

**DARIUSZ R. MAŃKOWSKI**<sup>1</sup>**ZBIGNIEW LAUDAŃSKI**<sup>2</sup><sup>1</sup> Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin, Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików<sup>2</sup> Zakład Biometrii, Wydział Zastosowań Informatyki i Matematyki  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

# Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce Część VI. Ocena postępu biologicznego na podstawie doświadczeń odmianowych i badań ankietowych

## **Biological progress in breeding, seed technology and production of potato in Poland Part VI. Assessment of biological progress on the basis of experiments and survey data**

W pracy prezentowane są rezultaty podjętej próby oceny postępu biologicznego w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka w Polsce. Na podstawie, uzyskanych wcześniej składowych postępu biologicznego oceniono ich stopień udziału w opisanu zmienności plonów w doświadczeniach ścisłych i produkcji polowej. Przeprowadzona została także analiza współliniowości oraz interakcji składowych postępu biologicznego. Dokonano podsumowania wszystkich części zaprezentowanego cyklu opracowań.

**Słowa kluczowe:** postęp biologiczny, postęp hodowlany, postęp odmianowy, postęp technologiczny, ziemniak

The paper presents results of biological progress estimation in breeding, seed technology and production of potato in Poland. On the basis of the components of biological progress estimated in previous parts of the work, their participation in explanation of variation of yields has been rated in experiments and field production. An analysis of collinearity and interaction of the biological progress components has been performed. All parts of the presented series have been summarized.

**Key words:** biological progress, breeding progress, cultivar progress, technological progress, potato

### WSTĘP

Jeżeli za postęp biologiczny przyjmiemy całokształt zmian samoczynnych (naturalnych) oraz/bądź wynikających z celowej działalności człowieka (antropogeniczny),

wpływający na cechy indywidualne w organizmach roślinnych i zwierzęcych. To 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. (Mańkowski, 2009 b).

Postęp biologiczny w ziemniaku można badać i określać na wielu płaszczyznach uwzględniając pojedyncze cechy, jak i grupy cech. Jednak z punktu widzenia producenta najważniejszym kryterium oceny postępu biologicznego jest plenność uprawianych odmian. Plon, jako końcowy efekt hodowli i uprawy jest wypadkową współdziałania tych czynników w określonych warunkach środowiska. Plony uzyskiwane w doświadczeniach odmianowych znacznie przewyższają plony uzyskiwane w produkcji. Wielkość plonów osiągniętych, w latach 1986–2003, w produkcji ziemniaka w Polsce stanowiła średnio 48,5% plonów z doświadczeń odmianowych prowadzonych przez COBORU. W przypadku innych gatunków roślin uprawnych stosunek ten jest podobny i wynosi średnio około 50%. W krajach Europy zachodniej wskaźnik ten sięga nawet do 90% (Mańkowski, 2009 a).

Na postęp biologiczny w roślinach rolniczych składa się szereg cech, między innymi: postęp odmianowy, postęp techniczny, postęp technologiczny, postęp społeczny, postęp ekonomiczny oraz środowisko naturalne (Runowski, 1997). Oszacować można jedynie niektóre spośród składowych postępu biologicznego. Dla rolnika najbardziej interesującymi składnikami postępu biologicznego są te, które w sposób bezpośredni bądź pośredni wpływają na uzyskiwane plony.

Celem pracy było określenia znaczenia poszczególnych, oszacowanych wcześniej składowych w postępie biologicznym wyrażonym zmianami plonowania ziemniaka w latach. Ocenę tą przeprowadzono odrębnie dla wyników pochodzących z doświadczeń ścisłych oraz dla danych produkcyjnych.

#### MATERIAŁ I METODY

Oceny udziału uprzednio wyznaczonych składowych postępu biologicznego dokonano oddzielnie dla doświadczeń ścisłych i dla produkcji polowej. W przypadku doświadczeń ścisłych oceniono udział w stopniu opisanie zmienności plonów przez takie składowe postępu biologicznego, jak potencjał plonotwórczy wniesiony przez hodowlę (postęp hodowlany na etapie rejestracji odmian) oraz potencjał plonotwórczy zarejestrowanych odmian (postęp odmianowy na etapie rejestracji odmian; Mańkowski i Laudański, 2009 a), a także cechy jakościowe (odmianowy postęp jakościowy na etapie rejestracji odmian) pośrednio wpływające na plon (odporność na patogeny; Mańkowski i Laudański, 2009 c). W przypadku produkcji polowej oceniono udział w opisanie zmienności plonów takich składowych postępu biologicznego, jak potencjał plonotwórczy uzyskany z uprawianych odmian (postęp odmianowy w produkcji polowej) (Mańkowski i Laudański, 2009 b), cechy jakościowe (odmianowy postęp jakościowy w produkcji polowej) pośrednio wpływające na plon (odporność na patogeny) (Mańkowski i Laudański, 2009 c) oraz udział technologii uprawy korzystnie wpływających na plony (postęp technologiczny w produkcji polowej) (Mańkowski i Laudański, 2009 d).

