynamiczny rozwój, przeniesiony do strefy produkcyjnej, spowodował w wielu regionach świata przerost produkcji żywności w stosunku do popytu. Nie oznacza to jednak, że w skali globalnej zniknął problem głodu. Wina jednak za jego istnienie nie leży po stronie nauki, ale polityki i ludzi ją uprawiających. Dlatego też, jeśli dziś słyszymy głosy, że w nauce jest tyleż osiągnięć, co i zagrożeń, to musimy się im stanowczo przeciwstawić. Poglądy takie głoszą ludzie o wąskich horyzontach myślowych, przeciwnicy postępu i nowoczesności. Tacy ludzie obarczają statystykę wykrzywieniem faktów, ale nigdy nie podjęli próby, aby się jej nauczyć.

W sytuacji stawiania pytań, dotyczących uzasadnienia konkretnych badań, ostateczne stanowisko stoi po stronie ludzi rzetelnej nauki, a nie polityków czy dziennikarzy. Stając w obliczu dylematu naukowego, znając granice swojej wolności, musimy jednak zawsze brać pod uwagę własną odpowiedzialność, wynikającą z posiadanej wiedzy w konkretnej dziedzinie. W zaistniałej sytuacji musimy sami sobie odpowiedzieć na pytanie: jakie są granice ludzkiej ingerencji w prawa natury? W trudnych momentach trzeba przywrócić w pamięci opowieść o uczniu Czarnoksiężnika, będącego rozwinięciem mitu o puszcze Pandory. Z tego wynika prosta konkluzja: należy zawsze przestrzegać granicy eksperymentu, który nie może wymknąć się spod kontroli. Świadomi tej odpowiedzialności musimy odważnie podejmować współczesne problemy, nie ulegając modzie ani też urobionej przez media opinii.

Rolnictwo zrównoważone – szansą czy hamulcem postępu?

Z rozważań przeprowadzonych na wstępie wynika jednoznacznie, że w rozwoju nauki musimy podjąć drogę od drzewa wiedzy do kontroli przeznaczenia. Na tle wykazanych sukcesów nauki musimy ciągle pamiętać o istniejących problemach i zagrożeniach. Do najważniejszych należy zaliczyć: problemy energetyczne, ochronę środowiska, wodę, stężenie CO₂, zdrowie i żywienie [Hryniewicz 1994]. Wszystkie wymienione problemy znajdują odbicie w rozwoju nauk rolniczych.

W problematyce energetycznej dokonuje się zaledwie ewolucja, a już niezbędna jest rewolucja. Mnożymy drobne przyczynki badawcze, których celem jest poszukiwanie w śmieciach poważnych rezerw energetycznych. Bilans paliw ciekłych był zawsze problemem politycznym, a w najbliższej przyszłości może się jeszcze pogłębiać. Zdecydują o tym ludy azjatyckie, kiedy miliardy ludzi przesiądą się z rowerów na samochody. Dlatego z determinacją, ale i ostrożnością, należy poszukiwać przyszłościowych źródeł energii, wśród których pierwsze miejsce będzie należało do energii atomowej i wodoru [Hryniewicz 1994].

Jedną z dróg rozwoju rolnictwa, uwzględniającą względy ekologiczne i energetyczne, jest rolnictwo zrównoważone [Michałek 2009]. Zgodnie z definicją, rolnictwo zrównoważone najogólniej polega na stosowaniu systemu produkcyjnego przyjaznego środowisku przyrodniczemu. Chodzi przede wszystkim o stosowanie racjonalnego nawożenia i środków ochrony roślin, a także właściwego następstwa roślin w zmianowaniu, w którym uwzględnia się co najmniej trzy gatunki roślin. Istotą nawożenia jest stosowanie nawozów azotowych mineralnych z uwzględnieniem bilansu w corocznej analizie gleby. Innym, dodatkowym, kryterium jest obsada zwierząt nieprzekraczająca 1,2 SD na ha powierzchni paszowej.

Tak sformułowane wymagania ograniczają poziom intensywności gospodarowania i zmniejszają produkcję globalną, a w konsekwencji wartość produkcji czystej i rentowność gospodarstw. Z uwagi jednak na względy ekologiczne, odnoszące się zarówno do środowiska przyrodniczego, jak i wytworzonych produktów w systemie produkcji zrównoważonej, producenci uzyskują rekompensaty finansowe, których wielkość w odniesieniu do 1 ha zależy od powierzchni gospodarstwa i maleje wraz z jej zwiększeniem.

