

## PRODUKCYJNE, EKONOMICZNE I ŚRODOWISKOWE ASPEKTY UPROSZCZENIA STRUKTURY ZASIEWÓW

*Edward Majewski*

Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego  
w Warszawie

Kierownik: prof. dr hab. Henryk Runowski

Słowa kluczowe: struktura zasiewów, zmianowanie roślin, monokultura, zmienność plonów, nadwyżki bezpośrednie

*Key words: cropping pattern, crop rotations, monoculture, yields variability, Gross Margin*

**S y n o p s i s.** Praktyka rolnicza i wyniki badań naukowych dowodzą, że poprawne agrotechniczne następstwa roślin, w szczególności stosowanie płodozmianów, ma korzystny wpływ na wyniki produkcyjne w produkcji roślinnej, w tym na zredukowanie wahań plonów, a jednocześnie pozytywnie oddziałuje na środowisko przyrodnicze. Współcześnie obserwuje się jednak silne upraszczanie struktury zasiewów i dowolność w kształtowaniu następstwa roślin. W rolnictwie europejskim w większości krajów dominują uprawy zbożowe, co skutkuje wysokim stopniem koncentracji struktury zasiewów. Zilustrowano to za pomocą wskaźnika koncentracji Herfindahla-Hirshmana (HHI). Na podstawie danych z literatury w opracowaniu przedstawiono negatywne skutki nadmiernego upraszczania struktury zasiewów. Posługując się przykładem wieloletnich badań na polu doświadczalnym w Skierniewicach, wykazano, że w porównaniu do monokultury poprawne zmianowanie jest korzystne ze względu na poziom i zmienność plonów oraz nadwyżek bezpośrednich z wybranych upraw polowych.

### WSTĘP

Praktyki stosowane w produkcji roślinnej powinny spełniać warunki poprawności z punktu widzenia racjonalnej agrotechniki oraz ekonomicznej efektywności. We współczesnym rolnictwie ważnym, dodatkowym kryterium poprawności praktyk rolniczych jest redukcja do możliwego minimum zagrożeń dla środowiska przyrodniczego. Do kanonów organizacji produkcji roślinnej spełniającej te ogólne kryteria należy zaliczyć odpowiednie zmianowanie roślin uprawnych, które może być zdefiniowane jako *racjonalne następstwo szeregu roślin po sobie w określonej kolejności z uwzględnieniem ich zróżnicowanych wymagań co do stanowiska* [Manteuffel 1979, s. 310]. Właściwemu zmianowaniu przypisuje się wiele funkcji, m.in.:

- zapewnienie glebie odpowiednich właściwości fizyko-chemicznych i biologicznych (żyźności), a przez to stworzenie dobrych warunków rozwoju i plonowania roślin,
- ochrona przed erozją,

- zapobieganie wymywania składników pokarmowych, głównie azotu, do wód gruntowych i drenarskich,
- ograniczenie zachwaszczenia oraz rozwoju patogenów roślin uprawnych, dzięki czemu wyniki w produkcji roślinnej w mniejszym stopniu uzależnione mogą być od stosowania chemicznych środków ochrony.

W tych funkcjach zawierają się efekty produkcyjne i środowiskowe, na co wskazują m.in. Wijnands [1994, 1996], Verijken [1989, 1990], Kuś [1998].

Historycznie w rolnictwie występowało powszechnie kilka systemów płodozmiennych – najczęściej 3-, 4- i 5-polowych – z typowymi rotacjami roślin odpowiednio dobranych do warunków glebowych. Często w zmianowaniu występowały pola ugorowane oraz rośliny motylkowate. W II połowie XX wieku zaobserwowano w rolnictwie europejskim, również w Polsce, systematyczne odchodzenie od klasycznych zmianowań i postępujące uproszczenie struktury zasiewów, w rosnącej liczbie gospodarstw prowadzące nawet do uprawy roślin w wieloletniej monokulturze. Do czynników sprawczych tego procesu można zaliczyć:

