



INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA  
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

# Konkurencyjność polskich producentów żywności i jej determinanty (3)

*Redakcja naukowa*  
*dr Iwona Szczepaniak*

*Autorzy:*  
*dr Łukasz Ambroziak*  
*mgr Małgorzata Bulkowska*  
*dr Katarzyna Kosior*  
*prof. dr hab. Henryk Runowski*  
*dr Iwona Szczepaniak*  
*mgr Mirosława Tereszczuk*  
*dr hab. Ludwik Wicki, prof. SGGW*



ROLNICTWO POLSKIE I UE 2020+  
WYZWANIA, SZANSE, ZAGROŻENIA, PROPOZYCJE

Warszawa 2017

Prof. dr hab. Henryk Runowski i dr hab. Ludwik Wicki, prof. SGGW  
są pracownikami Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Pozostali Autorzy publikacji są pracownikami Instytutu Ekonomiki Rolnictwa  
i Gospodarki Żywnościowej – Państwowego Instytutu Badawczego.

Pracę zrealizowano w ramach tematu

**Ewolucja i perspektywy rynków rolno-spożywczych**

w zadaniu *Konkurencyjność polskich producentów żywności i jej determinanty.*

Celem pracy jest ocena konkurencyjności polskich producentów żywności  
i jej wybranych determinant.

Recenzenci:

*dr hab. Krzysztof Firlej, prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*

*dr hab. Karolina Pawlak, prof. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu*

Opracowanie komputerowe

*Anna Staszczak*

Korekta

*Barbara Pawłowska*

Redakcja techniczna

*Leszek Ślipiński*

Projekt okładki

*Leszek Ślipiński*

ISBN 978-83-7658-709-7

*Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej*

*– Państwowy Instytut Badawczy*

*ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa*

*tel.: (22) 50 54 444*

*faks: (22) 50 54 757*

*e-mail: [dw@ierigz.waw.pl](mailto:dw@ierigz.waw.pl)*

*<http://www.ierigz.waw.pl>*

## 6. Postęp biologiczny w rolnictwie i jego wpływ na konkurencyjność producentów rolnych

DOI: 10.30858/pw/9788376587097.6

### 6.1. Wprowadzenie

Do istotnych zmian i procesów, które zachodzą w rolnictwie wielu krajów w ostatnim ćwierćwieczu można zaliczyć:

- wzrost produkcji, zwiększenie produktywności rolnictwa i efektywności wykorzystania nakładów,
- marginalizację (kurczenie się) gospodarczej roli rolnictwa w gospodarce narodowej i gospodarce lokalnej,
- nasilenie konkurencyjności międzynarodowej i międzysektorowej,
- narastanie wrażliwości konsumentów w sferze jakości i bezpieczeństwa żywności przy zwiększaniu siły rynkowej wielkich sieci detalicznych handlu żywnością,
- wzrost znaczenia postępu rolniczego, wiedzy i niematerialnych form kapitału w procesach produkcyjnych i w funkcjonowaniu rolnictwa,
- wzrost wielofunkcyjności rolnictwa i pozarolniczych form gospodarowania na obszarach wiejskich oraz uświadomienie potrzeby oparcia rozwoju rolnictwa na koncepcji rozwoju zrównoważonego,
- słabnięcie społecznego i politycznego poparcia dla polityki protekcjonizmu, subsydiowania i interwencjonizmu rolniczego<sup>232</sup>.

W omawianym okresie rolnictwo rozwijało się na tyle szybko, że w skali światowej było zdolne nadążać za wzrostem efektywnego popytu na żywność. Chociaż w dalszym ciągu około 800 mln ludzi na świecie jest dotkniętych niedożywieniem i nie ma poczucia bezpieczeństwa żywnościowego, to sytuacja żywienia w krajach wyżej rozwiniętych została rozwiązana, a w większości krajów rozwijających się uległa poprawie<sup>233</sup>. Rolnictwo krajów uprzemysłowionych znacznie powiększyło zdolności wytwórcze przez procesy modernizacji, wzrost stosowania nakładów pochodzenia przemysłowego, zastosowanie postępu biologicznego, specjalizację produkcji, koncentrację i kooperację z sektorami zaopatrzenia, przemysłu i handlu. W krajach wysoko rozwiniętych nowoczesne, rynkowo zorientowane i subsydiowane gospodarstwa rolne są w stanie wytwarzać produkcję znacznie przewyższającą zapotrzebowanie rynku wewnętrznego.

---

<sup>232</sup> M. Adamowicz, *Teoretyczne uwarunkowania rozwoju rolnictwa z uwzględnieniem procesów globalizacji i międzynarodowej integracji*, „Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G” 2008, t. 94, z. 2.

<sup>233</sup> Ibid.

Z kolei w krajach rozwijających się dzięki wykorzystaniu postępu biologicznego, wdrażaniu nowoczesnych technologii produkcji oraz wykorzystaniu efektów innych rodzajów postępu rolniczego uzyskano zwiększenie produkcji rolnej, a w niektórych krajach nawet pojawiły się nadwyżki eksportowe. Nadal jednak aktualne jest pytanie: czy w przyszłości rozwój rolnictwa i wynikający z niego wzrost produkcji rolnej umożliwi zaspokojenie rosnących potrzeb żywnościowych oraz jaka jest rola w tym rozwoju postępu, a szczególnie postępu biologicznego, i w jaki sposób postęp biologiczny wpływa na efektywność produkcji roślinnej i zwierzęcej?

## **6.2. Uwarunkowania wzrostu zapotrzebowania na żywność i pokrycia potrzeb żywnościowych**

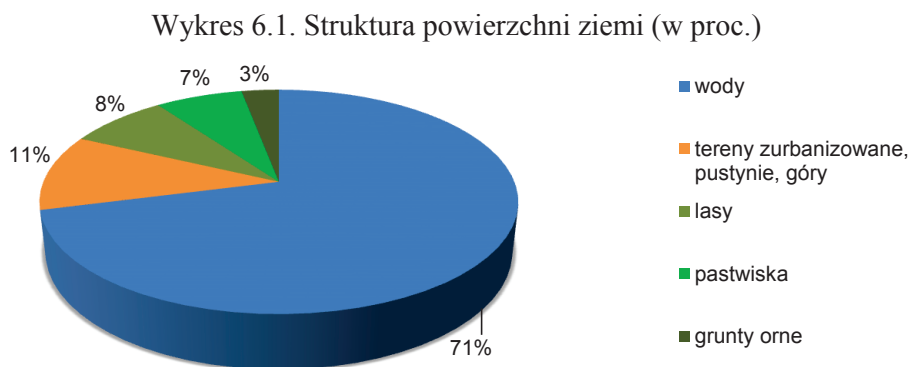
Z ogólnoświatowego bilansu zapotrzebowania na żywność wynika potrzeba wzrostu produkcji rolnej. W wielu krajach jednak dalszy wzrost produkcji rolnej jest hamowany przez ograniczony popyt wewnętrzny oraz ograniczone możliwości eksportowe, co wzmacnia długookresową tendencję do obniżania się realnych cen surowców rolnych. Ta sytuacja może się zmienić w nadchodzących dziesięcioleciach w związku z prognozowanym przyrostem liczby ludności na świecie oraz rosnącymi dochodami ludności, a także malejącymi wskaźnikami wzrostu produktywności rolnictwa. W związku z rozwojem nowych technologii produkcji rolniczej pojawiły się nowe problemy i zagrożenia, zwłaszcza natury środowiskowej i zdrowotnej. Zmiany klimatu, degradacja środowiska, wzrastająca konkurencja ze strony sektorów nierolniczych o grunty i wodę, wzrastające ceny energii i innych nakładów przemysłowych oraz rosnące koszty wdrażania innowacji stwarzają problemy rozwojowe, powiązane ze wzrostem poziomu ryzyka i niepewności. Istnieją zatem przesłanki, by prognozować, że ceny żywności przestaną spadać i przyjmą trendy wzrostowe. Stawia to pod znakiem zapytania słuszność dotychczasowych dążeń do ograniczania produkcji w krajach wysoko rozwiniętych i subsydiowania producentów, co z kolei wpływa na niższy poziom cen żywności na rynku globalnym, przyczyniając się równocześnie do osłabiania możliwości rozwojowych rolnictwa w krajach rozwijających się.

Mając na względzie globalne potrzeby wyżywieniowe, szacuje się, że dla zaspokojenia wzrastającego popytu produkcja żywności tylko w pierwszych 30 latach XXI wieku powinna się powiększyć o około 50% w sektorze zbóż i aż o 85% w sektorze mięsny. Do tego trzeba dodać wzrastające zapotrzebowanie

na wytwarzane przez rolników surowce przeznaczone na cele energetyczne, co już obecnie przyczynia się do wzrostu cen<sup>234</sup>.

### 6.2.1. Zasoby Ziemi a liczba ludności

Oceniając możliwości wzrostu produkcji rolniczej w skali świata, należy zauważyć, że na skutek zachodzących procesów urbanizacji zmniejsza się, pozostająca do rolniczego wykorzystania, powierzchnia użytków rolnych. W skali globu udział gruntów ornych wynosi obecnie zaledwie 3% powierzchni ziemi (wykres 6.1).



Źródło: *Herausforderungen für die Landwirtschaft*, Herausgeber Bayer AG, Communications and Public Affairs, Leverkusen 2015.

Istniejący 7% udział w części ekstensywnie zagospodarowanych pastwisk daje w przyszłości pewne możliwości ich lepszego wykorzystania w celach produkcyjnych. Jednak, z uwagi na niekorzystny stan stosunków wodnych w różnych częściach świata, ograniczony jest wyraźny wzrost ich plonowania. Oznacza to, że wraz z rozwojem demograficznym kurczyć się będzie powierzchnia użytków rolnych przypadająca na osobę w skali świata. Prognozy demograficzne wskazują, że do 2050 roku liczba ludności na świecie może przekroczyć 9,5 mld osób.

Z danych zamieszczonych w tabeli 6.1 wynika, że skala zmian liczby ludności będzie zróżnicowana między poszczególnymi kontynentami. Najszybsza dynamika przyrostu demograficznego wystąpi w Afryce, która znacznie zwiększy swój udział w łącznej liczbie ludności świata w stosunku do stanu z 1950 roku.

<sup>234</sup> *The World Bank Annual Report 2008*, [http://siteresources.worldbank.org/EXTANNREP2K8/Resources/YR00\\_Year\\_in\\_Review\\_English.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTANNREP2K8/Resources/YR00_Year_in_Review_English.pdf).

Tabela 6.1. Zmiany liczby ludności na różnych kontynentach w latach 1950-2050 (mln osób)

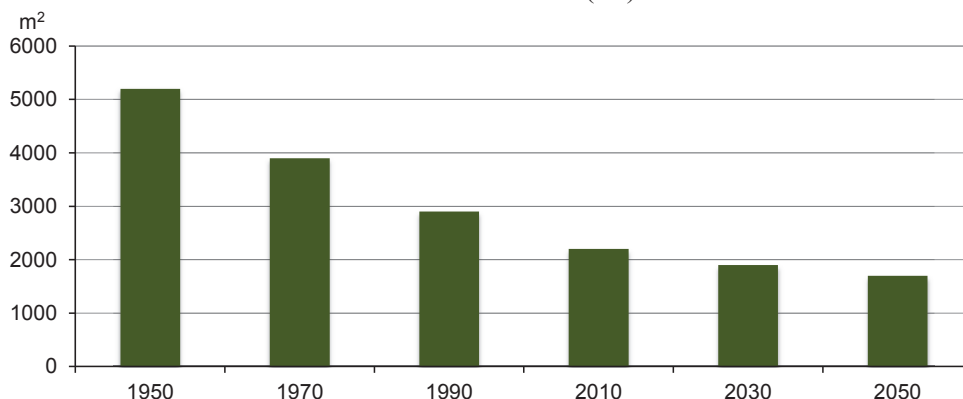
Kontynent	1950		2050	
	mln osób	proc.	mln osób	proc.
Europa	549	21,7	716	7,3
Ameryka Północna	173	6,8	435	4,4
Ameryka Łacińska i Karaiby	169	6,7	780	8,0
Afryka	229	9,0	2500	25,5
Azja	1400	55,3	5300	54,2
Oceania	13	0,5	57	0,6
<b>Razem</b>	<b>2533</b>	<b>100,0</b>	<b>9788</b>	<b>100,0</b>

Źródło: opracowanie na podstawie *Herausforderungen für die Landwirtschaft...*, op. cit.

Ludność Afryki w 1950 roku stanowiła 9% ludności świata, a w 2050 roku udział ten może zwiększyć się do 26%. Znaczący wzrost liczby ludności, w szczególności w liczbach bezwzględnych, oczekiwany jest również w Azji. Z kolei udział Europy w światowej populacji ludności wynoszący w 1950 roku 22%, przy zachowaniu dotychczasowych trendów demograficznych, w 2050 roku obniży się do 7%. Zarysowane tendencje zmian w demografii świata przyniosą wyraźny wzrost zróżnicowania zapotrzebowania na żywność na poszczególnych kontynentach.

Równocześnie ze wzrostem liczby ludności nastąpi zmniejszenie się powierzchni gruntów ornych przypadających na osobę. W 2050 roku, przy prognozowanym tempie przyrostu naturalnego, powierzchnia gruntów ornych na osobę może obniżyć się do około 1800 m<sup>2</sup> (wykres 6.2).

Wykres 6.2. Powierzchnia gruntów ornych na osobę na świecie w latach 1950-2050 (m<sup>2</sup>)



Źródło: opracowano na podstawie: *Herausforderungen für die Landwirtschaft...*, op. cit.

Oceniając zasoby gruntów ornych, należy zwrócić uwagę na rosnące problemy wynikające z erozji oraz zasolenia gleb, które dotyczą coraz to nowe powierzchnie gruntów.

Z długookresowych obserwacji wynika, iż tempo wzrostu produkcji rolniczej w czasie zmniejsza się. Według FAO średnioroczne tempo wzrostu plonów podstawowych roślin uprawnych na świecie w latach 1961-2007 wynosiło, w zależności od gatunku roślin, od 1,8 do 2,1% rocznie. Z kolei prognoza dla okresu 2005/2007-2050 zakłada obniżenie się tempa wzrostu plonów dla tych gatunków roślin do 0,6-0,7% rocznie (tabela 6.2).

Tabela 6.2. Średnioroczny wzrost plonów wybranych roślin uprawnych na świecie (w proc.)

Wyszczególnienie	1961-2007	2005/2007-2050
Pszenica	2,1	0,7
Ryż	1,8	0,6
Kukurydza	2,0	0,6

Źródło: *The State of Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2012; The Future of Food and Agriculture, Trends and Challenges, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017.*

Również w USA obserwuje się spadkowe tendencje w zakresie kształtowania się dynamiki plonowania roślin. Z danych zamieszczonych w tabeli 6.3 wynika, że średnioroczne wzrosty plonów na początku analizowanego okresu cechowały się wyższą dynamiką plonowania niż pod koniec okresu analizy. Tendencje te są wyraźniejsze w przypadku kukurydzy, bawełny, ryżu oraz pszenicy, natomiast mniej wyraźne w przypadku soi.

Tabela 6.3. Wskaźniki wzrostu plonów roślin uprawnych w USA w różnych okresach (w proc.)

Rok	Kukurydza	Bawełna	Ryż	Jęczmień	Pszenica	Soja
1950-1960	3,6	5,1	3,7	1,3	4,6	0,8
1960-1970	2,8	-0,2	3,0	3,2	1,7	1,3
1970-1980	2,3	-0,9	-0,5	1,5	0,8	-0,1
1980-1990	2,6	4,5	2,3	1,2	1,7	2,5
1990-2000	1,4	-0,1	1,3	0,9	0,6	1,1
2000-2010	1,1	2,7	0,7	1,7	0,9	1,4
1950-2010	2,31	1,86	1,74	1,63	1,71	1,18

Źródło: *USDA, Economic Research Service using agricultural yield survey data form USDA, National Agricultural Statistics Service, 2013.*

### 6.2.2. Zmiany klimatu – nowe wyzwanie dla rolnictwa

Wśród przyczyn spadku plonów roślin wymienić należy: ujawnianie się działania prawa malejących efektów nakładów, niekorzystne zmiany klimatu, w tym zmiany temperatur i ilości oraz rozkładu opadów, a także występowanie okresowo anomalii pogodowych oraz rezygnację w niektórych krajach z uprawy roślin genetycznie modyfikowanych. W ocenie zmian produktywności wykorzystywany jest często wskaźnik TFP (*Total Factor Productivity*). Światowy rolniczy TFP w latach 2001-2013 wynosił średnio 1% rocznie, jednak jego wzrost był nierównomierny w różnych okresach i regionach<sup>235</sup>. W przypadku krajów rozwijających się wartość wskaźnika TFP w latach 2001-2009 wynosiła średnio rocznie 1,9%, w latach 1991-2000 była ona podobna, ale wyższa niż w latach 1981-1990. Wśród rozwijających się regionów w ostatnich latach roczny wzrost TFP był najszybszy w: Azji, Ameryce Środkowej, Afryce Północnej i Ameryce Południowej. Wzrost wydajności rolnictwa od dawna uważany jest za najważniejsze źródło wzrostu gospodarczego w sektorze rolnym. Z badań przeprowadzonych przez D. Jorgensona i S. Morrisa<sup>236</sup> wynika, że spośród 44 sektorów objętych badaniami tylko 3 osiągnęły wyższe wskaźniki wzrostu produktywności niż rolnictwo. Daje się zauważyć jednak, że o ile w krajach rozwijających się obserwujemy rosnącą tendencję wskaźnika TFP, to w krajach wysoko rozwiniętych kierunek zmian jest odwrotny. Dość wysoki wzrost produktywności rolnictwa w ostatnich latach wynikał przede wszystkim z wdrażania innowacji i zmian technologicznych, w tym w szczególności z dokonującego się postępu biologicznego, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania osiągnięć biotechnologii. Innowacje wymagają nakładów finansowych, które pochodzą zarówno ze źródeł publicznych, jak i prywatnych. Z badań wynika, że publiczne inwestycje w badania na rzecz rolnictwa przyniosły duże korzyści ekonomiczne, przy stopach zwrotu na poziomie 20-60%. Coraz częściej również firmy prywatne inwestują w działalność B+R. W skali globalnej wzrost produktywności stanowi rosnący udział w zwiększaniu produkcji rolnej, zmniejszając presję na angażowanie dodatkowych zasobów naturalnych dla zaspokojenia rosnącego zapotrzebowania na żywność i produkty rolne. Dzięki inwestowaniu w działalność B+R możliwe jest osiągnięcie wzrostu produktywności rolnictwa.