Wspomniane rekompensaty są wypłacane we wszystkich krajach, należących do UE. Należy jednak pamiętać, że w całej gospodarce światowej działają prawa rynkowe, rzutujące na konkurencyjność. Podstawowymi uwarunkowaniami, decydującymi o konkurencyjności na rynkach zbytu, są wydajność ziemi i wydajność pracy [Grotkiewicz, Michałek 2009a, b]. Obydwa te mierniki w dużym stopniu zależą od stopnia nowoczesności rolnictwa, są więc pochodnymi poziomu i efektywności postępu naukowego.

Problem postępu jest powszechnie znany z literatury. Badania w tym zakresie od wielu lat prowadzi krakowski ośrodek, mając na swym koncie liczne sukcesy [Michałek i in. 1998]. W dotychczasowych opracowaniach zaproponowano podział postępu naukowego na cztery kategorie: biologiczny, chemiczny, techniczny i organizacyjny. Uzyskane rezultaty badań wskazują, że postęp biologiczny i chemiczny oddziałują bezpośrednio na wydajność ziemi, natomiast techniczny i organizacyjny – na wydajność pracy [Michałek i in. 2009].

Zarówno postęp biologiczny, jak i chemiczny, nie zależą od skali produkcji i nie rzutują na wielkość produkcyjnych przedmiotów gospodarczych, natomiast postęp techniczny zależy od wielkości gospodarstw i wymaga przygotowań organizacyjnych do jego wprowadzenia. Wszystkie rozważane kategorie postępu rolnictwa wymagają odpowiedniego przygotowania fachowego bezpośrednich producentów i efektywność ich wprowadzania będzie zależała od poziomu wykształcenia. Jest to szczególnie istotne w warunkach rolnictwa zrównoważonego, w którym nie można przekroczyć określonych barier poziomu nawożenia i ochrony roślin, a także wprowadzać genetycznych modyfikacji roślin i zwierząt.

Wprowadzone uwarunkowania ekologiczne będą rzutować na nierówny start pod względem konkurencyjności krajów o wysokim poziomie produktywności i nowoczesności rolnictwa oraz krajów odstających od czołówki, do których w Unii należy również Polska. Dlatego też celem niniejszej pracy była analiza uwarunkowań społeczno-ekonomicznych w zakresie rolnictwa, jego poziomu i nowoczesności, a także konkurencyjności na rynkach światowych, z odniesieniem się do wybranych krajów zrzeszonych w Unii oraz regionów w skali krajowej.

Uzyskane wyniki umożliwią ocenę wpływu postępu naukowego na poziom produktywności i konkurencyjności gospodarstw w warunkach ustalonych kryteriów, obowiązujących warunki rolnictwa zrównoważonego. Należy też pamiętać, że ustalone rygory w tym wariacie rolnictwa nie są zbyt wygórowane, mogą jednak stanowić barierę w pogoni polskiego rolnictwa za uciekającym postępem i utrwalac granice podziału na rolnictwo nowoczesne i zacofane.

W okresie przejściowym w przyjętym wariacie rolnictwa zrównoważonego będą stosowane rekompensaty w postaci specjalnych dotacji, wyrównujących szanse rozwoju. Mogą to być rozwiązania tylko tymczasowe, a po ich likwidacji pozostanie przepaść i pogłębiany podział na bogatych i biednych.

Badając związki między rolnictwem zrównoważonym a poszczególnymi kategoriami postępu naukowego, trzeba zwrócić uwagę, że wprowadzone ograniczenia dotyczą głównie postępu chemicznego i częściowo biologicznego, w najmniejszym zaś stopniu – postępu technicznego. W tych warunkach istnieje możliwość – poprzez szybki postęp techniczny – zwiększania wydajności pracy w polskim rolnictwie i zmniejszania ogromnego dystansu, dzielącego Polskę od przodujących krajów europejskich.