- dostosowania do trendów zmian na rynkach produktów rolniczych wynikających zarówno ze zmian popytu konsumpcyjnego (np. cukier), jak i surowców roślinnych do przetwórstwa (np. wypieranie roślin białkowych, takich jak peluska czy bobik, przez importowaną soję do produkcji pasz treściwych dla zwierząt); w specyficznych przypadkach takie uproszczenia dokonują się niekiedy w skali lokalnej ze względu na zapotrzebowanie zakładów przetwórczych zwiększających swój potencjał produkcyjny;
- przewidywania rolników co do zmian cen – szczególnie w warunkach wahań cen – mogą być rozpatrywane jako odrębny czynnik, często wpływający na odchodzenie od systematycznego następstwa roślin i dostosowywanie zasiewów z roku na rok do oczekiwań cenowych;
- specjalizacja gospodarstw, umożliwiająca bardziej efektywnie ekonomicznie modernizowanie procesów wytwarzania i wzmacniająca pozycję rynkową rolników jako bardziej atrakcyjnych dostawców większych partii towarów do handlu lub przetwórstwa;
- zmiany w systemach żywienia zwierząt. W chowie trzody chlewnej dotyczy to przede wszystkim przechodzenia na żywienie przemysłowymi mieszankami pełnoporcjowymi, co w Polsce wpłynęło na znaczące zmniejszenie areалу uprawy ziemniaków, sukcesywnie zastępowanych przez zboża. Również w żywieniu przeżuwaczy następuje upraszczanie diety, opieranej głównie na kiszonkach z kukurydzy lub sianokiszonkach. Wykorzystanie w żywieniu lepiej plonujących roślin i ogólnie wzrost produktywności w uprawach roślin paszowych sprzyja zwiększaniu powierzchni uprawy roślin towarowych i stanowią kolejny czynnik upraszczania struktury zasiewów;
- relatywne zmniejszenie zasobów siły roboczej w gospodarstwach rodzinnych (np. w gospodarstwach powiększających areal, w gospodarstwach bez następców itp.) oraz dążenie do zredukowania kosztów pracy w gospodarstwach wielkoobszarowych sprzyja ograniczaniu areálu upraw pracochłonnych głównie na rzecz roślin zbożowych;
- uproszczenie procesów technologicznych i związane z tym zmniejszenie nakładów inwestycyjnych oraz kosztów produkcji skłania do ograniczania liczby roślin do minimum grup upraw technologicznie podobnych;
- instrumenty wspólnej polityki rolnej. Dopłaty kompensacyjne wprowadzone w Unii Europejskiej (UE) reformą McSharry’ego faworyzowały rośliny zbożowe i oleiste. Podobne zachęty dla uprawy pewnych grup roślin (zboża, trwałe użytki zielone, jak również popłony) wynikały z uproszczonego systemu płatności bezpośrednich po 2004 roku w Polsce.

W efekcie, zaznacza się wyraźna dominacja niektórych gatunków roślin uprawnych w strukturze zasiewów, co prowadzi do uproszczeń w zmianowaniu w skali pojedynczych gospodarstw. Jeśli uwzględni się lokalne (regionalne) zróżnicowania warunków naturalnych dla produkcji rolniczej (m.in. determinujących dobór roślin uprawnych) i ukierunkowanie produkcji w gospodarstwach, uprawa roślin po sobie w 2-3 kolejnych latach staje się powszechnym zjawiskiem, a coraz więcej gospodarstw stosuje wieloletnie monokultury.

Celem opracowania jest zarysowanie trendu upraszczania struktury zasiewów, który ujawnia się we współczesnym rolnictwie, i wskazanie na produkcyjne i ekonomiczne negatywne skutki tego procesu. Ponieważ coraz bardziej upowszechnia się uprawa roślin w monokulturze, szczególna uwaga zostanie poświęcona temu systemowi uprawy roślin.

W opracowaniu wykorzystano dane ze statystyki masowej, wyniki badania dużej zbiorowości gospodarstw z wykorzystaniem metody sondażu diagnostycznego oraz dane z eksperymentu prowadzonego na polu doświadczalnym SGGW w Skierniewicach.

#### KONCENTRACJA W STRUKTURZE ZASIEWÓW W ROLNICTWIE UE I W POLSCE

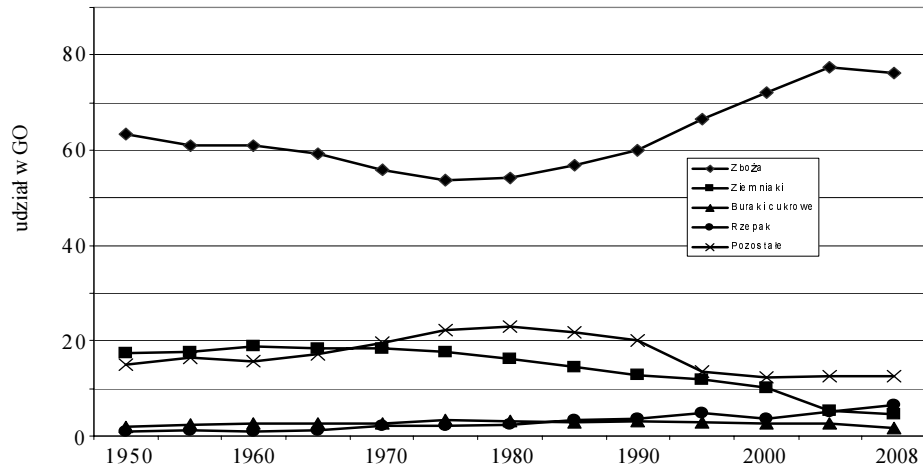
Współczesne rolnictwo w krajach UE zdominowane jest przez uprawy zbożowe: średnio w EU-27 ich udział w powierzchni zasiewów kształtuje się na poziomie 77% (tab. 1.), przy rozpiętości od około 70% (Wielka Brytania) do blisko 90% (Finlandia, Słowenia, Irlandia). Wyjątkiem jest Holandia (40% zbóż), gdzie ze względu na warunki naturalne, tradycje rolnictwa i pozycję rynkową znaczący udział w strukturze mają rośliny okopowe (głównie ziemniaki – 27%), a także warzywa i inne rośliny w uprawach polowych.