Wraz z rozwojem demograficznym oraz rozwojem gospodarczym i towarzyszącym mu wzrostem dochodów ludności należy oczekiwać wzrostu popytu

---

<sup>235</sup> K.O. Fuglie, N.E. Rada, *Resources, Policies, and Agricultural Productivity in Sub-Saharan Africa*, „Economic Research Report” 2013, nr 145, USDA, Economic Research Service, Washington, D.C.

<sup>236</sup> D. Jorgenson, S. Morris, *The Economics of productivity*, Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham 2009.



na żywność, choć w różnym tempie w różnych grupach krajów. Kraje o wysokim dochodzie (np. w Europie Zachodniej) wykazują niskie reakcje popytowe na żywność i słabo reagują na zmiany dochodów. Z kolei kraje o średnim i niskim poziomie dochodów (np. Chiny i Indie) cechują się stosunkowo wysokim poziomem elastyczności popytu, co oznacza znacznie większy wpływ wzrastających dochodów na popyt na żywność. Biorąc pod uwagę większą elastyczność dochodów i wysokie tempo wzrostu gospodarczego w krajach o średnim i niskim dochodzie, a także spodziewane zmiany demograficzne, należy oczekiwać tu szybszego wzrostu popytu na żywność niż w krajach wysoko rozwiniętych. Nie ulega wątpliwości, że w nadchodzących dekadach popyt na żywność w skali światowej będzie wzrastać. Dodatkowo dochodzą do tego zmiany modelu konsumpcji.

### 6.2.3. Zmiany modelu konsumpcji żywności

Wraz ze wzrostem dochodów ludności nie tylko wzrasta popyt na żywność, ale również zmienia się struktura tego popytu w kierunku zwiększonego zapotrzebowania na bardziej wartościowe produkty, do których należą artykuły pochodzenia zwierzęcego. Zjawisko takie występuje w szczególności w krajach słabiej i średnio rozwiniętych. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 6.4, konsumpcja mięsa w perspektywie do 2050 roku w krajach wysoko rozwiniętych wzrośnie o około 20%, podczas gdy w krajach rozwijających się oczekiwane jest podwojenie zapotrzebowania na mięso.

Tabela 6.4. Zmiany konsumpcji mięsa na świecie (w mln ton)

Wyszczególnienie	2005-2007	2050	Wskaźnik zmian 2050/(2005-2007)
Kraje wysoko rozwinięte	109	130	1,2
Kraje rozwijające się	147	316	2,1
Świat razem	256	446	1,7

Źródło: opracowanie na podstawie *Herausforderungen für die Landwirtschaft...*, op. cit.

Udział wydatków na żywność w łącznych dochodach ludności jest w poszczególnych krajach mocno zróżnicowany i zależny od poziomu dochodów. Zgodnie z prawem Engla, wraz ze wzrostem dochodów ludności w krajach wyżej rozwiniętych udział wydatków na żywność w wydatkach ogółem się zmniejsza. Przykładowo w takim kraju jak USA wynosi on zaledwie około 6,4%, w Niemczech 10,3%, natomiast w Chinach 25,0%, Kenii 46,7%, a w Nigerii aż 56,4%<sup>237</sup>.

<sup>237</sup> *Herausforderungen für die Landwirtschaft*, Herausgeber Bayer AG, Communications and Public Affairs, Leverkusen 2015.

Tym samym, przy założeniu wzrostu cen żywności, konsumenci w krajach biedniejszych znacznie wyraźniej odczuwają skutki tego wzrostu niż w krajach wysoko rozwiniętych. Przykładowo wzrost cen koszyka produktów żywnościowych w USA o 20% spowoduje wzrost łącznych wydatków na żywność o 1,28%, podczas gdy w Nigerii – zakładając dotychczasowy poziom spożycia – o 11,2%. W USA nie musi to natomiast wyraźnie wpłynąć na zmniejszenie konsumpcji żywności, podczas gdy w Nigerii, przy konieczności pokrycia kosztów pozażywnościowych, taki wzrost cen musi spowodować spadek spożycia lub zmianę struktury spożycia żywności.

### ***Ograniczenie strat surowców i produktów żywnościowych jako sposób na poprawę bezpieczeństwa żywnościowego***

Oceniając przyszłe możliwości pokrycia popytu na żywność w skali świata, nie należy gubić z pola widzenia strat surowców i produktów żywnościowych, jakie występują w różnych ogniwach łańcuchów dostaw. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 6.5, wielkość strat surowców i produktów żywnościowych jest znaczna.

Tabela 6.5. Straty surowców i produktów żywnościowych w różnych ogniwach łańcuchów dostaw na świecie (w proc.)

Kontynent	Ogniwa w łańcuchu żywnościowym				
	produkcja	magazynowanie	przetwórstwo	handel	konsumpcja
Afryka Subsaharyjska	39	38	7	13	3
Ameryka Południowa	34	38	4	15	9
Południowoschodnia Azja	33	23	6	17	21
Północna Afryka/Zachodnia i Centralna Azja	29	21	4	19	27
Azja (kraje wysoko rozwinięte)	18	24	3	12	43
Europa	23	12	5	9	51
Północna Ameryka/Oceania	17	6	9	7	61

Źródło: WRI Annual Report 2013, [http://www.wri.org/sites/default/files/WRI\\_2013\\_Annual\\_Report\\_fulldraft\\_100314.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/WRI_2013_Annual_Report_fulldraft_100314.pdf).

Straty powstają zarówno na etapie produkcji i magazynowania produktów oraz przetwórstwa, jak i w handlu oraz bezpośredniej konsumpcji żywności. Wielkość strat w poszczególnych ogniwach łańcucha żywnościowego jest kontynentalnie zróżnicowana. W Europie, Ameryce Północnej i Oceanii oraz w wysoko rozwiniętych krajach Azji największe straty powstają w bezpośredniej konsumpcji. Z kolei na kontynentach o niskim poziomie rozwoju gospodarczego

najwyższe straty notowane są w produkcji i magazynowaniu. Szacuje się, że nawet 1/3 produktów żywnościowych jest tracona na różnych etapach produkcji, przetwórstwa, handlu i konsumpcji, co odpowiada około 1,3 mld ton. Taka ilość wystarczyłaby na wyżywienie około 2 mld osób. Niezależnie od dokładności tego szacunku można przyjąć, że istnieje możliwość ograniczenia znacznej części strat w łańcuchu żywnościowym. Należy zauważyć, że w rozwiązywaniu problemów żywnościowych duże znaczenie ma wykorzystywanie postępu w rolnictwie i pozostałych ogniwach łańcucha żywnościowego.

### 6.3. Postęp biologiczny – ujęcie teoretyczne

#### 6.3.1. Istota postępu w gospodarce

Wiedza jest podstawą do kreacji szeroko rozumianego postępu. Jest ona tworzona dzięki wielu różnym mechanizmom. Uczestniczą w nich uczelnie, ośrodki badawcze, rząd, przedsiębiorstwa. Z punktu widzenia ekonomii nie jest określone, w jaki sposób ustalane są kierunki badań w instytucjach niezwiązanych z rynkiem, a na pewno nie ma wyjaśnienia zasady oddziaływania cen i kosztów będących objaśnieniem korzyści z zastosowania innowacji w odniesieniu do przedsiębiorstw<sup>238</sup>. Dodatkowo przedsiębiorstwa korzystają z wiedzy tworzonej w ośrodkach naukowych, ale też działają w ramach posiadanej wiedzy naukowej i technicznej, odmiennej dla poszczególnych firm. Tworzenie nowej wiedzy może być finansowane ze środków na działalność B+R. Pewna jej część może pochodzić z badań finansowanych przez różne instytucje, np. w ramach programów rządowych, wsparcia przez fundacje czy z uczelni. Wiedza ogólnie dostępna jest możliwa do wykorzystania przez wszystkich przedsiębiorców, o ile uznają oni, że jest to opłacalne i o ile posiadają oni kwalifikacje niezbędne do jej zastosowania.

Wynikiem rozwoju wiedzy są innowacje. Definicja innowacji ewoluowała. Początkowo za innowację uznawano pierwsze zastosowanie danego rozwiązania (*on first application*), obecnie zaś, z punktu widzenia przedsiębiorstwa, za innowację uznaje się każde wprowadzenie nowości, o ile jest to produkt czy proces nowy w danej firmie. Ze względu na to, że wiele innowacji jest istotnie poprawianych i udoskonalanych, innowacje imitacyjne mogą mieć w efekcie większe znaczenie gospodarcze niż oryginalny wynalazek<sup>239</sup>.

---

<sup>238</sup> W. Nordhaus, *Innowacje, wzrost i dobrobyt. Postęp techniczny w ujęciu teoretycznym*, PWN, Warszawa 1976.

<sup>239</sup> S. Marciniak (red.), *Makro- i mikroekonomia. Podstawowe problemy*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.

Postęp jest nieodłącznym czynnikiem determinującym ogólny rozwój każdej działalności człowieka, w tym również działalności rolniczej. Przez postęp należy rozumieć ciąg procesów i zmian zmierzających ku stanowi coraz doskonalszemu, lepszemu i wydajniejszemu. Postęp w rolnictwie kojarzy się z osiągnięciem wyższego poziomu produkcyjnego, jakościowego, ilościowego, jak również uczynienia pracy ludzkiej lżejszą i wydajniejszą<sup>240</sup>. Jest on ważnym elementem zmian, prowadzącym do wzrostu efektywności gospodarowania i poprawy jakości produktów. Spośród wielu zdefiniowanych podziałów postępu można wymienić<sup>241</sup>:

- postęp techniczny – proces doskonalenia techniki wytwarzania, polegający na wprowadzaniu do produkcji rolniczej ulepszonych i doskonalonych środków technicznych,
- postęp technologiczny – wprowadzenie nowych technologii produkcji,
- postęp organizacyjny – proces zmian w organizacji gospodarstwa i organizacji pracy prowadzący do bardziej efektywnego wykorzystania podstawowych czynników produkcji i w efekcie poprawy ekonomicznych wyników gospodarowania,
- postęp społeczno-ekonomiczny – zmiany w zakresie stosunków społecznych i ustroju społecznego,
- postęp biologiczny – udoskonalenie organizmów roślinnych i zwierzęcych pod kątem cech oczekiwanych przez gospodarującego i odbiorcę produktów, w tym wprowadzanie nowych odmian i gatunków roślin oraz zwierząt.

### 6.3.2. Pojęcie postępu w rolnictwie

Pojęcie postępu w rolnictwie nie jest jednoznacznie zdefiniowane. W różnych okresach i u różnych autorów pojawiały się odmienne zestawy rodzajów postępu. A. Woś<sup>242</sup> przedstawiał wąskie i szerokie ujęcie postępu technicznego w rolnictwie. W ujęciu wąskim postęp obejmuje innowacje o charakterze mechanicznym, a w ujęciu szerokim ulepszenia zarówno mechaniczne, jak i biologiczne.

Można także przedstawić trzy płaszczyzny postępu technicznego w rolnictwie: techniczną, biologiczną i ekonomiczną<sup>243</sup>. Każda z form postępu może wystąpić niezależnie od zmian w innych sferach, ale dla osiągnięcia oczekiwanych

---

<sup>240</sup> D. Mańkowski, *Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część I. Przegląd ilościowych metod oceny postępu hodowlanego i odmianowego*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, nr 251, Radzików 2009.

<sup>241</sup> H. Runowski, *Postęp biologiczny w rolnictwie*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1997.

<sup>242</sup> A. Woś, *Rachunek ekonomiczny w rolnictwie*, PWRiL, Warszawa 1966.

<sup>243</sup> M. Rojewski, T. Rychlik, S. Stańko, *Czynniki kształtujące poziom produkcji i dochodów w rolnictwie*, PWRiL, Warszawa 1987.

skutków muszą one być zwykle wdrażane we wzajemnym powiązaniu i uwzględniać stan otoczenia wewnętrznego i zewnętrznego ulepszanych procesów<sup>244</sup>. Współcześnie konieczne jest uwzględnianie także płaszczyzny ekologicznej. Uważa się nawet, że zmiana techniczna niespełniająca kryteriów ekologicznych nie może być uznawana za postęp<sup>245</sup>.

W. Herer<sup>246</sup> oraz E. Heady<sup>247</sup> przedstawili postęp w rolnictwie jako składową dwóch elementów: postępu biologicznego (dotyczącego procesów naturalnych) oraz mechanicznego (związanego z wyższym uzbrojeniem pracy). Nie budzi wątpliwości, że wyodrębnienie postępu biologicznego jako elementu postępu technicznego w rolnictwie jest zasadne, gdyż żywe organizmy roślin i zwierząt biorą bezpośredni udział w produkcji rolniczej.

Dla lepszego zrozumienia procesów wprowadzania postępu w rolnictwie można zaproponować jego podział na rodzaje w zależności od nośników postępu:

1. Postęp biologiczny – związany z wprowadzaniem do produkcji wszelkiego rodzaju organizmów żywych w charakterze środków produkcji (roślin i zwierząt).
2. Postęp mechanizacyjny – związany z wprowadzaniem maszyn i urządzeń technicznych o nowych lub ulepszonych funkcjach.
3. Postęp chemizacyjny – związany z wprowadzaniem nowości będących wynikiem naturalnych lub sterowanych przez człowieka procesów chemicznych w charakterze środków produkcji; dotyczy głównie nawozów i środków ochrony roślin, a także farmaceutyków, dodatków paszowych itd.
4. Postęp technologiczny – związany z innowacjami o charakterze ulepszeń dotyczących procesu produkcji; może dotyczyć terminów stosowania nakładów, wielkości dawek, proporcji, wzajemnego dopasowania poszczególnych nakładów.
5. Postęp organizacyjny – związany ze zmianami w organizacji przedsiębiorstwa oraz organizacji pracy, np. przydziału zadań.

Trzy pierwsze z wymienionych kategorii postępu mają charakter ucieleśniony. Wdrożenie każdego z nich wymaga zakupu lub wytworzenia odpowiednich środków. Postęp technologiczny i organizacyjny, chociaż mogą wymagać zmian w aparacie wytwórczym przedsiębiorstwa, oparte są na wiedzy i doświadczeniu, mają więc charakter nieucieleśniony.

---

<sup>244</sup> H. Runowski, *Postęp biologiczny...*, op. cit.

<sup>245</sup> S. Marciniak, *Innowacje i rozwój gospodarczy*, Ośrodek Nauk Społecznych PW, Warszawa 1997.

<sup>246</sup> W. Herer, *Procesy wzrostu w rolnictwie*, PWE, Warszawa 1970.

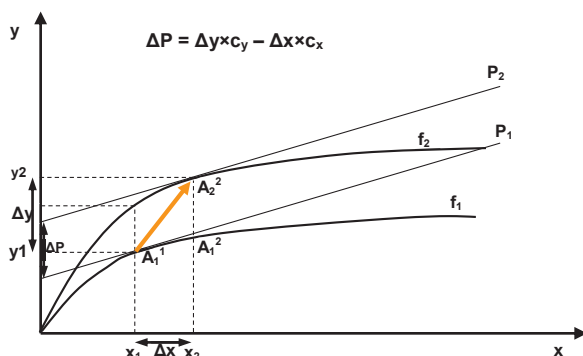
<sup>247</sup> E. Heady, *Ekonomika produkcji rolniczej*, PWRiL, Warszawa 1967.

Wprowadzanie postępu technicznego nie zawsze wiąże się ze wzrostem produkcji. W uzasadnionych ekonomicznie przypadkach może występować stały poziom produkcji, a nawet jej spadek. Zawsze jednak musi być to wprowadzenie techniki efektywnej, a więc prowadzącej do obniżki jednostkowych kosztów wytwarzania.

### Postęp a poziom produkcji w ujęciu teoretycznym

Na wykresie 6.3 przedstawiono efekty wprowadzania postępu w odniesieniu do wielkości produkcji. Funkcja produkcji  $f_1$  reprezentuje starą, a  $f_2$  nową technikę. Przy danym poziomie nakładów, przy zastosowaniu nowej techniki można uzyskać wyższy poziom produkcji.