Wydajność ziemi i pracy w warunkach rolnictwa zrównoważonego

Poszukując zależności między poziomem intensywności produkcji a wydajnością ziemi i pracy, przeprowadzono analizy porównawcze w skali międzynarodowej i międzyregionalnej w Polsce. Badania obejmowały podstawowe kryteria kwalifikacyjne rolnictwa zrównoważonego, tj. poziom nawożenia mineralnego oraz obsadę zwierząt z jednej strony, oraz mierniki produktywności, tj. wydajność ziemi i pracy – z drugiej. Przedstawiono te mierniki w porównaniu międzynarodowym (tab. 1). Porównanie dotyczy Polski oraz pięciu wybranych krajów Unii Europejskiej, zaliczanych do przodujących pod względem poziomu rolnictwa. Wypada ono bardzo niekorzystnie dla naszego rolnictwa.

Pod względem nawożenia mineralnego zajmujemy pośrednie miejsce, ze $102 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$, w tym $56,3 \text{ kg}$ czystego azotu. Najniższy poziom nawożenia mineralnego cechuje rolnictwo Danii, dwukrotnie niższy od Polski. Od wszystkich porównywanych krajów zdecydowanie odbiega Holandia, ze wskaźnikiem prawie 300 kg NPK i 138 kg czystego azotu. Ten poziom nawożenia przekracza granice dozwolone dla rolnictwa zrównoważonego.

Tabela 1. Zużycie nawozów mineralnych, obsada zwierząt a wydajność ziemi i pracy w wybranych krajach Unii Europejskiej

Table 1. Consumption of the mineral fertilizers, livestock density, farm land productivity and work efficiency in selected countries of the EU

Kraj	Zużycie nawozów mineralnych [kg·ha ⁻¹]		Obsada zwierząt [SD·ha ⁻¹]	Wydajność ziemi [USD·ha ⁻¹]	Wydajność pracy [USD·os. ⁻¹]
	ogółem	azot			
Dania	51,7	44,5	1,63	1 401	42 222
Francja	127,2	78,5	0,54	1 673	70 212
Holandia	294,6	138,2	2,90	7 224	64 953
Niemcy	148,3	104,8	0,71	1 532	32 422
Polska	102,4	56,3	0,37	961	3 914
Wielka Brytania	98,0	62,9	0,48	1 413	48 865

Źródło: Grotkiewicz, Michałek [2009a].

Drugim miernikiem jest obsada zwierząt, mająca także wpływ na poziom ogólnego nawożenia. I tym razem zdecydowanie wyróżnia się Holandia, z obsadą 2,9 SD · ha⁻¹ UR. Dużą obsadę ma Dania (1,63 SD · ha⁻¹ UR). W pozostałych krajach wynosi ona poniżej 1,0, a w Polsce tylko 0,37 i jest najmniejsza spośród wszystkich porównywanych krajów.

Niski poziom nawożenia oraz mała obsada zwierząt rzutują na wydajność ziemi, wyrażoną wartością produkcji brutto w USD · ha⁻¹ UR. Polska, uzyskując zaledwie 961 USD, zajmuje zdecydowanie ostatnie miejsce w porównaniu. Wyróżnia się natomiast Holandia ze wskaźnikiem ponad 7200 USD, co oznacza wydajność 5-krotnie większą od średniej.

Jeszcze większe dysproporcje uwiadcniają się w porównaniu wydajności pracy. I tym razem Polska zajmuje ostatnie miejsce, przy czym nasze 3914 USD zdecydowanie odbiega nie tylko od najlepszych krajów, ale także od wartości średniej. Brak ograniczeń odnośnie do poziomu technicznego uzbrojenia w ramach rolnictwa zrównoważonego może w przyszłości procentować zwiększeniem wydajności pracy wraz z wprowadzonym postępowaniem technicznym. Takie szanse można zauważyć, porównując te same mierniki w wybranych regionach Polski (tab. 2).