Tabela 1. Udział ważniejszych grup roślin w strukturze zasiewów w wybranych krajach UE w 2007 roku

Nazwa uprawy	Powierzchnia UE-27 [mln ha]	Udział [%]						
		UE-27	Polska	Wielka Brytania	Holandia	Niemcy	Dania	Francja
Zboża, w tym:	58,07	77,10	80,7	69,5	40,4	74,1	83,7	74,1
pszenica	25,05	33,25	20,4	44,1	25,6	29,1	40,1	43,0
żyto	2,69	3,57	13,6	0,2	0,5	0,2	1,7	0,2
jęczmień	14,00	18,59	11,9	21,6	8,3	5,3	36,3	13,6
kukurydza	8,34	11,07	2,5	0,0	4,8	36,0	0,0	12,7
pozostałe zboża	8,00	10,62	32,3	3,6	1,1	3,5	5,6	4,6
Ziemniaki	2,06	2,74	5,3	3,4	28,5	3,8	2,4	1,3
Buraki cukrowe	1,81	2,41	2,4	3,0	14,9	0,4	2,3	3,2
Pastewne	0,15	0,20	0,3	0,9	0,1	0,2	0,2	0,1
Rzepak	6,52	8,65	7,7	16,4	0,6	4,9	10,4	13,0
Strączkowe	1,34	1,78	1,3	3,9	0,5	0,6	0,3	1,9
Pozostałe	5,37	7,12	2,3	3,0	15,1	16,0	0,6	6,4
Suma	75,32	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

Polska należy do grupy krajów europejskich, w których najbardziej znaczącą grupą roślin uprawnych są zboża. Jest to wynik zmian, które zachodziły w rolnictwie polskim w ostatnich dziesięcioleciach, m.in. związanych ze spadkiem znaczenia ziemniaków jako paszy dla trzody chlewnej, a także zmniejszenia areалу uprawy pasz objętościowych dla przeżuwa- czy na gruntach ornych. Przebieg tego procesu zilustrowano na rysunku 1.



Rysunek 1. Zmiany w strukturze zasiewów w rolnictwie polskim w latach 1950-2008

Źródło: opracowanie własne.

Na podkreślenie zasługuje tu znaczący wzrost udziału zbóż, a także zwiększenie udziału rzepaku w krajowych zasiewach. Spada zarazem udział pozostałych upraw, w których ujęto rośliny uprawiane na pasze objętościowe.

Do scharakteryzowania stopnia uproszczenia struktury zasiewów w wybranych krajach UE wykorzystano wskaźnik koncentracji Herfindahla-Hirshmana (HHI), stosowany powszechnie do określania poziomu koncentracji w branżach gospodarki:

$$HHI = \sum_{i=1}^N s_i^2$$

We wskaźniku zaadaptowanym do celów opracowania  $s$  stanowią udziały poszczególnych grup roślin (zboża, oleiste, paszowe na gruntach ornych, ziemniaki, buraki cukrowe, strączkowe i pozostałe uprawy) w strukturze zasiewów oraz poszczególne gatunki zbóż we wskaźniku stopnia koncentracji w uprawach zbożowych. Wskaźnik HHI przyjmuje wartości od 0 do 1, a zatem im wyższa wartość wskaźnika tym większy jest stopień koncentracji, co oznacza większe uproszczenia w strukturze zasiewów.

Polska z HHI równym 0,66 należy do grupy krajów o najwyższym wskaźniku koncentracji struktury zasiewów (tab. 2.), głównie ze względu na wysoki udział zbóż (80,7%), uwzględnionych w tym rachunku jako jedna grupa roślin. Jednocześnie polskie rolnictwo cechuje jeden z najniższych wskaźników HHI (0,28) dla struktury upraw roślin zbożowych. Ma to niewątpliwie związek ze zróżnicowaniem warunków glebowych (stąd duży w Polsce udział m.in. żyta uprawianego na glebach słabych) i powszechną praktyką uprawy zbóż (w tym specyficznych dla Polski mieszanek zbożowych) do produkcji własnych pasz treściwych w gospodarstwach ze zwierzętami.

Koncentracja w strukturze zasiewów w Polsce dokonuje się w czasie, zarówno przeciętnie w kraju, jak i w poszczególnych województwach (tab. 3.). Silny przyrost wskaźnika koncentracji nastąpił we wszystkich województwach, przy czym najsilniejszy był w południowo-zachodnich regionach Polski (opolskie – 30,7%, dolnośląskie – 17,0%, śląskie – 22,5%), czyli w województwach, w których relatywnie mały udział w strukturze zasiewów miały zboża. W każdym z województw obserwuje się wzrost udziału zbóż w strukturze zasiewów i znaczący spadek udziału ziemniaków.