Wykres 6.3. Wpływ wprowadzania postępu na poziom produkcji przy stałych i zmienionych relacjach cenowych



Źródło: opracowanie własne na podstawie L. Wicki, *Efekty upowszechniania postępu biologicznego w produkcji roślinnej*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2010.

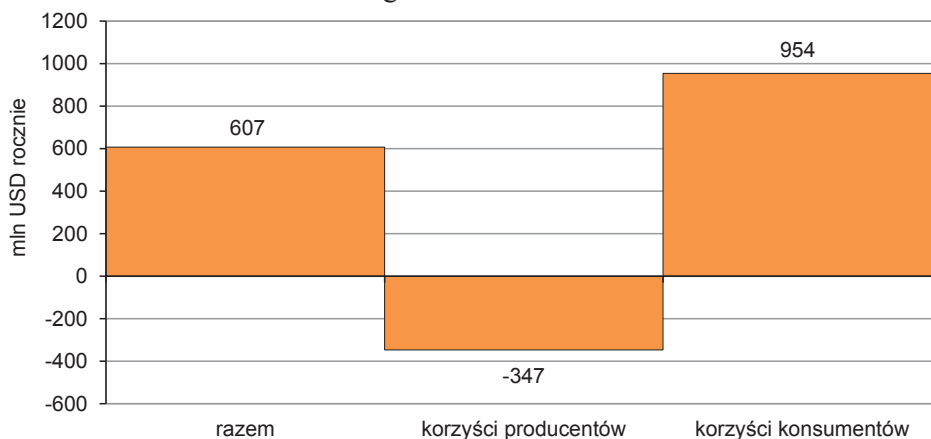
Poza wzrostem produkcji, przy danych nakładach, wprowadzanie nowej techniki może powodować także inne skutki. Przy stałych relacjach cenowych między nakładami zmienia się optymalny poziom nakładów. Przesunięcie linii reprezentującej relacje cenowe między nakładami z poziomu  $P_1$  do  $P_2$ , reprezentujące oszczędność zasobów, powoduje, że optymalny poziom nakładów zmienia się z  $x_1$  do  $x_2$ . Punkt optymalnej produkcji przesuwają się z  $A_1^1$  do  $A_1^2$  w wyniku wprowadzenia nowej techniki, ale ze względów ekonomicznych najbardziej opłacalny jest poziom nakładów reprezentowany przez  $A_2^2$ . Dzięki wprowadzeniu postępu następuje nie tylko wzrost wydajności czynników wytwórczych, ale także zmienia się optymalny poziom i struktura nakładów (równowaga między kosztem granicznym i produktem granicznym znajdująca się w punkcie styku prostych  $P_1$  i  $P_2$  z funkcjami  $f_1$  i  $f_2$  zostaje przesunięta z punktu  $A_1^1$  do punktu  $A_2^2$ ). Wzrost produkcji jest wypadkową tych zmian.

W wyniku wprowadzenia postępu produkcja wzrasta o  $\Delta y$ , a dodatkowy dochód dzięki wprowadzeniu postępu technicznego wynosi  $\Delta P$ .

### **Postęp a dochody rolników**

Nie zawsze wprowadzenie postępu prowadzi do zwiększenia dochodowości w rolnictwie. Po powszechnym wprowadzeniu danego rodzaju innowacji wszystkie przedsiębiorstwa mogą mieć niższą dochodowość niż przed jej wprowadzeniem. Wynika to z nieelastycznego popytu na wytwarzane produkty rolnictwa. Zwiększona produkcja często musi być sprzedawana po niższych cenach. Wprowadzenie postępu może być więc napędzane nie tyle chęcią zwiększenia dochodu, co chęcią uniknięcia jego redukcji. Ze względu na nieelastyczność popytu na produkty pochodzenia rolniczego wzrost produkcji prowadzi do spadku cen i większość korzyści przypada konsumentom. W wyniku tego procesu rolnicy są w pewnych przypadkach jedynie ogniwem pośredniczącym w przenoszeniu korzyści wynikających z postępu technicznego na konsumentów<sup>248</sup>. Tak więc postęp techniczny przyczynia się do zwiększania produkcji i obniżania jednostkowych kosztów wytwarzania, lecz nie zawsze pozwala to na zwiększanie dochodów w rolnictwie.

Wykres 6.4. Szacowana wielkość i podział rocznych korzyści wynikających z wprowadzania postępu biologicznego na świecie dla najważniejszych gatunków roślin



Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Day-Rubenstein, P. Heisey, *Crop Genetic Resources*, [w:] K. Wiebe i N. Gollehon (red.), *Agricultural Resources and Environmental Indicators*, 2006 Edition, *Economic Information Bulletin 16*, USDA, Washington, D.C., July 2006, s. 52.

<sup>248</sup> W. Heijman i in., *Ekonomika rolnictwa. Zarys teorii*, Wydawnictwo Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1997.

Wyniki przedstawione przez K. Day-Rubenstein i P. Heiseya<sup>249</sup> dotyczące podziału korzyści z wprowadzania postępu biologicznego w zakresie najważniejszych gatunków roślin przedstawiono na wykresie 6.4.

Tabela 6.6. Klasyfikacja innowacji według E. Heady'ego i ich wpływ na poziom dochodów gospodarstw

Kierunek oddziaływania	Zwiększenie produkcji	Stała produkcja
Zwiększenie kosztów	biologiczne (nowe odmiany, nowe rasy, lepsze systemy żywienia, lepsze nawożenie i ochrona) – mogą być stosowane przy elastycznym popycie (w zakresie opłacalności)	nie dotyczy
Zmniejszenie kosztów	mieszane (nowa technika i substancje przyczyniające się do wzrostu plonów przez pozytywne oddziaływanie na glebę, rośliny, terminowość) – mogą być stosowane przy elastycznym popycie i w pewnym zakresie przy nieelastycznym popycie	niebiologiczne (substytucja pracy żywej kapitałem) – mogą być zawsze stosowane

Źródło: opracowanie na podstawie L. Wicki, *Efekty upowszechniania...*, op. cit.

W tabeli 6.6 przedstawiono klasyfikację postępu ze względu na jego wpływ na koszty i dochody gospodarstw. Wprowadzanie zmian może prowadzić do wzrostu produkcji przy stałych lub malejących kosztach wytwarzania. Zawsze pozytywny wpływ na poziom dochodów wywierać będzie wprowadzanie innowacji oddziałujących nie na wielkość produkcji, a tylko na wysokość kosztów (zmiany dotyczące tylko mechanizacji, ale też postęp mechanizacyjny prowadzący do wyższych wydajności roślin i zwierząt).

### ***Dynamika wprowadzania postępu i jej bariery***

Nowości techniczne zwykle są drogie, co powoduje, że poszczególni producenci mogą stosować różne techniki i uzyskiwać podobny poziom kosztów. Jeżeli nośniki postępu tanieją ze względu na wzrost podaży, to producenci stosujący starszą niekonkurencyjną technikę są zmuszeni do zmiany, gdyż ich koszty wytwarzania są wyższe niż przeciętne w branży i nieadekwatne do nowego poziomu cen. Taka sytuacja może występować np. wtedy, gdy większość stosuje już genetycznie modyfikowane odmiany kukurydzy, co umożliwi im obniżenie kosztów produkcji i jednocześnie osiągnięcie wyższych plonów. Nawet w sytuacji niższych cen są w stanie zarabiać na produkcji, co przy tej samej cenie i starej

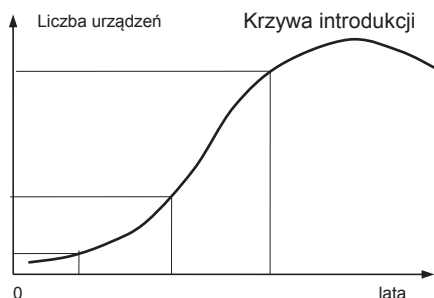
<sup>249</sup> K. Day-Rubenstein, P. Heisey, *Crop Genetic Resources*, [w:] K. Wiebe i N. Gollehon (red.), *Agricultural Resources and Environmental Indicators, 2006 Edition*, Economic Information Bulletin 16, USDA, Washington, D.C., July 2006, s. 50-58.



technice nie byłyby możliwe. W rolnictwie dynamika wprowadzania opłacalnych innowacji jest wysoka, gdyż charakteryzuje się ona dużą konkurencyjnością. Dobrym przykładem jest szybka modernizacja produkcji mleka w Polsce, w tym prawie całkowite wyparcie ras bydła o niższej wydajności mlecznej.

Dynamika upowszechniania się określonego rodzaju innowacji ma zwykle charakterystyczny przebieg obrazowany krzywą introdukcji (wykres 6.5). Powolne w początkowym okresie tempo wprowadzania nowości wynika z braku akceptacji przez większość potencjalnych odbiorców, co wynika z dużego ryzyka wiążącego się z ich zastosowaniem, niedostateczną wiedzą na ich temat, a także częstym brakiem możliwości sprawdzenia nowości w praktyce.

Wykres 6.5. Klasyczny przebieg krzywej introdukcji nowych technik wytwarzania



Źródło: opracowanie własne.

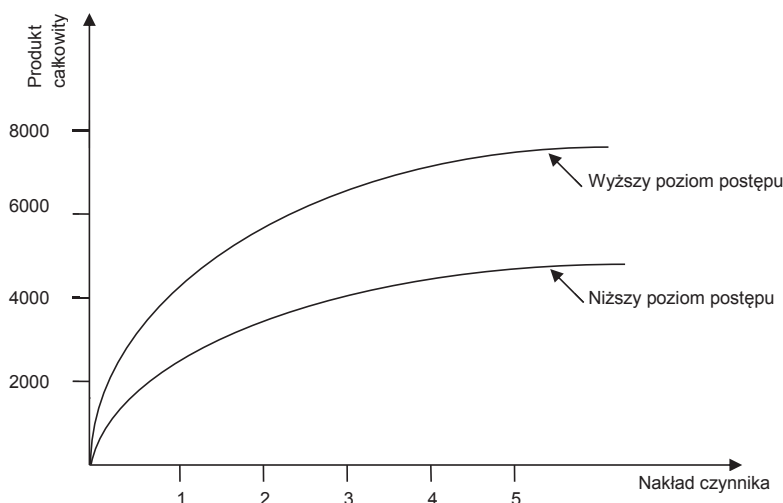
Dyfuzja innowacji (postępu) czasem przebiega wolno lub obserwuje się jej niskie upowszechnienie. Wynika to z istnienia barier o charakterze społecznym i ekonomicznym. Do pierwszej grupy należy zaliczyć takie czynniki, jak: brak wiedzy, nieukierunkowane wykształcenie, zmiana uciążliwości pracy, skrócenie czasu pracy, wzrost prestiżu, bezrobocie. Do barier o charakterze ekonomicznym należy zaliczyć przede wszystkim: brak środków na wprowadzanie innowacji (bariera finansowa), wynikający ze zbyt niskich dochodów producentów, brak pozytywnego oddziaływania danego rodzaju postępu na wyniki ekonomiczne gospodarowania (i na dochód), niski popyt i ceny produkcji. Inne czynniki to: zbyt mała skala produkcji, brak kredytów, wzrost ryzyka, niepodzielność nośnika postępu (np. maszyny), a także niski poziom wsparcia budżetowego<sup>250</sup>.

<sup>250</sup> Zestawienie ograniczeń opracowano na podstawie: A. Czyżewski, A. Poczta, Ł. Wawrzyniak, *Interesy europejskiego rolnictwa w świetle globalnych uwarunkowań polityki gospodarczej*, „*Ekonomista*” 2006, nr 3, s. 347-369; Z. Kierul, E. Majewski, *Postęp techniczny w gospodar-*

### **Kompleksowość postępu w rolnictwie**

Dzięki szeroko rozumianemu postępowi technicznemu z tej samej ilości nakładów materialnych uzyskuje się wyższy poziom produkcji (wykres 6.6).

Wykres 6.6. Kształtowanie się funkcji produkcji przy różnym poziomie zaawansowania postępu technicznego



Źródło: opracowanie własne na podstawie: P. Samuelson, W. Nordhaus, *Ekonomia*, PWN, Warszawa 2008.

W ostatnim czasie szczególną rolę przypisuje się postępowi biologicznemu, który najogólniej ujmując, oznacza doskonalenie cech użytkowych roślin i zwierząt gospodarskich pod kątem jak najlepszego zaspokojenia oczekiwań producentów rolnych i konsumentów<sup>251</sup>. Postęp biologiczny jest swoistym substytutem nakładów rzeczowych i prowadzi do zmniejszenia kosztów produkcji rolniczej. Równocześnie, z uwagi na zmniejszenie nakładochłonności produkcji, sprzyja on ograniczeniu niekorzystnego oddziaływania produkcji rolniczej na środowisko naturalne. Z tego względu postęp biologiczny zaliczany jest ostatnio do najważ-

---

stwie rolniczym, PWRiL, Warszawa 1991; B. Klepacki, *Technologia produkcji a gospodarstwo rolnicze (ujęcie teoretyczne)*, [w:] F. Maniecki (red.), *Postęp techniczny a organizacja gospodarstw rolniczych*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1997, s. 34-50; F. Tomczak, *Gospodarka rodzinna w rolnictwie: uwarunkowania i mechanizmy rozwoju*, IRWiR PAN, Warszawa 2005; A. Wicka (red.), *Uwarunkowania ograniczania ryzyka w produkcji roślinnej z wykorzystaniem ubezpieczeń*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2013; J. Wilkin, *Współczesna kwestia agrarna*, PWN, Warszawa 1986; A. Woś, *Prognoza przekształceń strukturalnych polskiego rolnictwa do 2020 roku*, IERiGŻ, Warszawa 1996.

<sup>251</sup> H. Runowski, *Postęp biologiczny...*, op. cit.

niejszych czynników rozwoju produkcji rolniczej. O ile bowiem jeszcze w latach 1950-1970 postęp biologiczny decydował o wzroście produktywności roślin w 18%, to w latach 1971-1990 już w 52%<sup>252</sup>. Oznacza to, że przedsiębiorstwa rolne powinny być zainteresowane wdrażaniem postępu biologicznego zarówno w produkcji roślinnej, jak i zwierzęcej. Warto jednak zaznaczyć, że szczególnie dobre efekty zapewnia łączne wdrażanie osiągnięć postępu biologicznego, technicznego i technologicznego oraz organizacyjnego. Trudno bowiem w pełni wykorzystać osiągnięcia postępu biologicznego w warunkach stosowania przestarzałej techniki czy technologii. Wysianie nawet najlepszych nasion za pomocą mało precyzyjnego siewnika na źle przygotowaną glebę nie zapewni wysokich plonów roślin. Podobnie żywienie krów o dużym potencjale genetycznym niezbilansowaną paszą nie zaowocuje ich wysoką wydajnością. Odnosząc się do znaczenia postępu biologicznego, nie można zapominać o potrzebie całościowego patrzenia na żywe organizmy, jakimi są rośliny czy zwierzęta. Jednostronne kształtowanie postępu, np. dążenie wyłącznie do maksymalizacji wydajności, z czasem ujawnia szereg niekorzystnych zjawisk, do których można zaliczyć pogorszenie zdrowotności organizmów i częstsze zachorowania oraz związaną z tym potrzebę stosowania dużych ilości środków weterynaryjnych czy chemicznych środków ochrony, co prowadzi do pogorszenia jakości produktów, powodując określony sprzeciw ze strony konsumentów. Kwestie te mogą być łagodzone przez kompleksowe podejście do kształtowania postępu biologicznego. Postęp biologiczny od zarania dziejów stanowił czynnik wzrostu produkcji rolnej, choć jego znaczenie było początkowo niewielkie w stosunku do innych form postępu, takich jak postęp mechanizacyjny, chemizacyjny czy technologiczny. Z czasem rola postępu biologicznego w rolnictwie wydatnie się zwiększyła.

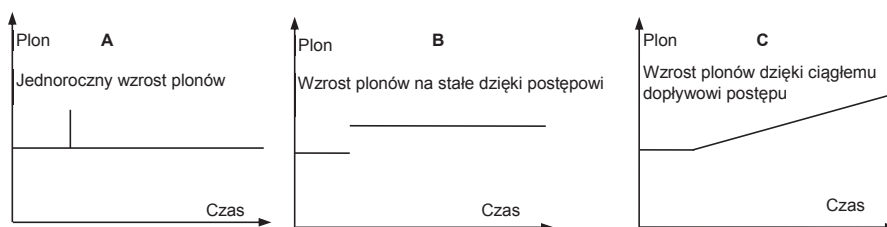
### 6.3.3. Postęp biologiczny i główne efekty jego wprowadzania

Obecnie uważa się, że mimo wciąż bardzo dużego znaczenia innych kategorii postępu (mechanizacyjny, chemizacyjny, organizacyjny), znaczenie postępu biologicznego jest większe niż innych, gdyż efekt z jego zastosowania oddziałuje w okresie dłuższym niż jeden sezon (wykres 6.7). Nakłady nawozów, środków ochrony roślin, a nawet bardziej staranna pielęgnacja pozwalają jedynie na jednorazowy wzrost plonów (A). Ulepszenia odmian pozwalają na skokowy, trwały wzrost poziomu plonowania (B). Ciągły dopływ ulepszeń prowadzi do stałego, obserwowanego także w długim okresie, wzrostu produktywności (C)<sup>253</sup>.

<sup>252</sup> E. Nalborczyk, *Postęp biologiczny a rozwój rolnictwa w końcu XX i początkach XXI stulecia*, Agricola 33 – suplement, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1997.