Najniższy poziom nawożenia cechuje rolnictwo regionu małopolskiego – 70,5 kg NPK i 32,3 kg N · ha⁻¹, najwyższy zaś obserwujemy w regionach opolskim i kujawsko-pomorskim, zbliżony do 190 kg NPK. W żadnym z porównanych regionów nie przekracza się normy przyjętej dla rolnictwa zrównoważonego. Także drugi miernik, tj. obsada inwentarza żywego, przyjmuje wartości zdecydowanie niższe od przyjętego kryterium. Rozpiętość jest znacz-

Tabela 2. Zużycie nawozów mineralnych, obsada zwierząt a wydajność ziemi i pracy w wybranych regionach Polski

Table 2. Consumption of the mineral fertilizers, livestock density, farm land productivity and work efficiency in selected regions of Poland

Region	Zużycie nawozów mineralnych [kg·ha ⁻¹]		Obsada zwierząt [SD·ha ⁻¹]	Wydajność ziemi [zł·ha ⁻¹]	Wydajność pracy [zł·os. ⁻¹]
	ogółem	azot			
Polska – średnio	102,4	56,3	0,37	2 883	11 742
Kujawsko-pomorski	189,8	93,5	0,64	2 584	23 042
Lubelski	140,4	61,0	0,33	1 591	8 962
Małopolski	70,5	32,3	0,40	2 703	10 505
Mazowiecki	115,5	62,3	0,51	3 100	21 193
Opolski	196,2	101,4	0,34	1 932	21 384
Warmińsko-mazurski	124,4	74,0	0,46	2 097	31 445
Wielkopolski	171,7	90,2	0,74	3 504	30 378
Zachodnio-pomorski	130,1	76,0	0,16	1 641	34 936

Źródło: Grotkiewicz, Michałek [2009a].

na – od 0,16 w regionie zachodnio-pomorskim do 0,74 w regionie wielkopolskim. Zarówno poziom nawożenia mineralnego, jak i obsada zwierząt rzutują na wydajność ziemi, choć zależność nie jest bezpośrednia, nie uwzględnia bowiem innych czynników, między innymi postępu biologicznego, kultury technicznej i organizacji pracy.

Największą wydajność ziemi obserwujemy w regionie wielkopolskim – 3504 zł·ha⁻¹, najmniejszą zaś w regionie lubelskim – 1591 zł·ha⁻¹. Pod względem wydajności pracy przodują regiony: zachodnio-pomorski – prawie 35000, warmińsko-mazurski – ponad 31000 i wielkopolski – 30370, a najgorsza występuje w regionach lubelskim – 8962 zł·os⁻¹ i małopolskim – 10505 zł·os⁻¹.

W wyniku analizy przeprowadzonej w skali międzynarodowej nie potwierdzono zależności między poziomem nawożenia i obsadą zwierząt a wydajnością ziemi i pracy, jakkolwiek przykład Holandii, a także nieujętej w pracy Belgii, o bardzo zbliżonych wskaźnikach, wskazują na bezpośredni i pozytywny związek. Podobnie wygląda porównanie między regionami w Polsce. Trzeba jednak zaznaczyć, że w analizie nie ujęto zużycia pestycydów, które mają istotne znaczenie również w warunkach rolnictwa zrównoważonego, ale przede wszystkim ekologicznego. Porównanie jest trudne, gdyż na ogół unika się publikowania danych z tego zakresu. Według nieoficjalnych informacji można przyjąć, że w Polsce zużycie pestycydów w czystym składniku jest bardzo małe – ok. 0,6 kg · ha⁻¹, natomiast w przodujących krajach UE przekracza nawet 10 kg [Mnożnik... 1999].

Podsumowanie

Na obecnym etapie rozwoju polskiego rolnictwa można przyjąć, że ograniczenia, dotyczące rolnictwa ekologicznego, nie są hamulcem jego rozwoju. Duże dysproporcje wydajności ziemi, a przede wszystkim wydajności pracy, są efektem historycznych uwarunkowań i opóźnień w stosunku do przodujących krajów europejskich. Istotny wpływ wywierają także uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, wykorzystanie postępu biologicznego i organizacyjnego, a przede wszystkim opóźnienia w technicznym uzbrojeniu, rzutuujące na niewłaściwe proporcje w strukturze sił wytwórczych w procesie produkcyjnym w polskim rolnictwie [Haman 1996]. Można jednak założyć, że w dalszej perspektywie wymogi rolnictwa ekologicznego, wprowadzonego na większą skalę, mogą spowodować stagnację w naszym rolnictwie i wydłużyć drogę dochodzenia do poziomu przodujących krajów, a tym samym zmniejszyć konkurencyjność na rynkach światowych. Dlatego też już dziś należy zwrócić znacznie większą uwagę na rozwój rolnictwa precyzyjnego. Jest ono na ogół dobrze opisane w literaturze, warto jednak przytoczyć jego najważniejsze cechy [Robertson i in. 2007].