Nieuniknione w tych warunkach jest upraszczanie zmianowań w pojedynczych gospodarstwach rolniczych, nawet jeżeli uwzględni się, że na grupę zbóż składa się kilka gatunków upraw. W praktyce gospodarowania rolnicy uprawiają najczęściej 2-3 różne zboża, odpowiednio dobrane do warunków glebowych.

Pomimo ograniczonego liczebnie zestawu roślin uprawnych, w praktyce rolniczej występuje bardzo duże zróżnicowanie zmianowań (następstw). Częściową ilustrację tego stwierdzenia stanowią dane zamieszczone w tabeli 4. Pochodzą one z badań przeprowadzonych przez Majewskiego [2002] i dotyczą reprezentatywnej zbiorowości 608 gospodarstw towarowych z różnych regionów Polski. W każdym z badanych gospodarstw określono czteroletnie następstwo roślin na każdym polu, co w przybliżeniu charakteryzuje stosowane przez rolników typy zmianowań.

W badanej próbie najliczniej (53,6%) występowały zmianowania typu zboża z ziemniakami (ziemniaki występujące przynajmniej jeden raz w czteroletnim zmianowaniu). Bardzo niska przeciętna powierzchnia pola dla tego typu zmianowań świadczy o tym, że występowało ono najczęściej w gospodarstwach mniejszych obszarowo. Zmianowania składające się wyłącznie ze zbóż stanowiły 13,7% w łącznej liczbie stwierdzonych zmianowań oraz 18,2% w łącznej powierzchni zasiewów. Na podkreślenie zasługuje to, że 4,5% zmianowań (jednakowo w liczbie i powierzchni) stanowiły uprawy w typie monokultury (co najmniej przez 3 lata na określonym polu uprawiana była ta sama roślina). Udział typowych monokultur (wyłącznie jedna roślina przez 4 lata) był również stosunkowo wysoki (1,2% powierzchni). Najczęściej w monokulturze uprawiane były zboża (pszenica, żyto, jęczmień, kukurydza na ziarno) oraz kukurydza na kisonkę.

Tabela 2. Wskaźnik koncentracji (HHI) struktury zasiewów oraz struktury uprawy zbóż w wybranych krajach Unii Europejskiej (według danych z 2007 roku)

Kraj	Wskaźnik koncentracji struktury zasiewów	Wskaźnik koncentracji w uprawie zbóż
Grecja	0,81	0,40
Finlandia	0,79	0,36
Irlandia	0,78	0,47
Włochy	0,74	0,38
Dania	0,71	0,42
Hiszpania	0,71	0,36
Szwecja	0,70	0,32
Polska	0,66	0,28
Austria	0,64	0,26
Litwa	0,63	0,31
Czechy	0,60	0,38
Portugalia	0,60	0,24
Węgry	0,60	0,35
Rumunia	0,58	0,40
Francja	0,57	0,40
Słowacja	0,57	0,32
Bułgaria	0,56	0,46
Niemcy	0,56	0,31
Wielka Brytania	0,51	0,50
Belgia	0,42	0,46
Holandia	0,29	0,46
UE27	0,61	0,29

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

Tabela 3. Koncentracja struktury zasiewów w Polsce w latach 1995-2005 według województw

Województwa	HHI w	HHI w	Zmiana [%] 2005/1995	Udział zbóż [%]		Udział ziemniaków [%]	
	1995 roku	2005 roku		1995	2005	1995	2005
Polska	0,59	0,67	14,2	75,2	81,4	13,3	5,7
dolnośląskie	0,51	0,64	27,0	68,7	79,2	7,5	4,1
kujawsko-pomorskie	0,61	0,61	0,4	77,3	77,5	7,6	3,3
lubelskie	0,59	0,69	15,8	75,6	82,6	14,1	5,0
lubuskie	0,64	0,71	11,7	79,0	83,9	6,4	4,5
łódzkie	0,60	0,73	20,0	74,7	84,7	21,4	8,2
małopolskie	0,55	0,67	20,8	69,2	80,1	26,7	15,4
mazowieckie	0,63	0,72	14,3	76,9	84,2	18,8	6,6
opolskie	0,47	0,62	30,7	65,9	77,5	6,8	2,4
podkarpackie	0,54	0,64	17,5	69,9	78,6	23,5	14,7
podlaskie	0,68	0,71	4,8	80,8	83,8	16,2	5,5
pomorskie	0,59	0,65	10,0	75,4	79,6	9,4	5,7
śląskie	0,56	0,69	22,5	72,4	82,1	17,2	8,5
świętokrzyskie	0,58	0,69	19,5	73,5	82,6	19,5	9,1
warmińsko-mazurskie	0,63	0,70	10,4	78,5	83,1	6,4	2,8
wielkopolskie	0,62	0,66	6,4	77,9	80,6	9,1	4,3
zachodniopomorskie	0,59	0,65	10,6	75,4	79,5	6,3	3,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2007].