<sup>253</sup> K. Day-Rubenstein i in., *Crop Genetic resources. An Economic Appraisal*, Economic Information Bulletin 2, USDA, Washington, D.C. 2005.

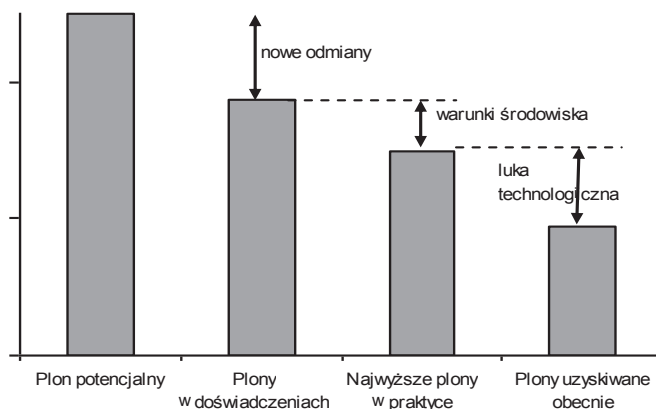
Wykres 6.7. Różne efekty wprowadzenia postępu do produkcji rolniczej



Źródło: opracowano na podstawie K. Day-Rubenstein i in., *Crop Genetic resources. An Economic Appraisal, Economic Information Bulletin 2, USDA, Washington, D.C. 2005.*

Przedstawiona powyżej zależność jest jednocześnie przyczyną niskiego popytu na nośniki postępu biologicznego, tj. kwalifikowane nasiona. Wynika to z możliwości samodzielnego uzyskiwania rozmnożenia materiału siewnego i korzystania z efektów postępu bez nabywania jego nośników. Współcześnie możliwość taka jest coraz bardziej ograniczana ze względu na oferowanie przez hodowców odmian hybrydowych i genetycznie modyfikowanych, których nie można rozmnażać we własnych gospodarstwach.

Wykres 6.8. Elementy luki plonowania w produkcji roślinnej



Źródło: opracowanie na podstawie D. Tran, N. Nguyen, *Declining Productivity Gains and the Field Gap in Rice*, [w:] M. Hall (red.), *Farming Systems and Poverty, Improving farmers' livelihoods in a changing World*, FAO and World Bank, Rome and Washington, D.C. 2001.

Należy jednak pamiętać, że wysoka produktywność procesów uzyskiwana może być jedynie w przypadku, gdy żaden z czynników nie limituje wydajności procesów produkcji. Badania wykonane dla polskiego rolnictwa wskazują, że potencjał produkcyjny odmian jest wykorzystany zaledwie w 50% zarówno

ze względu na niskie zużycie nasion kwalifikowanych oraz nieodpowiednią technologię<sup>254</sup>, jak i wysoki udział słabych gleb<sup>255</sup>. Luka wykorzystania potencjału odmian może być określona jako część różnicy między potencjalnym plonem, za który można uznać plon uzyskiwany w doświadczeniach, a plonem przeciętnie osiąganym w rolnictwie. Czynnikiem wpływającymi na pojawianie się różnicy plonów są więc: luka technologiczna, warunki środowiska naturalnego i poziom upowszechniania postępu biologicznego (wykres 6.8).

### ***Postęp biologiczny jako źródło wzrostu produktywności rolnictwa***

W literaturze można spotkać wiele definicji i nazw postępu biologicznego. Używa się niekiedy zamiennie takich pojęć, jak: postęp biologiczny, postęp hodowlany, postęp odmianowy czy postęp genetyczny<sup>256</sup>. Według J. Krzymuskiego<sup>257</sup> postęp biologiczny w rolnictwie oznacza wzrost wartości użytkowej roślin uprawnych i zwierząt gospodarskich tworzony przez hodowlę roślin i zwierząt oraz wykorzystanie efektów tej hodowli w produkcji. Oznacza to wieloetapowy proces tworzenia i przekazywania do produkcji nowych odmian roślin oraz ras i typów użytkowych zwierząt. Zdaniem D. Stankiewicza<sup>258</sup> postęp biologiczny wiąże się z doskonaleniem cech genetycznych organizmów żywych w kierunku podniesienia wydajności i jakości produkcji rolniczej. W odniesieniu do hodowli roślin przejawem postępu biologicznego są nowe metody prac hodowlanych, w tym różne sposoby modyfikowania genotypu roślin, jak również nowe odmiany i gatunki roślin. Takie ujęcie postępu biologicznego kojarzyć należy z postępowaniem hodowlanym, czyli sumą różnych cech wartości gospodarczej i użytkowej wnoszonej przez odmiany do zarejestrowanych zestawów odmian poszczególnych roślin uprawnych. Według D. Mańkowskiego<sup>259</sup> przez postęp biologiczny należy rozumieć całokształt zmian samoczynnych (naturalnych), bądź wynikających z celowej działalności człowieka (antropogeniczny), w organizmach roślinnych i zwierzęcych wpływających na cechy indywidualne tych orga-

---

<sup>254</sup> L. Wicki, H. Dudek, *Wpływ podstawowych nakładów plonotwórczych na poziom i wartość produkcji w gospodarstwach rolniczych*, „Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G” 2005, t. 92, nr 1, s. 30-41.

<sup>255</sup> S. Krasowicz, *Możliwości zwiększenia produkcji zbóż w Polsce*, [w:] *Czy Polsce grozi kryzys zbożowy*, Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa 2007, s. 69-70.

<sup>256</sup> J. Krzymuski, *Postęp biologiczny w rolnictwie*, [w:] A. Woś (red.), *Encyklopedia Agrobiznesu*, Fundacja Innowacja, Warszawa 1998; H. Runowski, *Postęp biologiczny...*, op. cit.; D. Mańkowski, *Postęp biologiczny w hodowli...*, op. cit.

<sup>257</sup> J. Krzymuski, *Postęp biologiczny w rolnictwie*, op. cit.

<sup>258</sup> D. Stankiewicz, *Rola postępu biologicznego w rolniczej produkcji roślinnej*, Informacja nr 672, Sejm RP, Warszawa 1999.

<sup>259</sup> D. Mańkowski, *Postęp biologiczny w hodowli...*, op. cit.

nizmów. W sensie rolniczym jest to całokształt zmian wpływających na wartość technologiczno-użytkową roślin i zwierząt gospodarskich. Postęp biologiczny w rolnictwie ma na celu podniesienie wydajności i/lub poprawienie jakości produkcji rolniczej. Według M. Świtońskiego i S. Malepszego<sup>260</sup> postęp biologiczny w rolnictwie jest definiowany jako tworzenie nowych genotypów roślin i zwierząt warunkujących powstanie cech lepiej odpowiadających współczesnej praktyce rolniczej. Cechy te związane są z produktywnością oraz zdrowotnością roślin i zwierząt, przydatnością wytwarzanych surowców do przetwórstwa, a także oczekiwaniami konsumentów. Postęp ten coraz bardziej zależy od aplikacji osiągnięć genomiki i inżynierii genetycznej. Hodowle roślin i zwierząt korzystają z szerokiej palety technik badawczych genetyki molekularnej, głównie w dwóch obszarach. Pierwszym jest podejmowanie decyzji sekwencyjnych opartych na analizie sekwencji nukleotydów DNA, a drugim poszerzanie zmienności genetycznej w populacjach hodowlanych na drodze modyfikacji genetycznych, polegających przede wszystkim na tworzeniu organizmów (głównie roślin) z obcymi gatunkowo genami. Stwarza to nie tylko atrakcyjne perspektywy uzyskiwania postępu biologicznego, ale również nowe możliwości w zakresie wykorzystania roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych. Ostatnie trzydziestolecie przyniosło spektakularne dokonania w obu tych obszarach. Pierwsze zmodyfikowane genetycznie rośliny uprawne oraz transgeniczne zwierzęta domowe uzyskano w pierwszej połowie lat 80. XX wieku<sup>261</sup>. Rozwój metod hodowli w ujęciu historycznym przedstawiono na rysunku 6.1 oraz w tabeli 6.7.

O ile tradycyjne metody hodowli oparte początkowo na selekcji, a następnie krzyżowaniu roślin nie wywoływały sprzeciwu społecznego, o tyle najnowsze metody hodowlane w ramach biotechnologii, w tym szczególnie oparte na metodach inżynierii genetycznej i genomice, są przedmiotem zagorzałych dyskusji na temat ich wpływu na zdrowie ludności. Podstawowym działaniem hodowlanym jest selekcja, czyli wybór osobników rodzicielskich następnego pokolenia, a podjęcie decyzji selekcyjnej jest poprzedzone oceną wartości genotypowej organizmów, spośród których ma nastąpić wybór. Ocena taka, do niedawna prowadzona w oparciu o fenotyp, coraz częściej opiera się na analizie wytypowanych genów lub jest wręcz globalną oceną całego genomu (tzw. selekcja genomowa). Wprowadzenie do selekcji analiz molekularnych markerów genetycznych umożliwiło opracowanie metodologii selekcji opartej na markerach genetycznych<sup>262</sup>. Intensywne badania z zakresu genomiki, a konkretnie budowa-

---

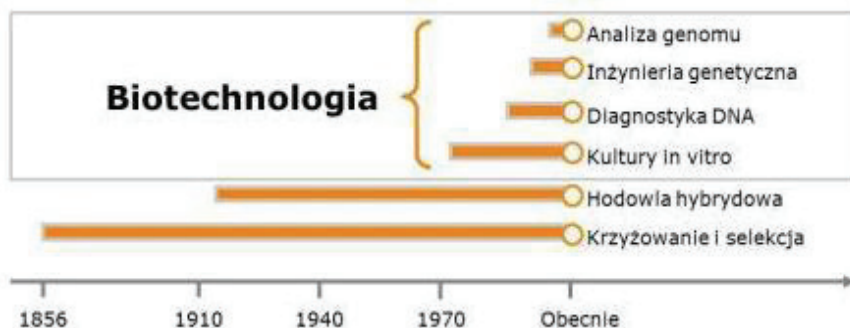
<sup>260</sup> M. Świtoński, S. Malepszy, *Postęp biologiczny w rolnictwie w erze genomiki i modyfikacji genetycznych*, „Nauka” 2012, nr 1, s. 25-35.

<sup>261</sup> Ibid.

<sup>262</sup> Ibid.

nie markerowych map genomu podjęto na początku lat 90. XX wieku. Przełomem w genomice było zakończenie pierwszego etapu sekwencjonowania genomu człowieka i ogłoszenie w lutym 2001 roku dwóch publikacji zamieszczonych w „Nature” i „Science” opisujących jego organizację. Osiągnięcie to otworzyło szerokie możliwości poznania sekwencji genomowych roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych.

Rysunek 6.1. Metody i technologie stosowane w hodowli roślin



Źródło: <https://www.kws.pl/aw/Burak-cukrowy/Hodowla/Metody-hodowli/~erbh/>.

Tabela 6.7. Ewolucja metod hodowli roślin

Rok	Metody hodowli roślin
od 10 000 lat p.n.e.	Dobór na zasadzie selekcji roślin
1866	Dobór według zasad Mendla
1900	Wprowadzenie krzyżowania roślin
1920	Hodowla hybrydowa
1930	Hodowla mutacyjna
1960	Hodowla tkankowa
1996	Sekwencjonowanie genomu
2000	Wykorzystanie markerów w hodowli (genomika)

Źródło: Herausforderungen für die Landwirtschaft..., op. cit.

Skala wykorzystania modyfikowanych genetycznie roślin systematycznie się zwiększa, poczynając od 1966 roku. Wśród różnych modyfikacji genetycznych najczęściej wykorzystywana w praktyce jest tolerancja roślin na działanie herbicydu zwalczającego jedno- i dwuliścienne chwasty oraz nabycie przez rośliny właściwości uniemożliwiających żerowanie na nich larw szkodników. Omówione zmiany genetyczne organizmów zalicza się do tzw. pierwszej generacji modyfikacji genetycznej. Ostatnio coraz więcej miejsca poświęca się modyfikacjom genetycznym w ramach tzw. drugiej generacji. Prace te polegają na

uzyskiwaniu roślin modyfikowanych genetycznie, które cechują się np. zwiększoną zawartością witamin czy kwasów omega 3, pozwalających obniżyć poziom cholesterolu. Obecnie zatem występują rośliny genetycznie modyfikowane różniące się między sobą zakresem modyfikacji genowej. Jedne są wynikiem przenoszenia genów z rośliny tego samego gatunku, ale innej odmiany, inne z kolei polegają na przenoszeniu genów z innego gatunku lub rodzaju rośliny. Z uwagi na coraz dalej idący zakres manipulacji genowych pojawiają się różne obszary sporu na temat jakości i bezpieczeństwa spożywania produktów żywnościowych wyprodukowanych z surowców uzyskanych z roślin modyfikowanych genetycznie. O ile producenci rolni z USA dość powszechnie wprowadzają do uprawy nasiona roślin modyfikowanych genetycznie, o tyle w Europie proces ten przebiega wolniej, a ostatnio możliwość stosowania tego typu nasion została prawnie zakazana.

## 6.4. Postęp biologiczny w produkcji roślinnej

### 6.4.1. Wykorzystanie roślin genetycznie modyfikowanych w produkcji rolniczej

#### *Cechy uzyskiwane w roślinach genetycznie modyfikowanych*

Do najważniejszych czynników sprzyjających upowszechnianiu produkcji roślin genetycznie modyfikowanych należy uproszczenie produkcji i uzyskanie wyższej odporności na pewne czynniki biotyczne i abiotyczne, które negatywnie wpływają na rośliny i prowadzą do obniżki plonów, mimo stosowania odpowiednich nakładów produkcyjnych i przestrzegania reżimu technologicznego. Rolnicy wskazywali ponadto na inne przyczyny, które brali pod uwagę, podejmując decyzje o uprawie roślin GMO. Było to także zmniejszenie ilości zużytych pestycydów oraz uproszczenie technologii produkcji.

Wynika z tego, że korzyści są postrzegane przede wszystkim z perspektywy ekonomicznej. Zarówno wzrost plonów, jak i obniżenie kosztów zabiegów i zużycia środków produkcji prowadzą do uzyskiwania wyższego dochodu z produkcji. Szacuje się, że większość, bo 45-95% korzyści ekonomicznych z produkcji roślin modyfikowanych genetycznie przypada rolnikom, a hodowcy przejmują od 7 do 37% tej wartości (w zależności od gatunku)<sup>263</sup>. Różnica w poziomie uzyskiwanych plonów, w stosunku do odmian tradycyjnych, wynosi nawet 25-35%<sup>264</sup>.

---

<sup>263</sup> E.J. Trigo, *Veinte Años de Cultivos Genéticamente Modificados en la Agricultura Argentina 2016*, <http://argenbio.org/index.php?action=novedades&note=747>.

<sup>264</sup> *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016*, ISAAA Brief 52, Ithaca, NY 2016.

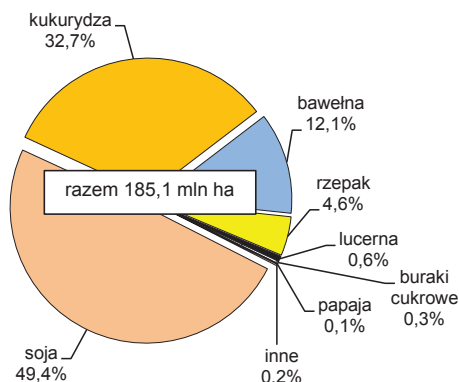


Przeciętnie korzyści dla rolników wynikające z uprawy roślin GMO w 15% wynikają z obniżenia kosztów nakładów, a w 85% z wyższego poziomu plonów<sup>265</sup>. W krajach, w których nie można wykorzystywać do produkcji odmian genetycznie modyfikowanych, w tym w Polsce, nie jest możliwe pełne konkurowanie na równych zasadach z producentami używającymi odmian GMO.

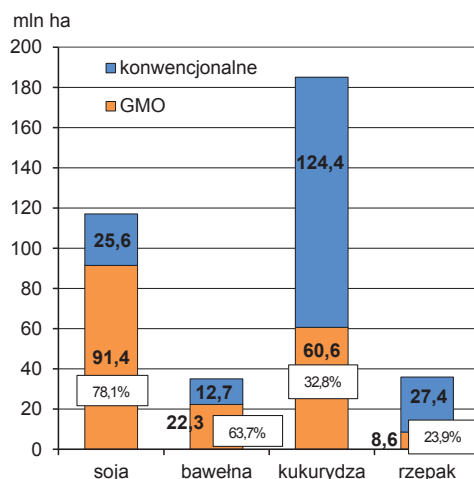
### Struktura według gatunków

Znaczenie roślin genetycznie modyfikowanych nie jest jednakowe dla wszystkich gatunków. Znaczny postęp uzyskano już w hodowli kukurydzy, soi czy bawełny, lecz dla wielu innych gatunków nie ma w tym zakresie komercyjnych osiągnięć. Na wykresie 6.9 przedstawiono udział poszczególnych gatunków w ogólnej powierzchni uprawy roślin modyfikowanych genetycznie na świecie w 2016 roku. Aż 98,8% zajmują cztery gatunki: soja, kukurydza, bawełna oraz rzepak. Oprócz kukurydzy i rzepaku, rośliny te nie są uprawiane w Polsce, a więc presja konkurencyjna wynikająca z produkcji odmian GMO na polskie rolnictwo nie będzie zbyt duża.