Pojęcie „rolnictwo precyzyjne” pochodzi z języka angielskiego i oznacza takie prowadzenie produkcji rolniczej, które cechuje się wykorzystywaniem odpowiednich zabiegów w odpowiednim czasie z zastosowaniem odpowiedniej, możliwie minimalnej, ilości środków produkcji (szczególnie chemicznych), co umożliwi zwiększenie efektywności ekonomicznej i produkcyjnej w warunkach jak najmniejszego obciążenia środowiska naturalnego. Rolnictwo precyzyjne oznacza wykorzystanie nowoczesnych maszyn i urządzeń w połączeniu z technologiami teleinformatycznymi w praktyce rolniczej. Rozwój rolnictwa precyzyjnego był możliwy dzięki wprowadzeniu do praktyki rolniczej Systemu Informacji Geograficznej (GIS) i Globalnego Systemu Pozycjonowania (GPS). Rolnictwo precyzyjne może okazać się bardziej efektywne i umiejętnie łączące wszystkie kategorie postępu w osiągnięciu wysokich wskaźników produkcyjności z uwzględnieniem wymogów ekologicznych. Pewną alternatywą tego rolnictwa może być także wariant lansowany przez Jacksona [Mnożnik... 1999] z wykorzystaniem w dużym stopniu osiągnięć inżynierii genetycznej, a zatem postępu biologicznego z ograniczeniem mechanicznej uprawy gleby, co przedstawiono już w innej pracy [Michałek 2009].

Bibliografia

- Haman J. 1996. O kierunkach rozwoju inżynierii rolniczej. Zeszyty Problemy Postępów Nauk Rolniczych. Z. 443, s. 10–13
- Hrynkiewicz A. 1994. Energia odnawialna. Materiały na ZO PAN, s. 15–36
- Grotkiewicz K., Michałek R. 2009a. Ocena poziomu produkcyjności i wydajności w rolnictwie na przykładzie wybranych regionów Polski. Inżynieria Rolnicza. Nr 6(115), s. 103–109

- Grotkiewicz K., Michałek R. 2009b. Postęp naukowo-techniczny a wydajność ziemi i pracy w rolnictwie. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 6(115), s. 103–117
- Michałek R., Grotkiewicz K., Peszek A. 2009. Wydajność ziemi i pracy w wybranych krajach Unii Europejskiej. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 1(110), s. 199–205
- Michałek R. i in. 1998. Uwarunkowania technicznej rekonstrukcji rolnictwa. PTIR. Kraków, s. 23–39
- Michałek R. 2008. Społeczne funkcje uczonych. *Postępy Nauk Rolniczych*. Nr 1, s. 93–99
- Michałek R. 2009. Uwarunkowania kształtujące model współczesnego rolnictwa. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2(64), s. 5–11
- Michałek R. i in. 2009. Wydajność ziemi i pracy w wybranych krajach UE. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 1(110), s. 199–207
- Mnożnik cztery. Podwojony dobrobyt – dwukrotnie mniejsze zużycie zasobów naturalnych. 1999. Raporty dla Klubu Rzymskiego. Wydawnictwo Rolwski. Toruń, s. 103–107
- Robertson M. i in. 2007. The economic benefits of precision agriculture: case studies from Australian grain farms. CSIRO, Australia, ss. 46

PLACE AND ROLE OF THE SCIENTIFIC PROGRESS UNDER CONDITIONS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

Summary

Paper discussed the importance of science and technique in civilization transformations of the world. Important role of the scientists in resolving on the acceptable limits of experimentation was also emphasized. At describing the criteria compulsory in sustainable agriculture an attention was paid to the role of particular categories of the scientific progress. Some connections among the fertilization level, livestock density, farm land productivity and work efficiency were indicated.

Key words: sustainable agriculture, scientific progress, efficiency

Praca wpłynęła do Redakcji 26.03.2010 r.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Zdzisław Wójcicki

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Rudolf Michałek
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
31-120 Kraków, Al. Mickiewicza 21
tel: 12 662-46-19, e-mail: Rudolf.Michalek@ur.krakow.pl