Tabela 4. Typy zmianowań w 608 towarowych gospodarstwach z różnych regionów Polski (dane z 1996 roku)

Typ zmianowania	Łączny areał [ha]	Liczba zmianowań	Średnia powierzchnia pola [ha]	Udział zmianowań [%]	
				łącznej powierzchni	liczbie zmianowań
Zmianowania o charakterze monokultury (min. 3 lata uprawy po sobie)	457,21	201	2,27	4,5	4,5
w tym monokultury (4 lata)	117,2	38	3,08	1,2	0,9
Wyłącznie zboża	1841,79	610	3,02	18,2	13,7
Zboża z ziemniakami	3386,69	2392	1,42	33,5	53,6
w tym 3 zboża	2018,51	1324	1,52	19,9	29,6
Zboża z burakami cukrowymi	1387,88	655	2,12	13,7	14,7
w tym 3 zboża	696,67	340	2,05	6,9	7,6
Zboża z rzepakiem	1522,2	263	5,79	15,0	5,9
w tym 3 zboża	811,38	165	4,92	8,0	3,7
Zboża z pastewnymi	1330,8	196	6,79	13,1	4,4
w tym 3 zboża	794,53	452	1,76	7,8	10,1
Pozostałe	197,88	149	1,33	2,0	3,3
Razem	10124,45	4466	2,26	100,0	100,0

Źródło: opracowanie własne.

Pomimo iż brak jest powszechnie dostępnych, aktualnych danych dotyczących zmianowań w dużych populacjach gospodarstw, można postawić bardzo prawdopodobną tezę, że w dzisiejszej praktyce rolniczej następstwa roślin uprawnych uległy znacznemu uproszczeniu. Podbudowanie tej tezy stanowią dane statystyczne obrazujące zmiany w strukturze zasiewów w Polsce. Potwierdzają również tę tezę badania Piotra Sulewskiego [2008], w których z zastosowaniem podobnej metodyki analizie poddano zmiany, które zaszły w ciągu 10 lat w próbie 100 gospodarstw wybranych z omawianej powyżej zbiorowości.

#### PRODUKCYJNE I EKONOMICZNE KONSEKWENCJE UPRASZCZANIA ZMIANOWAŃ

Skutki uproszczeń w zmianowaniu roślin uprawnych, są przedmiotem licznych badań doświadczalnych. W wielu eksperymentach porównywane są różnego rodzaju zmianowania (płodozmiany) z uprawą roślin w monokulturze. Przykładowe wyniki dotyczące głównie plonowania roślin zestawiono w tabeli 5.

Wyniki tych doświadczeń jednoznacznie wskazują na to, że uproszczenia zmianowania prowadzą do spadku jednostkowych wydajności, a spadek plonów jest znaczący w uprawach roślin w monokulturze i pogłębiający się w miarę wydłużania okresu uprawy rośliny na tym samym polu. Największe spadki plonów występują w monokulturach zbóż, a w niektórych opracowaniach podkreśla się również wzrost wahań plonów. W nielicznych wynikach badań dostępnych w publikacjach naukowych wskazuje się również na zmniejszenie nadwyżek bezpośrednich w przypadku monokultury. Jedynie głównie w uprawie kukurydzy wynik finansowy określany jest jako porównywalny z dochodami osiąganymi w odpowiednich zmianowaniach.

W tabeli 6. zamieszczono wyniki analizy zmienności plonów oraz kalkulacje nadwyżek bezpośrednich, które oszacowano na podstawie danych z wieloletnich doświadczeń płodozmianowych prowadzonych od 1921 roku na polu doświadczalnym SGGW w Skierniewicach [Mercik, Stepień, 2005]. Okres badań obejmował lata 1976-2009. W trwającym ponad 70 lat eksperymencie badane są trzy monokultury: żyta, pszenicy i ziemniaków oraz kilka typów zmianowań, dla których stosowane są różne systemy nawożenia. W porównaniu uwzględniono dwa płodozmiany (4-letni: pszenica-jęczmień-żyto-ziemniaki i 5-letni: pszenica-żyto-ziemniaki-jęczmień-roślina motylkowa) oraz podstawowy schemat nawożenia CaNPK. W doświadczeniu w kolejnych latach są stosowane te same dawki nawozów oraz zbliżony schemat chemicznej ochrony roślin, różnicowany w kolejnych okresach ze względu na zmiany asortymentu dostępnych na rynku pestycydów.