Wykres 6.9. Udział najważniejszych gatunków roślin w ogólnej powierzchni uprawy GMO na świecie w 2016 roku



Wykres 6.10. Powierzchnia uprawy najważniejszych gatunków GMO na świecie w 2016 roku (w mln ha) i ich udział w uprawach ogółem (w proc.)



Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016, ISAAA Brief 52, Ithaca, NY 2016.*

<sup>265</sup> G. Brookes, P. Barfoot, *GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2015*, PG Economics Ltd, Dorchester, UK 2017.

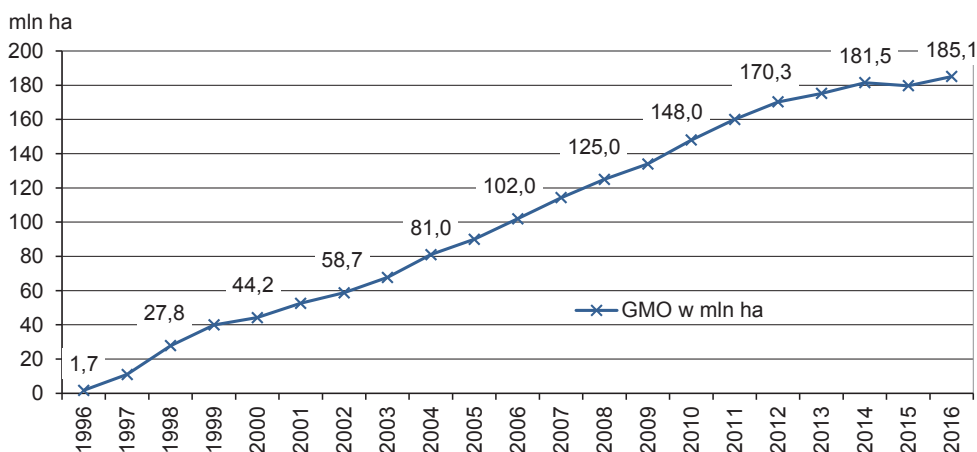
Biorąc pod uwagę przedstawione wcześniej cztery gatunki roślin, najwyższy udział mają rośliny GMO w powierzchni uprawy kolejno soi, bawełny i kukurydzy (wykres 6.10).

W produkcji soi i bawełny dominują rośliny modyfikowane genetycznie, a w produkcji kukurydzy mają one znaczny udział. W dokonanych modyfikacjach genetycznych największe znaczenie w produkcji mają rośliny z tolerancją na herbicydy – 47% powierzchni produkcji i ze złożonymi odpornościami (np. na herbicydy i szkodniki) – 40%. Rośliny z odpornością na owady zajmują 12% powierzchni uprawy GMO.

### **Powierzchnia produkcji**

Zgodnie z dostępnymi danymi powierzchnia uprawy roślin GMO na świecie w 2016 roku wynosiła 185 mln ha. W 1996 roku było to zaledwie 1,7 mln ha (wykres 6.11). W latach 2000-2016 średnioroczny wzrost powierzchni uprawy tych roślin wynosił 9,1%, ale po 2012 roku widoczne jest spowolnienie tego wzrostu, co oznacza, że następuje pewne nasycenie rynku. Producenci zainteresowani wprowadzaniem GMO do uprawy, o ile jest to dopuszczalne, w większości już podjęli taką produkcję. Dalsza ekspansja wymagałaby, aby powstały rośliny genetycznie modyfikowane innych gatunków. Wprowadzanie ulepszeń, np. w obrębie hodowli kukurydzy genetycznie modyfikowanej poprzez dodanie nowej cechy, nie będzie prowadziło do dalszego zwiększania znaczenia produkcji GMO na świecie. Roczna wartość sprzedaży nasion roślin modyfikowanych genetycznie wynosiła w 2016 roku 15,8 mld USD.

Wykres 6.11. Powierzchnia uprawy roślin genetycznie modyfikowanych na świecie

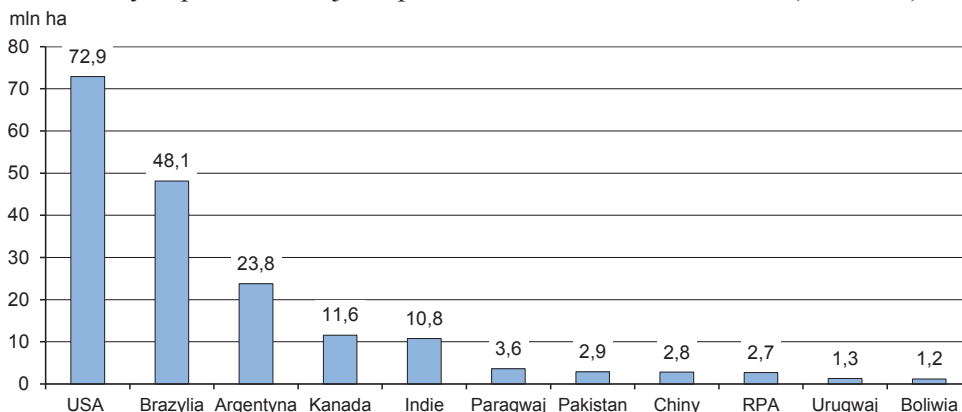


Źródło: *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016, op. cit.*

### **Struktura produkcji GMO według krajów**

Znaczenie roślin modyfikowanych genetycznie w powierzchni uprawy jest różne w poszczególnych krajach, w których prowadzona jest uprawa roślin GMO (wykres 6.12). W krajach Ameryki Południowej oraz w USA uprawiane są duże areale soi GMO. Kukurydza GMO jest uprawiana głównie w USA, podobnie bawełna GMO, której produkcja jest ponadto rozwinięta w niektórych krajach Azji (m.in. Indie i Pakistan).

Wykres 6.12. Powierzchnia uprawy roślin GMO w głównych krajach, w których prowadzona jest uprawa roślin GMO w 2016 roku (w mln ha)



Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016*, op. cit.

### **Dynamika upowszechniania uprawy roślin GMO w USA**

W tabeli 6.8 przedstawiono zmiany powierzchni upraw wybranych roślin genetycznie modyfikowanych w USA. Można zauważyć, że dynamika wzrostu powierzchni przebiegała zgodnie z klasyczną krzywą introdukcji innowacji (patrz wykres 6.5). Rozwój uprawy roślin GMO przebiegał stopniowo. Początkowo, w pierwszej fazie ich upowszechniania, dynamika była stosunkowo niska. Niemniej w okresie 10-15 lat od pojawienia się określonej nowości na rynku zajmowała ona w zasadzie cały rynek.

Pierwsze uprawy roślin modyfikowanych genetycznie miały miejsce w 1996 roku. Od tego czasu następuje dynamiczny rozwój upraw roślin modyfikowanych w zakresie takich roślin, jak kukurydza, soja i bawełna. Dużą dynamiką cechuje się również przyrost uprawy genetycznie modyfikowanego rzepaku i buraków cukrowych. Znacznie wolniej wykorzystuje się modyfikacje genowe w uprawach warzyw.

Tabela 6.8. Rozwój uprawy roślin genetycznie modyfikowanych w USA

Rok	Kukurydza		Soja		Bawełna	
	mln akrów	proc. areału	mln akrów	proc. areału	mln akrów	proc. areału
2000	19,89	25	40,10	54	9,47	61
2001	19,68	26	50,37	68	10,88	69
2002	26,82	34	55,47	75	9,91	71
2003	31,44	40	59,46	81	9,84	73
2004	38,04	47	63,93	85	10,38	76
2005	42,53	52	62,67	87	11,25	79
2006	47,78	61	67,21	89	12,68	83
2007	68,27	73	58,91	91	9,42	87
2008	68,79	80	69,66	92	8,15	86
2009	73,42	85	70,48	91	8,05	88
2010	75,85	86	71,99	93	10,21	93
2011	81,21	88	70,46	94	13,25	90
2012	85,50	88	71,79	93	11,58	94
2013	87,64	90	72,29	93	9,23	90

Źródło: opracowanie na podstawie J. Fernandez-Cornejo i in., *Genetically Engineered Crops in the United States*, „Economic Research Report” 2014, nr 162, USDA, Economic Research Service, Washington, D.C.

### **Rośliny genetycznie modyfikowane – obszary sporu**

Nowoczesne metody osiągnięcia postępu biologicznego związane z biotechnologią, a w szczególności z genomiką, są różnie oceniane zarówno przez producentów, jak i konsumentów. Część producentów rolnych docenia pozytywne efekty wprowadzania organizmów transgenicznych do produkcji rolnej, z kolei producenci hołdujący zasadom ekologii są im przeciwni. Pierwsza grupa producentów dostrzega wiele korzyści osiągniętych z uprawy roślin modyfikowanych genetycznie (tabela 6.9).

Tabela 6.9. Przyczyny wprowadzenia odmian GMO do uprawy w USA (proc. wskazań farmerów)

Przyczyna wprowadzenia uprawy roślin GMO	Rośliny modyfikowane genetycznie			
	soja HT	kukurydza HT	kukurydza Bt	bawełna HT
Wzrost plonów	60	71	77	77
Zmniejszenie zużycia pestycydów	20	7	6	6
Uproszczenie technologii produkcji	15	13	10	12
Inne	5	9	7	5

Uwaga: HT – *herbicide tolerant* (odporność na herbicydy), Bt – *Bacillus thuringiensis* (działanie owadobójcze)

Źródło: opracowanie na podstawie J. Fernandez-Cornejo i in., *Genetically Engineered Crops...*, op. cit.

W przypadku uprawy soi wskazują oni przede wszystkim na możliwości osiągnięcia wzrostu plonów oraz zmniejszenie kosztów zużycia pestycydów<sup>266</sup>. Producenci kukurydzy i bawełny do efektów tych zaliczają głównie wzrost plonowania roślin, a także oszczędności nakładów na uprawę i łatwiejsze zarządzanie procesem produkcyjnym. Rolnicy gospodarujący metodami ekologicznymi akceptują zakaz stosowania roślin modyfikowanych genetycznie.

Tabela 6.10. Wyniki badań dotyczących skłonności konsumentów do zapłaty premii za produkty wolne od GMO oraz produkty pochodzące ze wzbogaconych na drodze modyfikacji genowych roślin

Autor	Kraj	Produkt	Gotowość do zapłaty premii
Huffman, 2010	USA	produkt	Konsumenci płacą od 19 do 26% premii za produkt z wewnętrznym dodatkiem witamin
Lusk, 2003	USA	złoty ryż	Klienci gotowi są zapłacić 0,93 USD za ryż genetycznie modyfikowany z dodatkiem witaminy A
Hartl i Herrmann, 2009	Niemcy	rzepak	W ankiecie internetowej stwierdzono, że konsumenci gotowi byli zapłacić 1,37 euro za pół litra oleju z rzepaku genetycznie modyfikowanego uzupełnionego kwasami omega 3 i 0,80 euro za pół litra oleju genetycznie modyfikowanego zawierającego związki redukujące cholesterol
Bocatelli i Moro, 2001	Włochy	produkt	Konsumenci skłonni są zapłacić dodatkową kwotę za atrybuty produktu zmodyfikowanego genetycznie, z kolei innych 66% konsumentów nie oczekiwało premii za spożywanie żywności modyfikowanej genetycznie
Li i in., 2002	Chiny	ryż	80% konsumentów nie oczekiwało premii cenowej z tytułu zakupu ryżu modyfikowanego genetycznie
Gonzalez i in., 2009	Brazylia	maniok wzbogacony witaminą A	Konsumenci skłonni byli zapłacić 60-70% więcej za maniok wzbogacony w witaminy
Krishna i Qaim, 2008	Indie	warzywa odporne na szkodniki	W badaniach ankietowych konsumenci skłonni byli zapłacić 1,5% premii za warzywa odporne na szkodniki w wyniku modyfikacji genetycznej
Anand i in., 2007	Indie	pszenica	Z badań wynika, że jeśli nie podamy żadnych informacji, to konsumenci zapłacą 7% premii za żywność zmodyfikowaną genetycznie, w przypadku informacji pozytywnych premia wzrasta do 10%, a w przypadku dodatkowych informacji negatywnych oczekiwać będą 39% obniżki ceny produktu
Kimenju i De Groot, 2008	Kenia	mąka kukurydziana	Ankietowani konsumenci w 2003 roku deklarowali gotowość płacenia 13,8% premii za żywność genetycznie modyfikowaną

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Fernandez-Cornejo i in., *Genetically Engineered Crops...*, op. cit.

<sup>266</sup> J. Fernandez-Cornejo i in., *Genetically Engineered Crops in the United States*, „Economic Research Report” 2014, nr 162, USDA, Economic Research Service, Washington, D.C.

Z kolei konsumenci wyrażają różny stosunek do modyfikacji genetycznych roślin uprawnych (tabela 6.10). Część z nich jest gotowa zapłacić dodatkową premię za produkty pochodzące ze wzbożonych na drodze modyfikacji genowych roślin. W szczególności chodzi tu o rośliny modyfikowane, w których dodano np. witaminę A lub kwasy z grupy omega 3. Inni konsumenci są w stanie nabywać produkty pochodzące od roślin transgenicznych pod warunkiem możliwości skorzystania z premii w postaci określonego upustu cenowego.

### **Zakres uprawy roślin genetycznie modyfikowanych na przykładzie wybranych krajów**

Z przeprowadzonych badań wynika, że uprawa roślin genetycznie modyfikowanych zapewnia wzrost plonów oraz pozwala ograniczyć koszty i zużycie pestycydów. Nie uzyskano natomiast jednoznacznych wyników co do wpływu uprawy tych roślin na efekty ekonomiczne. Tylko w jednym badaniu wykazano bowiem wzrost efektu ekonomicznego z tytułu upraw GMO (tabela 6.11).

Tabela 6.11. Ocena wpływu roślin genetycznie modyfikowanych na plony, zużycie pestycydów oraz efekty ekonomiczne

Wyszczególnienie	Źródła danych	Efekty		
		plon	zużycie pestycydów	ekonomiczny
Marra i in., 1998	ankieta	wzrost	spadek	wzrost
Duffy, 2001	ankieta	wzrost	nie analizowano	podobnie
Beute, Sears i Schaafsma, 2002	eksperyment	wzrost	nie analizowano	zależy od stopnia zainfekowania
McBride i El-Osta, 2002	ankieta	nie analizowano	nie analizowano	spadek
Pilcher i in., 2002	ankieta	wzrost	spadek	nie analizowano
Dillehay i in., 2004	eksperyment	wzrost	nie analizowano	nie analizowano
Mitchell i in., 2004	eksperyment	wzrost	nie analizowano	zależy od stopnia zainfekowania
Fornandez-Cornejo i Li, 2005	ankieta	wzrost	spadek	nie analizowano
Mungai i in., 2005	eksperyment	wzrost	nie analizowano	nie analizowano
Fang i in., 2007	eksperyment	wzrost	nie analizowano	nie analizowano

Źródło: opracowano na podstawie J. Fernandez-Cornejo i in., *Genetically Engineered Crops...*, op. cit.

### **Koegzystencja upraw modyfikowanych genetycznie i innych**

Istotnym problemem związanym z uprawą roślin genetycznie modyfikowanych jest ich oddziaływanie na produkcję w ramach innych systemów produkcji (konwencjonalny i ekologiczny). W tabeli 6.12 przedstawiono strukturę powierzchni upraw według systemów produkcji w USA.

Tabela 6.12. Struktura powierzchni uprawy roślin w różnych systemach produkcji w USA średnio w latach 2012-2014 (w proc.)

Rodzaj uprawy	System produkcji		
	rośliny genetycznie modyfikowane	uprawy konwencjonalne	uprawy ekologiczne
Kukurydza	93,0	6,7	0,3
Soja	94,0	5,8	0,2
Bawełna	96,0	3,9	0,1
Rzepak	94,0	6,0	.
Buraki cukrowe	98,0	2,0	–
Kukurydza cukrowa	8,0	90,0	2,0
Kabaczek	12,0	71,0	17,0
Warzywa ogółem	0,6	96,0	3,6
Uprawy owoców ogółem	0,03	95,7	0,27

Źródło: opracowano na podstawie USDA, *Economic Research Service using agricultural yield...*, op. cit.

Z przedstawionych danych wynika, że obok upraw roślin genetycznie modyfikowanych w USA występują również uprawy konwencjonalne i ekologiczne. Współistnienie różnych systemów produkcji pociąga za sobą pewne ryzyko mieszania produktów z modyfikacjami genowymi z tymi, które są tych modyfikacji pozbawione. Jest to szczególnie istotne w przypadku produkcji ekologicznej, gdzie konsumenci oczekują produktu uzyskanego zgodnie z zasadami obowiązującymi w tym systemie, a ten nie dopuszcza manipulacji genowych. Stąd też producenci ekologiczni, jak również producenci konwencjonalni bez GMO narażeni są na konieczność ponoszenia dodatkowych kosztów w celu ochrony swoich produktów przed ich zmieszaniem z produktami zmodyfikowanymi genetycznie. Wymaga to stosowania w uprawie odpowiednich stref buforowych, a w czasie zbiorów i magazynowania produktów zapewnienia ich izolacji od produktów zawierających modyfikację genetyczną. Wymaga to również prowadzenia odpowiedniej dokumentacji.

#### 6.4.2. Efektywność postępu biologicznego w gospodarstwach rolnych

Ocena efektywności postępu biologicznego w gospodarstwach rolnych jest trudna, gdyż postęp ten jest najczęściej upowszechniany równolegle z innymi rodzajami postępu, w tym technologicznym, mechanizacyjnym i organizacyjnym. Pomimo tych zastrzeżeń niektórzy autorzy podejmują próby oceny efektywności poszczególnych rodzajów postępu<sup>267</sup>. W tabeli 6.13 przedstawiono syntetyczne wyniki uzyskane na podstawie badań gospodarstw rodzinnych.

<sup>267</sup> Z. Wójcicki, A. Szeptycki, *Efektywność postępu technicznego w modelowych gospodarstwach rodzinnych*, „Problemy Inżynierii Rolniczej” 2016, z. 4(94), s. 5-18.

Tabela 6.13. Wskaźniki efektywności postępu w modelowych gospodarstwach rodzinnych

Wyszczególnienie	Wskaźnik efektywności różnych rodzajów postępu					
	postęp biologiczny	postęp chemiczny	postęp agrozoo-techniczny	postęp mechaniczny	postęp organizacyjny	razem
Średnio	1,32	2,32	2,38	0,92	1,88	1,54
Średnio nakłady (w proc.)	23,4	13,3	12,9	33,3	17,1	100,0

Źródło: Z. Wójcicki, A. Szeptycki, *Efektywność postępu technicznego w modelowych gospodarstwach rodzinnych*, „Problemy Inżynierii Rolniczej” 2016, z. 4(94), s. 5-18.

Z badań tych wynika, że postęp biologiczny, podobnie jak inne rodzaje postępu wdrażanego w badanych gospodarstwach rolnych, przynosił pozytywne efekty ekonomiczne. Oceniając wpływ poszczególnych rodzajów postępu, należy mieć na uwadze efekty synergii, jakie pojawiają z tytułu współdziałania różnych rodzajów postępu.

#### 6.4.3. Wykorzystanie nośników postępu biologicznego w produkcji roślinnej w polskim rolnictwie

Do produkcji są wprowadzane nowe odmiany roślin uprawnych, które są efektem prac hodowlanych. Potencjał zgromadzony w wyhodowanych odmianach roślin uprawnych nie jest jednak w pełni wykorzystany, gdyż występują wyraźne różnice między wysokością plonów uzyskiwanych w prowadzonych doświadczeniach polowych a plonami uzyskiwanymi średnio w produkcji rolniczej w Polsce.

Poziom plonów roślin uprawnych, obok powierzchni zasiewów, decyduje o wielkości zbiorów, a pośrednio o dochodowości produkcji i gospodarstw. Na poziom plonowania wpływają zarówno czynniki zależne, jak i niezależne od producenta. Jednym z ważniejszych elementów technologii produkcji, na który ma wpływ producent, jest zastosowanie wysokiej jakości materiału siewnego odpowiednio dobranej odmiany rośliny uprawnej.

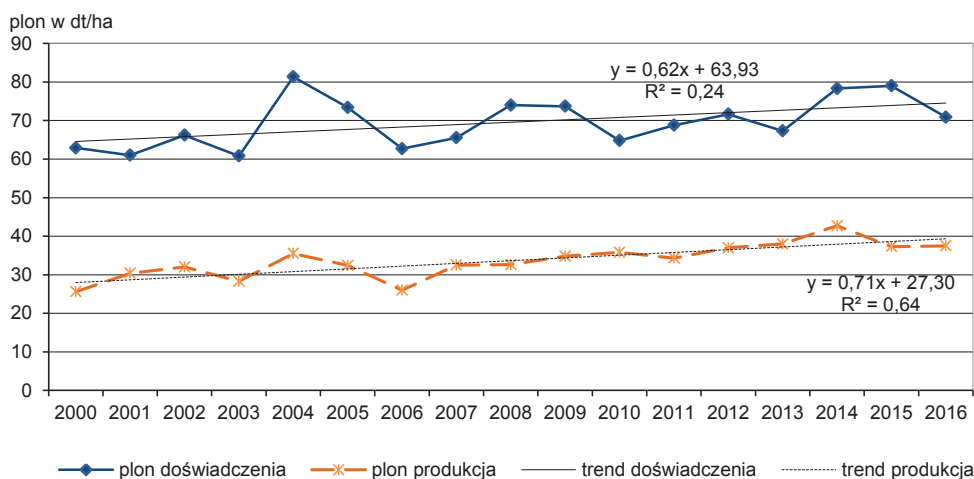
Zmiany poziomu plonowania w doświadczeniach polowych oraz produkcji masowej dla zbóż ogółem w latach 2000-2016 przedstawiono na wykresie 6.13. Przyrost plonów uzyskiwany w doświadczeniach polowych, w tempie 62 kg na rok, w ujęciu średniorocznym wynosił 0,92%. W warunkach produkcyjnych dynamika wzrostu plonów była nieco wyższa i wynosiła 71 kg/ha/rok, czyli wrażliwa w tempie aż 2,1% rocznie. Mimo różnej dynamiki utrzymywała się luka plonowania, która w latach 2014-2016 wynosiła średnio 36,9 dt/ha. Wielkość przedstawionej różnicy nie zmniejszyła się znacząco w stosunku do lat 2000-2002,



kiedy wynosiła ona 34 dt/ha/rok. Można zauważyć, że mimo wyższej dynamiki wzrostu plonów w praktyce gospodarczej luka plonowania się nie zmniejszyła. Dynamika zmian liczona jest bowiem od wartości bazowej.

Przedstawione zależności świadczą o tym, że poziom wykorzystania postępu biologicznego w produkcji zbóż nie jest wysoki, a co więcej nie zmienił się znacząco od 2000 roku. Wskazuje to na przeciętnie słabe wykorzystanie potencjału plonowania odmian zbóż. W poszczególnych gospodarstwach, szczególnie dysponujących dobrymi glebami i stosującymi poprawną technologię produkcji, wykorzystanie potencjału plonowania odmian może być wysokie. W skali kraju trudno jest jednak ustalić, czy dominuje znaczenie luki technologicznej, czy środowiskowej.

Wykres 6.13. Porównanie poziomu plonów zbóż ogółem w doświadczeniach polowych oraz w produkcji rolniczej w Polsce



Źródło: opracowanie własne.

Na wykresie 6.14 przedstawiono zmiany w zakresie plonowania ważniejszych gatunków zbóż w Polsce: pszenicy ozimej, żyta, pszenżyta ozimego i jęczmienia jarego. W pierwszej kolejności pokazano zmiany plonowania pszenicy ozimej w doświadczeniach polowych i w praktyce gospodarczej. Podobnie, jak zaobserwowano to w odniesieniu do zbóż ogółem, luka plonowania nie zmniejsza się, gdyż zarówno plony w doświadczeniach, jak i w produkcji wzrastały. W doświadczeniach było to 84 kg/ha rocznie, a w produkcji 76 kg/ha rocznie. W ujęciu procentowym było to 1,1 i 1,8% średnio rocznie. Luka plonowania w ujęciu ilościowym nie zmieniała się i zarówno w latach 2000-2002, jak i 2014-2016 wynosiła 40,7 dt/ha.

Dalej zaprezentowano relacje plonów dla żyta. W przypadku tego gatunku ilościowa luka plonowania wynosiła około 40 dt/ha i nie zmieniała się w całym analizowanym okresie. Wyraźne jest natomiast to, że następował wzrost plonowania w produkcji rolniczej. W całym okresie wzrost wyniósł 2,0% rocznie, a w doświadczeniach było to 0,2% rocznie. W przypadku żyta, inaczej niż pszenicy ozimej, postęp w plonowaniu w doświadczeniach był niższy niż w produkcji i wynosił tylko 11 kg/ha rocznie. Dla produkcji obserwowano wzrost w wysokości 49 kg/ha rocznie. Mimo takiego postępu w plonowaniu w przypadku żyta obserwuje się najniższe plony wśród innych gatunków zbóż. Wynika to z faktu, że jest ono uprawiane zwykle na najslabszych glebach, a więc wzrost plonowania jest ograniczany czynnikami środowiskowymi, na które rolnicy nie mają wpływu. Nie należy spodziewać się istotnego wzrostu plonowania żyta w Polsce.

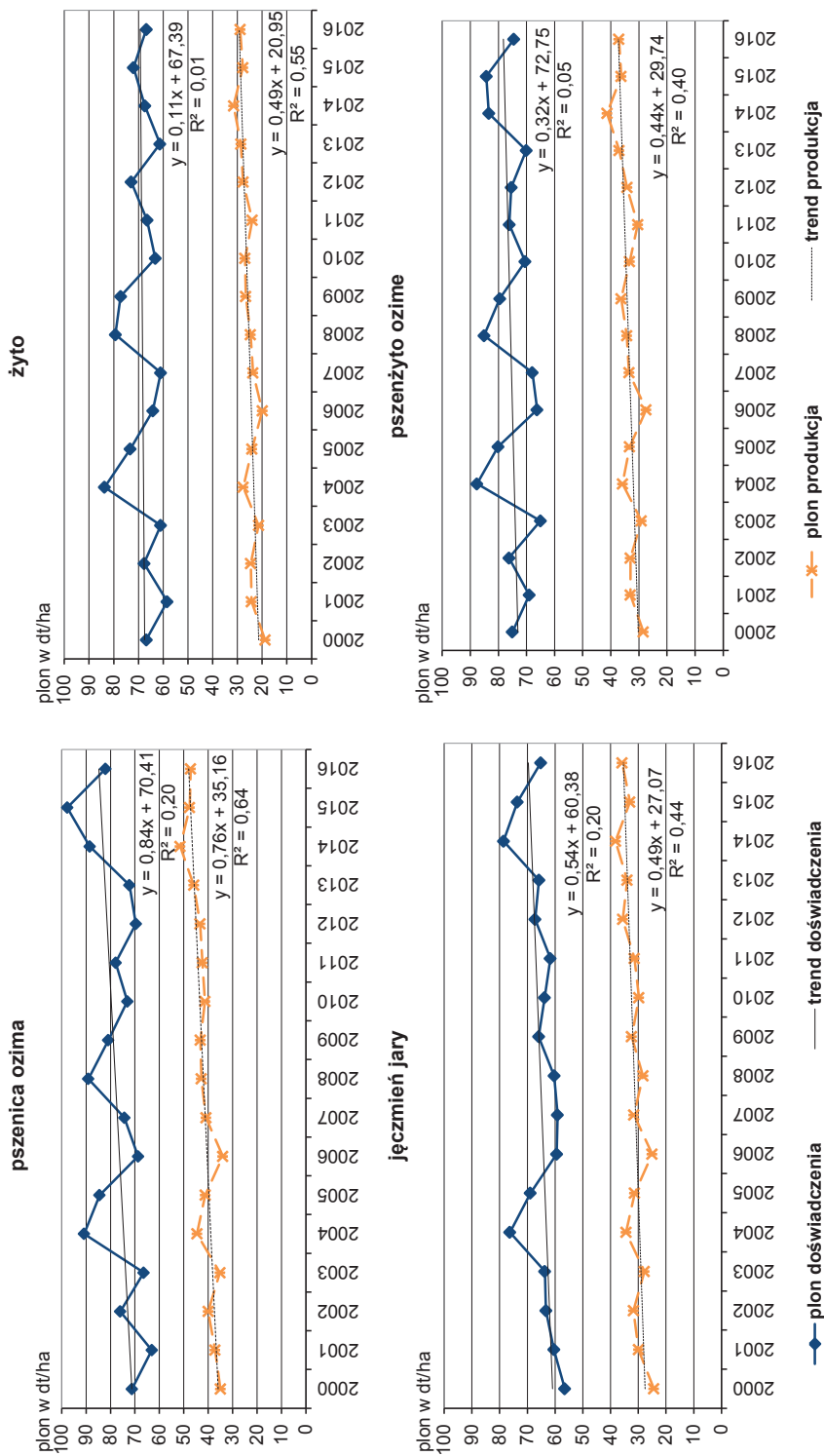
Kolejnym omawianym gatunkiem zbóż jest jęczmień jary. Jest on uprawiany na powierzchni ponad 700 tys. ha. Także w przypadku tego gatunku następował wzrost plonowania zarówno w doświadczeniach, jak i w warunkach produkcyjnych. Dynamika wzrostu plonów w warunkach produkcyjnych była nieco niższa od obserwowanej w doświadczeniach polowych (49 kg/ha rocznie i 54 kg/ha rocznie). Luka plonowania wynosiła na początku okresu 31 dt/ha i zwiększyła się do 36,8 dt/ha w latach 2014-2016. Podobne wyniki uzyskano dla pszenżyta ozimego, które zajmuje około 1,2 mln ha. W tym przypadku luka plonowania wynosiła około 42 dt/ha w całym okresie. Dynamika przyrostu plonów w doświadczeniach była dość niska i wynosiła 0,4% średnio rocznie, a w produkcji było to 1,3% średnio rocznie.

Biorąc pod uwagę poziom wykorzystania potencjału plonowania odmian zbóż w produkcji, należy stwierdzić, że dla żadnego z gatunków nie nastąpiła istotna zmiana. Nie oznacza to jednak, że nie następował postęp w plonowaniu. W latach 2000-2016 nastąpił wzrost plonowania zbóż w Polsce o około 20%, przy czym wyższe wyniki uzyskano dla zbóż ozimych. W badaniach wykazano, że udział postępu biologicznego w kreowaniu wzrostu plonowania odmian w doświadczeniach polowych wynosił od 30 do 60%, w zależności od gatunku i poziomu intensywności produkcji<sup>268</sup>. Przenosząc te wyniki na warunki produkcyjne, oznacza to, że w efekcie upowszechniania postępu biologicznego w produkcji zbóż w latach 2000-2016 nastąpił wzrost plonowania zbóż o 10%. Pozostałą część wzrostu należy przypisać zmianom w technologii produkcji. Wynika z tego, że dzięki wprowadzaniu postępu biologicznego w produkcji zbóż można było uzyskać przyrost zbiorów o około 1,5 mln ton.

---

<sup>268</sup> L. Wicki, *Postęp w plonowaniu odmian pszenicy ozimej i żyta w doświadczeniach odmianowych w Polsce*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2017, t. XIX, z. 4, s. 224-230.

Wykres 6.14. Porównanie poziomu plonów ważniejszych gatunków zbóż w doświadczeniach polowych oraz w produkcji rolniczej w Polsce



Źródło: opracowanie własne.

Wzrost efektywności produkcji zbóż może wynikać zarówno z poprawy wykorzystania potencjału plonowania, jak i rozwoju technologii produkcji. Potencjalnie więc w większym zastosowaniu kwalifikowanego materiału siewnego i ulepszaniu technologii produkcji należy upatrywać możliwości wzrostu produkcji zbóż oraz polepszenia jej dochodowości. Głównym ograniczeniem mogą być jednak warunki środowiskowe, przede wszystkim niska jakość gleb.

Nieco inaczej sytuacja przedstawia się w małych gospodarstwach. Jak wykazała B. Gołębiowska<sup>269</sup>, w gospodarstwach tych duża część produkcji jest zużywana na potrzeby wewnętrzne. Takie gospodarstwa nie będą więc zainteresowane stosowaniem nośników postępu biologicznego. Małe gospodarstwa, mimo że stanowią większość, użytkują jednak mniej niż połowę gruntów.

### **Poziom wykorzystania potencjału plonowania odmian**

Unowocześnianie produkcji rolniczej w Polsce powinno prowadzić do coraz wyższego poziomu wykorzystania potencjału plonowania odmian w produkcji rolniczej. Na wykresie 6.15 przedstawiono poziom wykorzystania potencjału plonowania dla poszczególnych gatunków zbóż i jego zmianę między okresami 2000-2004 a 2012-2016. Można zauważyć, że w przypadku prawie każdego gatunku nastąpił wzrost wskaźnika wykorzystania potencjału odmianowego. Wzrost o 5 lub więcej pkt proc. uzyskano w przypadku: pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego, żyta i jęczmienia jarego. Dla pozostałych gatunków było to 2-4 pkt proc. Jedynie dla pszenicy jarej zaobserwowano spadek o 1 pkt proc. Poziom wykorzystania potencjału plonowania odmian w dłuższym okresie także wzrastał, odnotowano wzrost o ponad 6 pkt proc. w latach 1992-2015<sup>270</sup>. Dla zbóż intensywnych określono wykorzystanie na poziomie 50%, a dla zbóż ekstensywnych około 40%.