Wyniki tych doświadczeń wykazują, że stosowanie płodozmianu ma korzystny wpływ na poziom plonów. Przeciętne plony w płodozmianie 5-letnim (z udziałem rośliny motylkowej) były najwyższe, zaś najniższy plon w przypadku żyta i ziemniaków uzyskano w uprawie tych roślin w monokulturze. Uprawy w monokulturze cechował zarazem wysoki stopień zmienności plonów. Wyniki finansowe nie były jednak tak jednoznaczne. Nadwyżka bezpośrednia z żyta, które stosunkowo dobrze toleruje uprawę w monokulturze, była nawet wyższa niż analogiczne nadwyżki dla żyta w płodozmianach pomimo niższego o około 20% plonu, co wynika z niższych kosztów zbioru. Znacznie wyższym spadkiem plonów na uprawę w monokulturze reagowały ziemniaki, stąd też przeciętna nadwyżka bezpośrednia z ziemniaków stanowiła odpowiednio 31 i 45% nadwyżki z ziemniaków w płodozmianach 5- i 4-letnim. Jednakże wynik finansowy z produkcji ziemniaków w monokulturze był nieznacznie wyższy od przeciętnej nadwyżki bezpośredniej z obydwu porównywanych płodozmia-

Tabela 5. Plonowanie roślin w wybranych doświadczeniach plodozmianowych

Autor [rok publikacji]	Eksperyment	Wyniki
Pawlanka [2008]	Jęczmień jary w 5-letniej monokulturze	Oniżenie plonu ziarna średnio o 14, 43, 59 i 62% (11,6 dt/ha w 5 roku). Wzrost zachwaszczenia z 28 do 170 szt. na 1m <sup>2</sup> .
Buczynski, Marks [2003]*	Jęczmień jary w 6-letniej monokulturze	25% spadek plonów. Wzrost zachwaszczenia średnio z 48 do 115 szt. na 1 m <sup>2</sup> .
Urbanowski, Piekarczyk, Rajs [1999]	6-letni, 3-letni plodozmian i monokultura jęczmienia (kompleks żytni dobry)	Spadek plonu o 14,1% w plodozmianie 3-letnim. W monokulturze spadek plonów od 33,8% do 41,9%.
Inne badania z jęczmieniem*	Jęczmień jary z różnym okresem monokultury	Spadek plonu o 16% do 37%.
Jankowska, Szymankiewicz [2004]	Ziemniaki w monokulturze	Plony w plodozmianie (27,9 t/ha) wyższe o około 31%.
Weistra and Boyel [1990], [Maine]	Ziemniaki w monokulturze	Mniejsze nadwyżki z monokultury niż z plodozmianów z przewagą ziemniaków.
Halloran, Griffin and, Honeycutt [2005]	Monokultura ziemniaków; plodozmiany z jęczmieniem, kukurydzą, soją i rzepakiem	Dochoody z 5-letniego plodozmianu były porównywalne z monokulturą.
Wojciechowski, Parylak [2006]	Żyto w monokulturze	Plony żyta w monokulturze mniejsze o 12,7 do 31,3% niż w różnej długości zmianowaniach.
Inne badania z żytem**	Żyto w monokulturze	Zmniejszenie plonów od 7,6 do 31,3%.
Górski, Piszczek [2008]	Burak cukrowy w 4-letnim (w tym zboże jare, peluszką, zboże ozime), 3-letnim (zboże jare, zboże ozime) i 2-letnim plodozmianie (zboże jare)	W stosunku do rotacji 4-letniej plon korzeni w rotacji 3-letniej był niższy o 23,6%, a w 2-letniej o 48,1%. Redukcja plonu cukru wyniosła odpowiednio 24,5% i 45,7%.
Roberts, Swinton [1996] [Michigan]	Monokultura kukurydzy, kukurydza w plodozmianie	W monokulturze niższy plon (16%) i nadwyżka bezpośrednia (23%).
Jones [1996] [Michigan]	Monokultura kukurydzy; kukurydza-kukurydza-soja-pszenica	Monokultura kukurydzy wygenerowała wyższą bądź podobną nadwyżkę bezpośrednią w porównaniu z kukurydzą w plodozmianie.

\* za Pawlonka [2008]; Wesołowski, Jedruszczak [1997], Zawisła, Adamiak [1998], Urbanowski [1999], Blecharczyk [2005].

\*\* za Wojciechowski, Parylak [2002]; badania Kostrzewskiej, Zawisła, Blecharczyka, Maleckiej, Deryło, Szymankiewicza.

Źródło: opracowanie własne.



Tabela 6. Przeciętne wydajności jednostkowe i zmienność plonów oraz nadwyżki bezpośrednie z wybranych systemów uprawy roślin w badaniach płodozmianowych na polu doświadczalnym SGGW w Skierniewicach

Rośliny w wybranych typach płodozmianu lub w monokulturze	Średni plon [t/ha]	Odchylenie standardowe plonu	Współczynnik zmienności [%]	Przeciętna nadwyżka bezpośrednia [zł/ha]
Pszenica (płodozmian 4-letni)	3,98	0,80	20,1	867,3
Pszenica (5-letni)	4,23	0,68	14,9	793,6
Jęczmień (4-letni)	3,43	0,70	20,4	423,5
Jęczmień (5-letni)	3,85	0,69	18,0	371,2
Żyto (4-letni)	4,25	0,61	14,4	378,1
Żyto (5-letni)	4,55	0,68	14,9	281,6
Ziemniaki (4-letni)	23,37	6,29	26,9	5460,9
Ziemniaki (5-letni)	31,91	11,52	36,1	8194,0
Żyto – monokultura	3,65	0,61	16,7	359,1
Ziemniaki – monokultura	14,72	6,95	49,2	2508,7
Średnio płodozmian 4-letni	-	-	-	1782,4
Średnio płodozmian 5-letni	-	-	-	1928,1

Źródło: opracowanie własne.

nów. Wskazuje to na istnienie motywu ekonomicznego, skłaniającego rolników do uprawy roślin w monokulturze, jeżeli tylko skłonni są do podejmowania ryzyka wahań plonów. Czynnikiem zachęcającym do upraszczania struktury zasiewów, nawet do monokultury, mogą być również sprzyjające warunki klimatyczne, a także coraz większa dostępność rozwiązań technologicznych (uprawy bezorkowe, nowe środki ochrony roślin, odmiany roślin uprawnych genetycznie modyfikowanych), które mogą ograniczać spadki i wahania plonów typowe dla upraw w monokulturze.

## WNIOSKI

Przegląd literatury i wyniki przeprowadzonych badań wskazują na wyraźną tendencję w rolnictwie europejskim, również w Polsce, do upraszczania struktury zasiewów w gospodarstwach rolniczych i odchodzenia od klasycznych zmianowań roślin uprawnych. Skrajnym przejawem tych uproszczeń jest coraz bardziej popularna uprawa niektórych gatunków roślin w monokulturze. Z różnych powodów następuje spadek udziału ważnych w zmianowaniu roślin pozostawiających dobre stanowisko dla uprawy roślin następczych (np. buraki cukrowe, ziemniaki, rośliny strączkowe), a zaznacza się wyraźna dominacja upraw zbożowych. W efekcie, obecne struktury zasiewów w większości krajów UE cechuje wysoki stopień koncentracji struktury zasiewów, a częstym zjawiskiem jest występowanie tych samych gatunków w 2 kolejnych latach w zmianowaniu (np. pszenica na glebach dobrych, pszenżyto lub żyto na glebach słabych). Oznacza to, że następstwa roślin w gospodarstwach z silnie uproszczoną strukturą zasiewów są mniej poprawne z agrotechnicznego punktu widzenia.

Nadmierne uproszczenia w strukturze produkcji roślinnej prowadzą do występowania negatywnych skutków dla środowiska przyrodniczego. Ze względu na ograniczoną obję-

tość artykułu ten wątek pominięto w analizie, jednakże należy podkreślić, że to zagadnienie jest przedmiotem licznych badań i opracowań naukowych. Wskazuje się między innymi na zachwianie równowagi pomiędzy różnymi organizmami, prowadzące do nasilenia występowania patogenów, zmniejszenie żyzności gleby i zjawisko kompensacji chwastów [Kuś 1996] czy też wzrost zagrożenia chorób roślin wywołanych przez patogeny glebowe [Obst, Diercks 2008]. Znaczący problem, szczególnie w uprawach roślin w monokulturze, stanowi wzrost zanieczyszczenia wód pozostałościami pestycydów i wymywanych składników pokarmowych, głównie azotu. Jest to niekorzystne ze względu na wysoki zazwyczaj poziom nawożenia mineralnego i intensywność chemicznej ochrony roślin, które kompensują brak mechanizmów samoregulacyjnych ekosystemu, właściwych poprawnemu zmianowaniu roślin.

Dostępne badania wykazują też, że silne uproszczenia struktury zasiewów, szczególnie uprawa w monokulturze, prowadzi do spadku produktywności ziemi i powoduje wzrost wahań plonów. Mniej jednoznaczne są oceny efektów ekonomicznych, jakkolwiek w większości porównań monokultura roślin uprawnych jest najmniej opłacalna [m.in. Gebremendhin, Schwab 1998]. Biorąc jednakże pod uwagę ograniczenia rynkowe, możliwość redukcji kosztów stałych czy też zmniejszenie zapotrzebowania na pracę w gospodarstwach z uproszczoną strukturą zasiewów, wydaje się, że współcześnie proces odchodzenia rolnictwa od klasycznej gospodarki płodozmianowej jest nieodwracalny. Negatywne skutki tego procesu powinny być jednak ograniczane przez unikanie nadmiernych uproszczeń i stosowanie poprawnych następstw roślin uprawnych (również uprawę międzyplonów, promowanych aktualnie poprzez odpowiedni instrument w programach rolnośrodowiskowych) oraz doskonalenie technologii uprawy, uwzględniające nie tylko efekty produkcyjne i ekonomiczne, ale także bezpieczeństwo środowiska przyrodniczego.