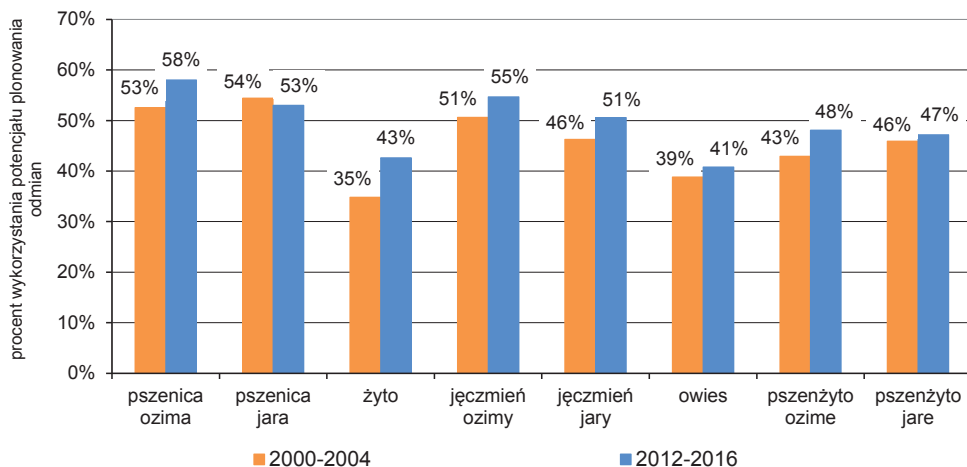
Na podstawie zaobserwowanych zmian można stwierdzić, że w polskim rolnictwie następuje stopniowa poprawa efektywności w zakresie wykorzystania potencjału plonowania odmian. Mimo że proces ten następuje powoli, należy się spodziewać jego kontynuacji w kolejnych latach. Ponieważ lepsze wykorzystanie potencjału może oznaczać także obniżenie kosztów jednostkowych produkcji oraz przyczynić się do polepszenia efektywności produkcji w polskim rolnictwie. Warunkiem jest korzystanie z postępu biologicznego, co następuje poprzez zakup nasion kwalifikowanych odpowiednich odmian.

---

<sup>269</sup> B. Gołębiowska, *Organizacyjno-ekonomiczne skutki zróżnicowania powiązań gospodarstw rolniczych z otoczeniem*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2010.

<sup>270</sup> L. Wicki, *Wykorzystanie potencjału plonowania zbóż w produkcji rolniczej w Polsce*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2016, t. XVIII, z. 5, s. 267-273.

Wykres 6.15. Porównanie wykorzystania potencjału plonowania odmian według gatunków zbóż w latach 2000-2004 i 2012-2016



Źródło: opracowanie własne.

### **Wykorzystanie kwalifikowanego materiału siewnego w produkcji**

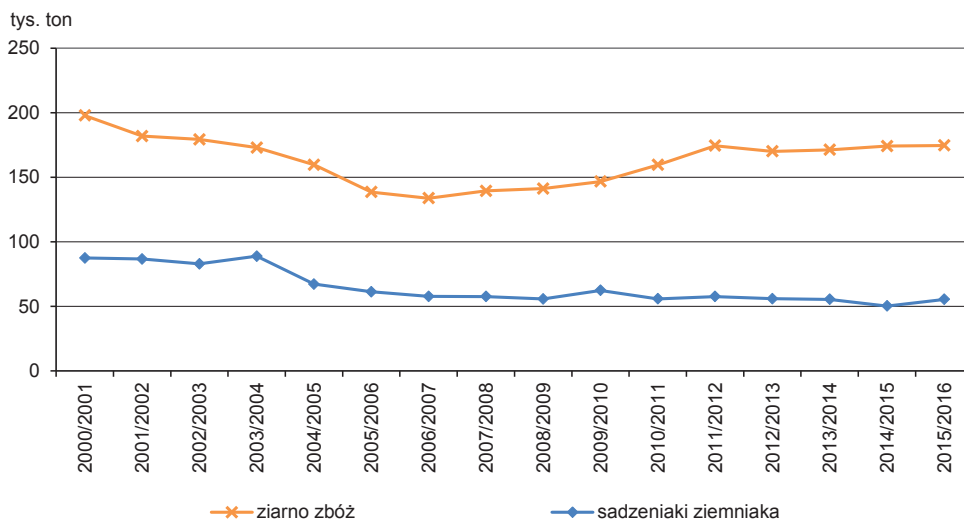
Warunkiem skutecznego upowszechniania postępu biologicznego jest zakup nasion kwalifikowanych nowych odmian. W Polsce udział nasion kwalifikowanych w materiale siewnym był i jest relatywnie niski. L. Wicki<sup>271</sup> stwierdza, że w Polsce w latach 2000-2008 udział kwalifikowanych nasion w zużywanym materiale siewnym ogółem wynosił zaledwie 10%, podczas gdy w krajach należących do UE-12 wynosił średnio aż 55%. Niski poziom wykorzystania nasion kwalifikowanych jest jednym z czynników ograniczających potencjał plonowania i wydajność zużywanych nakładów. Także w innych badaniach wskazuje się na wciąż silne ograniczenia popytowe w rozwoju rynku nasion<sup>272</sup>.

Zużycie kwalifikowanego ziarna zbóż w Polsce od 2000 roku charakteryzowało się pewnymi wahaniami. W latach 2000-2007 nastąpił spadek jego zużycia z około 200 tys. ton do zaledwie 134 tys. ton. Wynikało to z ograniczania w latach 2000-2003 dotacji do sprzedaży kwalifikowanego materiału siewnego, a w latach 2004-2006 zaniechania tego wsparcia. Od 2007 roku ARR rozpoczęła realizację programu wsparcia do powierzchni obsiewanej nasionami kwalifikowanymi, co przyczyniło się do powolnej odbudowy rynku i osiągnięcia w latach 2011-2016 sprzedaży ziarna kwalifikowanego w ilości około 170 tys. ton (wykres 6.16).

<sup>271</sup> L. Wicki, *Zmiany w zużyciu nasion kwalifikowanych w Polsce*, „Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G” 2009, t. 96, nr 4, s. 226-237.

<sup>272</sup> D. Majchrzycki, *Rynek kwalifikowanego materiału siewnego pszenicy ozimej w Polsce*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2015, t. XVII, z. 3, s. 254-259.

Wykres 6.16. Zużycie kwalifikowanego materiału siewnego zbóż i kwalifikowanych sadzeniaków ziemniaka w Polsce w latach 2000-2016



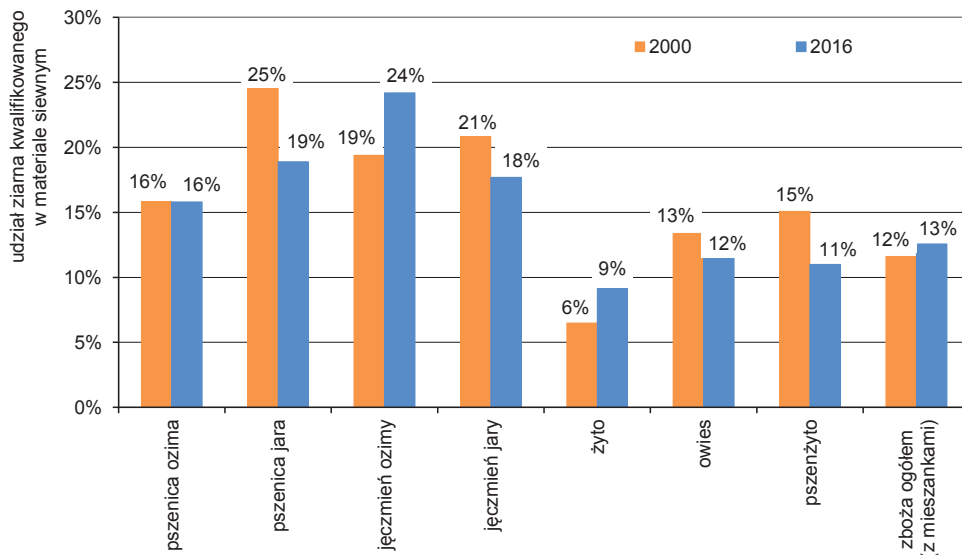
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Największy udział w sprzedaży ziarna kwalifikowanego miał materiał siewny gatunków uważanych za intensywne: pszenicy ozimej (65 tys. ton), pszenżyta (30 tys. ton) i jęczmienia jarego (25 tys. ton). Są to jednocześnie gatunki uprawiane na największą skalę. Najwyższy udział powierzchni obsianej materiałem kwalifikowanym odnotowano dla jęczmienia ozimego, pszenicy jarej i jęczmienia jarego oraz pszenicy ozimej. Dla zbóż ekstensywnie uprawianych udział nasion kwalifikowanych w materiale siewnym był bardzo niski i wynosił około 10%. Zużycie ziarna kwalifikowanego w przeliczeniu na całą powierzchnię uprawy zbóż podstawowych z mieszankami wynosiło tylko 12%. Nie można wskazać stałej tendencji w zużyciu nasion kwalifikowanych. Dla części gatunków zużycie to zwiększyło się w omawianym okresie (jęczmień ozimy i żyto), a dla pozostałych gatunków obserwowano spadek lub stały poziom zużycia (wykres 6.17).

Na podstawie przedstawionych wielkości można określić średni okres wymiany nasion. Najdłuższy kalkulowany okres wymiany nasion ustalono dla żyta – 11 lat. Dla pszenżyta i owsa wynosi on 8 lat, a dla pozostałych gatunków zbóż – 4-5 lat. Długi okres wymiany nasion oznacza, że rolnicy nie korzystają w pełni z potencjału, jaki dają nasiona kwalifikowane. Z drugiej jednak strony, gatunki uprawiane ekstensywnie charakteryzują się długim okresem wymiany nasion, lecz rolnicy produkujący zboża na glebach lekkich nie mogliby wykorzystać w pełni potencjału odmian, ze względu na ograniczenia wynikające z jakości gleb.

Relatywnie niski popyt na kwalifikowane ziarno gatunków takich jak żyto czy owies może być wyjaśniany brakiem możliwości ujawnienia się potencjału plonowania w warunkach, w jakich te zboża są uprawiane.

Wykres 6.17. Udział kwalifikowanego materiału siewnego w ogólnej ilości materiału zużywanego do siewu według gatunków w latach 2000 i 2016



Źródło: opracowanie własne.

### Konkluzje

Reasumując, można stwierdzić, że w Polsce dostępne są odmiany o wysokim potencjale plonowania. Poziom plonów w doświadczeniach osiąga dla każdego z gatunków zbóż 80 dt/ha. Ze względu na występowanie luki środowiskowej i technologicznej czy też gorszych warunków środowiskowych i gorszej technologii produkcji poziom plonów w praktyce rolniczej średnio nie przekracza 40 dt/ha. W latach 2000-2016 następował stopniowy wzrost poziomu plonowania, w tempie około 1-1,5% rocznie, co oznacza przyrost plonów o 40-60 kg/ha rocznie zależnie od gatunku. Około 50% tego wzrostu można przypisać wprowadzaniu postępu biologicznego w zakresie nowych odmian.

Mimo postępu w plonowaniu zwiększała się luka plonowania. Poziom plonów w praktyce rolniczej osiągnął w latach 2012-2016 około 50% poziomu plonów w doświadczeniach, chociaż był wyższy o 6 pkt proc. niż w latach 2000-2004. Obserwowana luka plonowania była niższa w przypadku zbóż uprawianych intensywnie, takich jak pszenica czy jęczmień. Dla pszenicy ozimej poziom wykorzy-

stania potencjału plonowania wynosił nawet 58%. Oznacza to także, że barierą dla wzrostu plonów zbóż ekstensywnych nie jest niewłaściwa technologia, ale raczej ograniczenia wynikające z jakości gleb, na których są uprawiane i towarzyszących warunków środowiska.

Zużycie kwalifikowanego materiału siewnego zbóż w Polsce jest niskie i nie przekracza przeciętnie 12% ogólnej ilości materiału siewnego. Sytuacja taka utrzymuje się od wielu lat i może być przyczyną gorszego wykorzystania potencjału plonowania. Znaczące zmiany w tym zakresie nie wydają się być prawdopodobne w najbliższym czasie.

Biorąc pod uwagę dokonane ustalenia, należy stwierdzić, że postęp biologiczny może mieć nawet 50% udział w obserwowanym wzroście plonowania. Dostępność wysokowydajnych odmian jest wystarczająca, a ograniczenia wynikają z niskiego zakresu upowszechnienia materiału siewnego. Bez dodatkowych, szerszej zaplanowanych analiz nie można jednak jednoznacznie stwierdzić, który z elementów luki plonowania ma największe znaczenie: luka środowiskowa, technologiczna, czy brak wykorzystania nowych odmian. Obserwując różnice w plonowaniu zbóż intensywnych i ekstensywnych, można zauważyć, że w części regionów napotyka się na ograniczenia środowiskowe, takie jak niska jakość gleb lub niedobory wody, które są barierą dla wzrostu plonów. Dodatkową barierą może być mała skala produkcji. W małych, nienastawionych na rynek gospodarstwach wykorzystanie kwalifikowanego materiału siewnego jest wielokrotnie niższe niż w gospodarstwach towarowych. Wynika to z innej hierarchii celów w takich gospodarstwach<sup>273</sup>, poza tym napotyka się w nich inne bariery wdrażania postępu, takie jak brak opanowania technologii, brak kapitału itp.

Potencjalnie, przy braku istotnych ograniczeń środowiskowych, poziom wykorzystania potencjału plonowania zbóż może wzrosnąć o około 10 pkt proc., a plony o około 7-10 dt/ha. Wykorzystanie odmian odpowiednich do warunków klimatycznych oraz poziomu stosowanej technologii umożliwi obniżenie jednostkowych kosztów wytwarzania ze względu na to, że około 5-10% wzrostu może być uzyskane prawie beznakładowo. Nie musi to przekładać się na polepszenie sytuacji dochodowej gospodarstw, gdyż popyt na produkty rolnicze jest mało elastyczny i wzrost produkcji może prowadzić lokalnie do spadku cen skupu. W przypadku stopniowego wyłączenia z produkcji gleb marginalnie położonych oraz najsłabszych możliwe jest zapewnienie tego samego poziomu produkcji z mniejszej powierzchni.

---

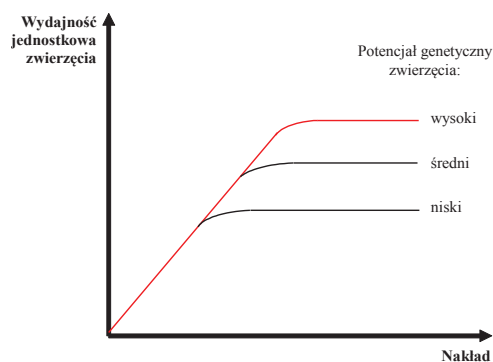
<sup>273</sup> B. Gołębiewska, *Organizacyjno-ekonomiczne skutki...*, op. cit.



## 6.5. Postęp biologiczny w produkcji zwierzęcej

Na wykresie 6.18 przedstawiono zależność między nakładami a produktywnością jednostkową zwierząt. Wynika z niego, że doskonalenie potencjału genetycznego zwierząt sprzyja łagodzeniu skutków prawa malejącej efektywności nakładów, zgodnie z którym od pewnego poziomu nakładów każdy dodatkowy nakład przynosi mniejszy przyrost wydajności zwierząt.

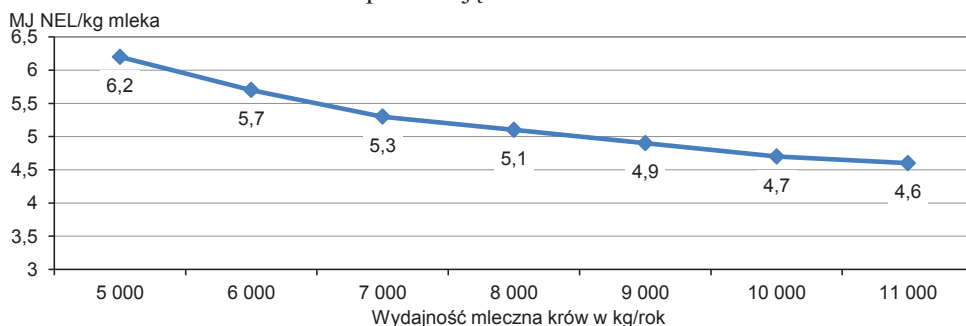
Wykres 6.18. Zależność między poziomem nakładów a wydajnością jednostkową zwierząt o różnym potencjale genetycznym



Źródło: H. Runowski, *Koncentracja produkcji zwierzęcej*, Wydawnictwo Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1994.

Wraz ze wzrostem wydajności mlecznej krów zmniejsza się zużycie energii na 1 liter produkowanego mleka (wykres 6.19). Wynika to przede wszystkim ze zmniejszającego się, wraz ze wzrostem wydajności krów, udziału zużycia pasz na cele bytowe.

Wykres 6.19. Zależność między wydajnością mleczną krów a zużyciem energii na produkcję 1 litra mleka



Źródło: T. Jigl, *Effizienzsteigerung in der Milchviehhaltung durch optimierte Fütterung*, Landwirtschaftliches Zentrum für Viehhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild, Fischerei Baden-Württemberg, Aulendorf.

Pozytywny wpływ postępu biologicznego na efektywność produkcji w gospodarstwach rolnych potwierdzają również dane zaprezentowane w tabeli 6.14.

Tabela 6.14. Efektywność postępu biologicznego w chowie krów w Turynii

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Wydajność mleczna krów				
		< 6000	6000-7000	7001-8000	8001-9000	> 9000
Cena mleka	euro/100 kg	31,8	31,7	31,5	31,3	30,9
Przychody ogółem	euro/krowę/rok	1742	2178	2468	2751	3160
Przychody na litr mleka	euro/litr	33,9	33,3	32,9	32,5	31,9
Koszty ogółem	euro/krowę/rok	2337	2454	2598	2779	3083
Koszty na litr mleka	euro/litr	45,50	37,51	34,65	32,85	31,16
Wynik ekonomiczny	euro/krowę/rok	-595	-276	-131	-28	-78
Wynik ekonomiczny na litr mleka	euro/litr	-11,59	-4,22	-1,75	-0,33	-0,78

Źródło: *Wirkung von Lebensleistung und Nutzungsdauer der Kühe auf die Ökonomie der Milchproduktion, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Juni 2008.*

Z przedstawionych liczb wynika, że wraz ze wzrostem wydajności mlecznej krów poprawiają się wyniki ekonomiczne produkcji mleka. Przy najwyższych wydajnościach uzyskiwano jednak niższą cenę mleka, co wskazuje na to, że wraz ze wzrostem wydajności mlecznej obserwuje się spadek zawartości tłuszczu i białka w mleku. Coraz częściej podkreśla się, że wraz ze wzrostem wydajności mlecznej skraca się długość życia krów, co wywołuje zastrzeżenia natury etycznej<sup>274</sup>. Doceniając znaczenie postępu biologicznego w produkcji zwierzęcej, warto przeanalizować zmiany, jakie dokonują się w poziomie wydajności mlecznej krów objętych kontrolą użytkowości mlecznej w Polsce w relacji do wydajności krów ogółem (tabela 6.15).

Z danych wynika, że pomiędzy wydajnością uzyskiwaną od krów objętych kontrolą użytkowości mlecznej a wydajnością krów ogółem utrzymują się duże różnice. Watro jednak zauważyć, że różnice te w ostatnich latach zmniejszają się, co świadczy o coraz lepszym wykorzystywaniu w praktyce rolniczej potencjału genetycznego krów, czemu sprzyjają obserwowane procesy koncentracji krów i wykorzystanie w rozrodzie nasienia buhajów o wysokim potencjale genetycznym. Pomimo odnotowanego postępu należy zauważyć, że Polskę od krajów Europy Zachodniej w zakresie wydajności mlecznej dzieli duży dystans, choć ten zmniejsza się w czasie.

<sup>274</sup> H. Runowski, *Poszukiwanie równowagi ekonomiczno-ekologicznej i etycznej w produkcji mleka*, „Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G” 2007, t. 93, z. 2, s. 13-26.

Tabela 6.15. Wydajność mleczna krów w Polsce (w kg/krowę/rok)

Rok	Średnia wydajność mleczna krów ogółem	Średnia wydajność mleczna krów pozostających pod kontrolą użytkowości
2000	3656	5379
2001	3741	5597
2002	3864	5712
2003	3896	5851
2004	3965	6152
2005	4150	6508
2006	4161	6664
2007	4288	6688
2008	4400	6817
2009	4548	6935
2010	4800	6980
2011	5038	7135
2012	5247	7396
2013	5524	7441
2014	5793	7582

Źródło: opracowanie na podstawie T. Piechowska, *Stan obecny i perspektywy hodowli bydła mlecznego w Polsce*, „Wiadomości Zootechniczne” 2015, t. LIII, nr 2, s. 36-45.

Podobne wnioski wynikają z porównań dotyczących efektów produkcyjnych uzyskiwanych w chowie trzody chlewnej. W tabeli 6.16 przedstawiono wyniki produkcyjne osiągnięte w chowie trzody chlewnej w Polsce i wybranych krajach UE-15. Wynika z nich, że polscy producenci osiągają wyraźnie słabsze rezultaty niż producenci z tych krajów.

Tabela 6.16. Średnie wyniki produkcyjne w chowie trzody chlewnej w wybranych krajach

Wyszczególnienie	Polska	Dania	Niemcy	Austria	UE-15
Liczba tuczników sprzedanych/rok/lochę (w sztukach)	15,5	25,6	22,5	21,7	23,0
Liczba miotów/rok/lochę (w sztukach)	1,83	2,25	2,30	2,27	2,28
Zużycie paszy na przyrost kg masa ciała od odsadzenia do sprzedaży (w kg)	3,42	2,66	2,92	2,92	2,89

Źródło: Z. Pejsak, „Przyczyny spadku pogłowia trzody chlewnej w Polsce w ostatnich latach”, materiały konferencyjne pt. „Rozwój chowu i hodowli trzody chlewnej szansą dla gospodarstw towarowych w Polsce”, Warszawa, 14.12.2012 r.

Niekorzystnie na tle krajów Unii Europejskiej wypada Polska również w zakresie liczby gospodarstw i przeciętnej ich wielkości obszarowej oraz wielkości stad zwierząt, które są mniej liczne niż w krajach Europy Zachodniej. To właśnie niska skala produkcji zwierzęcej w Polsce jest główną przeszkodą w wykorzystaniu postępu biologicznego<sup>275</sup>.

## 6.6. Podsumowanie

Produkcja żywności na świecie jest obecnie wystarczająca dla zapewnienia wyżywienia ludności. Przewidywany w perspektywie najbliższych trzydziestu lat wzrost liczby ludności o ponad dwa miliardy nieuchronnie prowadzi jednak do pytania, czy wystarczy żywności? Oceny takie są przedstawiane nie tylko w aspekcie wzrostu liczby ludzi, ale także w aspekcie wzrostu zamożności społeczeństw oraz zmniejszającej się liczby ludności wiejskiej i zajmującej się rolnictwem. W związku z tym żywność musi być coraz bardziej przetwarzana, konserwowana, transportowana na duże odległości i długoterminowo przechowywana. W tej sytuacji zarówno ubytki w trakcie przetwarzania, jak i straty w kolejnych etapach dystrybucji są nieuniknione. Skłonność bogatszych społeczeństw do luksusowej konsumpcji i stosowanie technik marketingowych zachęcających do kupowania prowadzi także do nasilania się zjawiska marnowania żywności.

Obserwowane zmiany dotyczące klimatu, w tym rozkładu opadów, temperatur, długości okresu wegetacji itp. powodują, że występujące i dostępne obecnie odmiany roślin i rasy zwierząt okazują się nie dość przystosowane do nowych warunków. Dodatkowo szybki postęp w technologii produkcji kreuje wymagania w innych sferach. Możliwości automatycznej obsługi, łatwość w mechanicznym przetwarzaniu stają się powodem poszukiwania takich rozwiązań, w których rośliny i zwierzęta są dostosowywane do ograniczeń ze strony techniki. Przykładem może być podatność owoców i warzyw na automatyczne sortowanie, łatwość omlotu zbóż, szybkość udoju czy budowa wymienia u krów. Ograniczenia wynikające z nieodpowiednich cech roślin i zwierząt mogą prowadzić do sytuacji, w której nie będzie możliwe, bez dodatkowych nakładów i strat, zastosowanie automatycznych linii sortujących, kombajnów czy automatów udojowych. Nie będzie można w pełni korzystać z osiągnięć w zakresie postępu w technice w rolnictwie.

---

<sup>275</sup> H. Runowski, *Tendencje zmian w organizacji i ekonomice przedsiębiorstw rolnych – aspekty teoretyczne*, „Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej” 2009, nr 75, s. 197-210; W. Ziętara, M. Adamski, *Skala produkcji, efektywność i konkurencyjność polskich gospodarstw wyspecjalizowanych w produkcji mleka*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej” 2014, nr 1, s. 97-115.

Postęp biologiczny, jako element szerzej rozumianego postępu w rolnictwie, umożliwia przełamywanie barier wynikających zarówno z istniejących i pojawiających się ograniczeń w środowisku naturalnym, jak i ograniczeń ze strony rozwijającej się, lecz wciąż niedoskonałej techniki. Przykładem takich ograniczeń mogą być: nasilenie występowania chorób, większa presja szkodników, dłuższe okresy bez opadów, wyższe temperatury w okresie wegetacji, a także ww. ograniczenia techniczne.

Rozwiązaniem części problemów może być kreowanie innowacji biologicznych w ramach hodowli roślin i zwierząt. Dobrym, a jednocześnie szeroko znanym przykładem osiągnięć w tym zakresie są gatunki i odmiany roślin modyfikowanych genetycznie. Uzyskano odmiany, które ze względu na odporność na szkodniki, tolerancję na herbicydy, mogą być uprawiane nawet w regionach z dużą presją szkodników lub, dzięki uproszczeniu technologii produkcji, na dużą skalę, przy relatywnie niskich nakładach. Im bardziej nowe odmiany i rasy przyczyniają się do usprawnienia produkcji, tym większy może to mieć wpływ na poziom kosztów i konkurencyjność produkcji. Warunkiem jest możliwość efektywnego wdrożenia danej nowości.

Postęp, w rozumieniu skutecznego wprowadzania nowości (innowacji), odgrywa coraz większą rolę w kreowaniu wzrostu w gospodarce, większą przy tym niż wzrost nakładów. W rolnictwie postęp jako taki dzielony jest na poszczególne formy. Umożliwia to lepszą ocenę ważności określonych form postępu w danym czasie. Wyróżnia się następujące rodzaje postępu: mechanizacyjny, chemizacyjny, biologiczny, technologiczny i organizacyjny. Są też inne jego klasyfikacje.

W rolnictwie w kolejnych okresach obserwowana była dominacja poszczególnych form postępu. Początkowo najsilniej na wzrost produktywności oddziaływał postęp mechanizacyjny, następnie chemizacyjny w zakresie wzrostu intensywności (nawożenie), chemizacyjny w zakresie substytucji nakładów (ochrona roślin, farmaceutyki), obecnie wskazuje się na dominację postępu biologicznego. Nie oznacza to, że te formy postępu, które nie dominują, tracą na znaczeniu. Wciąż ważny jest postęp mechanizacyjny, szczególnie gdy dotyczy substytuowania pracy ludzkiej lub tzw. rolnictwa precyzyjnego.

Wprowadzanie postępu w rolnictwie prowadzi do zwiększania efektywności ekonomicznej, społecznej lub środowiskowej produkcji. Z punktu widzenia ekonomicznego po upowszechnieniu danej innowacji następuje obniżka jednostkowych kosztów wytwarzania, wzrost wydajności jednostkowej, w tym z jednostki powierzchni. W warunkach mało elastycznego popytu na żywność pojawiająca się większa ilość produkcji prowadzi do obniżenia cen. W efekcie

głównymi beneficjentami postępu stają się końcowi odbiorcy żywności – konsumenci. Producentom przypada niewielka część dodatkowych korzyści. Oprócz tego zwiększa się konkurencja na rynku produktów rolnych. W warunkach liberalizacji handlu międzynarodowego może to prowadzić do sytuacji, kiedy w danym kraju określona produkcja będzie nieopłacalna ze względu na to, że w innym kraju można dany produkt wytworzyć o tyle taniej, że nawet po dodaniu marży transportowej będzie on konkurencyjny. Szczególne znaczenie ma to w przypadku żywności nietrwałej, dla której uzyskano dłuższy okres trwałości, dzięki czemu może być dłużej transportowana i przechowywana.

Skuteczne wprowadzanie postępu napotyka wiele ograniczeń. Do najważniejszych można zaliczyć bariery środowiskowe, a następnie technologiczne. Niebagatelne znaczenie mają także ograniczenia budżetowe lub nieodpowiednia struktura rolnictwa, czy też zbyt mała skala produkcji. Przykładem ograniczeń dotyczących środowiska może być produkcja pszenicy i kukurydzy. W warunkach przeciętnej jakości gleb w Polsce nie uda się osiągnąć takiego poziomu plonów jak na czarnoziemach na Ukrainie, zakładając podobną technologię uprawy. Inaczej jest w produkcji zwierzęcej, gdzie najważniejszymi barierami są skala produkcji i wysoki koszt wdrażania postępu (nowych rozwiązań).

O znaczeniu postępu biologicznego i zapotrzebowaniu na innowacje w tym obszarze świadczy szybki rozwój uprawy roślin modyfikowanych genetycznie. W latach 1996-2016 powierzchnia uprawy tych roślin na świecie zwiększyła się stukrotnie z 1,7 do 185 mln ha. Wynikało to z zapotrzebowania na odmiany o określonych cechach. Jako główne przyczyny wprowadzania roślin GMO do produkcji rolnicy wskazywali wyższe plonowanie, ograniczenie zużycia pestycydów i uproszczenie technologii produkcji. W części krajów odmiany GMO dominują w produkcji wybranych gatunków roślin (np. kukurydza, soja i bawełna w USA, soja w Brazylii i Argentynie).

W warunkach polskiego rolnictwa uzyskiwany jest znaczący postęp w hodowli roślin i zwierząt. Potencjał plonowania odmian zbóż dostępnych dla rolników w Polsce osiąga 75-85 dt/ha przy niższym poziomie intensywności, a przy wyższym poziomie intensywności nawet ponad 100 dt/ha. Poziom wykorzystania potencjału plonowania odmian jest w polskim rolnictwie relatywnie niski. Wynosi on od 40% dla żyta i owsa do 55-58% dla takich gatunków, jak pszenica ozima i jęczmień ozimy. Oznacza to, że potencjał plonowania wykorzystywany jest w większym stopniu w produkcji gatunków intensywnych, które są zwykle uprawiane na lepszych glebach. W takich warunkach ograniczenia wynikające z luki środowiskowej (gorszej jakości stanowiska) mają mniejsze znaczenie, a istotną rolę mogą mieć ograniczenia w technologii, która podlega kontroli rolników.

Mimo relatywnie niskiego poziomu wykorzystania potencjału plonowania odmian obserwowano stały wzrost plonów w produkcji rolniczej. Średnioroczny przyrost plonowania w produkcji w ostatnim dwudziestolecu wynosił około 2% średnio dla wszystkich gatunków zbóż. Z dostępnych analiz wynika, że od 30 do 60% tego przyrostu, zależnie od gatunku i poziomu intensywności produkcji, było uzyskiwane dzięki wprowadzaniu postępu biologicznego w produkcji roślinnej. Dla gatunków, w których dominują odmiany hybrydowe, efekt ten mógł być w ujęciu długookresowym nawet wyższy.

Relatywnie niski wpływ postępu biologicznego na przyrost poziomu plonowania może wynikać także z niskiego wykorzystania nośników postępu biologicznego (kwalifikowanego materiału siewnego) w produkcji. W zależności od gatunku tylko od 10 do 20% materiału zużywanego do siewu stanowi materiał kwalifikowany. Wyższy udział obserwowany jest dla gatunków uprawianych intensywnie i dominujących w produkcji towarowej rolnictwa. Przy użyciu produkcji na potrzeby własne, czyli w przypadku niskiej towarowości gospodarstw, rola postępu biologicznego jest mała.

W produkcji zwierzęcej znaczące osiągnięcia, prowadzące zarówno do wzrostu produktywności, jak i wzrostu efektywności ekonomicznej produkcji, osiągnięto w produkcji bydła oraz drobiu. W okresie ostatnich dwudziestu lat nastąpiła prawie całkowita wymiana pogłowia ras tradycyjnych, o niskiej wydajności, na rasy cechujące się lepszymi cechami produkcyjnymi. Dotyczy to zarówno produkcji mleka, jak i produkcji żywca rzeźnego oraz drobiowego. Rasy przydatne do użytkowania wielostronnego zostały zastąpione rasami z przewagą cech sprzyjających wydajności mlecznej lub mięsnej. Wymiana pogłowia możliwa była dzięki osiągnięciom polskiej hodowli w zakresie udoskonalenia ras, a także dopływowi zwierząt z hodowli zagranicznych, co przyczyniło się do szybszego ulepszenia pogłowia.

Efektom postępu w zakresie produkcji mleka jest znaczny wzrost wydajności mlecznej krów. W latach 2000-2014 przeciętna wydajność mleczna krów wzrosła z prawie 3,7 tys. litrów do prawie 5,8 tys. litrów, czyli o ponad 58%. Podobny przyrost, o 2,2 tys. litrów rocznie, uzyskano w stadach podlegających kontroli użytkowości. W 2014 roku wydajność mleczna wynosiła w nich prawie 7,6 tys. litrów, czyli o około 41% więcej niż w 2000 roku. Trzeba pamiętać, że całościowy postęp w tym zakresie zależał nie tylko od czynników o charakterze biologicznym, ale także technicznym i technologicznym.

Postęp w gospodarce, w tym w rolnictwie, jest ważnym czynnikiem prowadzącym do zwiększania produktywności. Dla rolnictwa światowego w okresie po 2000 roku ustalono, że około 70% wzrostu produktywności można przypisać

wprowadzaniu postępu, a tylko 30% wynika ze zwiększania nakładów materialnych czynników produkcji. Dla Polski ustalono, że mimo łącznego spadku nakładów o 0,9%, nastąpił wzrost produkcji o 0,6%. Osiągnięcie wzrostu produkcji mimo spadku nakładów oznacza, że nastąpiła poprawa wykorzystania dostępnych zasobów przypisywana wprowadzaniu postępu we wszystkich jego formach, w tym substytucji nakładów (postęp technologiczny).

Możliwość kreowania dodatkowych długoterminowych przewag konkurencyjnych polskiego rolnictwa w związku z wprowadzaniem postępu jest ograniczona. Wynika to z liberalizacji dostępu do nowości. W poszczególnych krajach istnieje podobna możliwość unowocześniania rolnictwa i uzyskiwania dużych partii wysokiej jakości surowców rolniczych. W ujęciu krótko- i średnio-termowym możliwe jest wspieranie transferu postępu do rolnictwa w celu przyspieszenia jego modernizacji, a co za tym idzie, zapewnienie stabilnej wysokiej pozycji konkurencyjnej. Chłonność polskiego rolnictwa na postęp, w tym postęp biologiczny, zależy w dużym stopniu od jego struktur. Gospodarstwa o mniejszym obszarze i mniejszej sile ekonomicznej oraz o słabszych związkach rynkowych mają ograniczone możliwości wykorzystania w pełni szans wynikających z wdrażania postępu.