#### LITERATURA

- Eurostat 2010, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.
- Gebremendhin B., Schwab G. 1998: *The economic importance of crop rotation Systems: Evidence from the literature*, „Staff Paper” No. 98-113.
- Górski D., Piszczek J., 2008: *Wpływ skracania płodozmienu na zdrowotność roślin oraz plon i jakość korzeni buraków cukrowych*, „Postępy w ochronie roślin”, nr 48(4).
- GUS 2007. *Województwa w latach 1995-2005*. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Halloran J.M., Griffin T.S., Honeycutt C.W. 2005: *An economic analysis of potential rotation crops for Maine potato cropping systems*. American Journal of Potato Research Volume 82, Number 2, 155-162, DOI: 10.1007/BF02853653
- Jankowska D., Szymankiewicz K. 2004: *Plonowanie ziemniaka w płodozmianie i monokulturze w warunkach zróżnicowanej uprawy roli*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia” vol. LIX, nr 2, section E.
- Kuś J. 1996. *Systemy gospodarowania w rolnictwie – rolnictwo ekologiczne*. Wyd. IUNG 45/95, Puławy.
- Kuś J. 1998: *Dobra praktyka rolnicza w gospodarce płodozmianowej i uprawie roli*, [w] *Dobre praktyki w produkcji rolnej*, (materiały konferencyjne) Puławy, 3-4 czerwca 1998, t. I., s. 279-300.
- Kuś J., Jończyk K. 1998: *Oddziaływanie wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie żyta*, „Pamiętnik Puławski”, nr 113, s. 61-71.
- Kuś J., Jończyk K. 2000: *Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych”, nr 470, s. 59-65.
- Majewski E. 2002: *Ekonomiczno-organizacyjne uwarunkowania rozwoju Systemu Integrowanej Produkcji Rolniczej (SIPR) w Polsce*, Wyd. SGGW. Warszawa.

- Manteuffel R. 1979: *Ekonomika i organizacja gospodarstwa rolniczego*, PWRiL, Warszawa.
- Mercik S., Stepień W. 2005: *The most important soil properties and yields of plants in 80 years of static fertilizing experiments in Skierniewice*, „Fragmenta Agronomica” nr 1(85), s. 189-202.
- Obst A., Diercks R. 2008: *Crop Rotation and Soil Pathogens – trends in Germany*, „EPPO Bulletin”, vol 1, issue 3.
- Pawlonka Z. 2008: *Plonowanie jęczmienia jarego w monokulturze przy różnym poziomie ochrony chemicznej przed chwastami*, „Postępy w Ochronie Roślin”, nr 48(1).
- Sulewski P. 2008: *Strategie realizowane przez rolników w rodzinnych gospodarstwach towarowych*, Wyd. SGGW, Warszawa.
- Urbanowski S., Piekarczyk M., Rajs T. 1999: *Plonowanie jęczmienia jarego w zmianowaniach i monokulturze*, „Zeszyty Naukowe Akademii Techniczno-Rolniczej Bydgoszcz”, 220, Roln. 44 s. 279-284.
- Vereijken P. 1989: *From Integrated Control to Integrated Farming, an experimental approach*, „Agriculture, Ecosystems and Environment”, nr 26, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, s. 37-43.
- Vereijken P. 1990: *Research on Integrated Arable Farming and Organic Mixed Farming in the Netherlands*, Schweizer Landwirtschaft-Forschung, nr 29(4), s. 249-255.
- Wijnands F.G. 1994: *Objectives and strategies of Integrated Arable Farming in the Netherlands*, Proceedings Wissens-Und Technologie Transfer Fur Integrierte Landwirtschaft, Soest.
- Wijnands F.G. 1996: *Wielofunkcyjne metody w integrowanym i ekologicznym systemie produkcji. Integrowana produkcja w Polsce i w wybranych krajach europejskich*. SGGW/FDPA/FAPA, Wyd. Fundacja Rozwój SGGW, s. 23-36.
- Wojciechowski W., Parylak D. 2006: *Oddziaływanie międzyplonów ścierniskowych na plonowanie żyta ozimego w płodozmianach uproszczonych na glebie lekkiej*, „Pamiętnik Puławski”, nr 142.

*Edward Majewski*

SELECTED PRODUCTION, ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS  
OF CROP ROTATIONS

Summary

Agricultural practice and results from several research projects prove that proper crop rotations have a positive impact on level of yields, reduce yields variability and are more environmentally sound. In today's agriculture in the most of the European countries process of simplification of cropping patterns and high flexibility in sequence of crops is observed. Domination of cereals results with a high concentration in cropping structure, as illustrated with the use of the Herfindahl – Hirschman concentration index (HHI). In the paper, based on available publications negative consequences of over-simplifying cropping structures were discussed. It was shown, on the basis of multi-years rotation experiment in the Experimental Station Skierniewice, that compared to monocultures rotations with the respective crops are beneficial both in terms of yields and gross margins calculated for selected crops.

Adres do korespondencji:  
prof. dr hab. Edward Majewski  
Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
ul. Nowoursynowska 166  
02-787 Warszawa  
tel. (22) 593 42 16  
e-mail: edward\_majewski@sggw.pl