Ocenę poziomu wytłumaczenia zmienności plonów poprzez składowe postępu biologicznego przeprowadzono z wykorzystaniem analizy regresji wielokrotnej z wyznaczeniem cząstkowych współczynników determinacji. Do opisu relacji pomiędzy składowymi postępu biologicznego wykorzystano graficzną prezentację interakcji zmiennych modelu regresji wielokrotnej (Łubkowski, 1968; Wójcik i Laudański, 1989) oraz analizę ich współliniowości. Analizę współliniowości zmiennych (ang. collinearity) w modelu regresji wielokrotnej oparto na trzech miarach współliniowości: VIF (ang. variance inflation factor), indeksie warunku (ang. condition index) oraz ilorazie wariancji (ang. variance decomposition proportion).

**VIF** wyznacza się dla każdej zmiennej niezależnej w modelu według wzoru:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (1)$$

gdzie:  $VIF_j$  — VIF dla  $j$ -tej zmiennej;  $R_j^2$  — współczynnik determinacji dla funkcji regresji wielokrotnej pomiędzy  $j$ -tą zmienną niezależną a pozostałymi zmiennymi niezależnymi z analizowanego modelu regresji wielokrotnej.

VIF jest miarą wzrostu wariancji obserwacji spowodowanego współliniowością zmiennych (Rawlings i in., 2001; SAS Institute Inc., 2004 b; Armitage i Colton, 2005). Jeżeli  $VIF_j > 10$  to uznaje się, że współliniowość zmiennych w analizowanym modelu regresji wielokrotnej jest znacząca. W tym przypadku obserwowany współczynnik determinacji pomiędzy  $j$ -tą zmienną niezależną a pozostałymi zmiennymi niezależnymi z modelu regresji wielokrotnej kształtuje się na poziomie  $R_j^2 \geq 0,90$ .

**Indeks warunku** wyznacza się dla każdej ze składowych głównych opisujących zmienność analizowanych zmiennych niezależnych według wzoru:

$$\delta_k = \sqrt{\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_k}} \quad (2)$$

gdzie:  $\delta_k$  —  $k$ -ty indeks warunku;  $\lambda_{\max}$  — maksymalna wartość własna macierzy  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ ;  $\lambda_k$  —  $k$ -ta wartość własna macierzy  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ ;  $\lambda_k > \lambda_{k+1}$ ;  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$  — macierz korelacji stałej oraz wszystkich zmiennych przyczynowych.

Indeks warunku jest miarą siły współliniowości zmiennych w modelu. Jeżeli przyjmuje on wartości z zakresu 0 – 30 stwierdza się słabą współliniowość zmiennych, dla wartości 30 – 100 — średnią współliniowość zmiennych, a dla wartości  $> 100$  — silną współliniowość zmiennych w modelu regresji wielokrotnej (Rawlings i in., 2001; SAS Institute Inc., 2004 b).

**Iloraz wariancji** wyznacza się w ramach każdej składowej głównej, oddzielnie dla każdej analizowanej zmiennej niezależnej według wzoru:

$$\left( \frac{\frac{u_{jk}^2}{\lambda_k}}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{u_{ji}^2}{\lambda_i} \right)} \right) \quad (3)$$

gdzie:  $u_{jk}$  —  $j$ -ty element  $k$ -tego wektora własnego macierzy  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ ;  $\lambda_k$  —  $k$ -ta wartość własna macierzy  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ ;  $u_{ji}$  —  $j$ -ty element  $i$ -tego wektora własnego macierzy  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ ;  $\lambda_i$  —  $i$ -ta wartość własna macierzy  $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ .

Przy wartości około 0,5 lub powyżej iloraz wariancji wskazuje na współliniowość zmiennych niezależnych z modelu regresji wielokrotnej (Rawlings i in., 2001; SAS Institute Inc., 2004 b).

Wszystkie analizy statystyczne wykonano w Systemie SAS® w wersji 9.1.3 (SAS Institute Inc., 2004 a i b).

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

### Doświadczenia odmianowe

Ocenę udziału składowych postępu biologicznego w wytłumaczeniu zmienności plonów przeprowadzono z wykorzystaniem analizy regresji wielokrotnej. Analizą objęto wyniki doświadczeń odmianowych SDOO z lat 1957–2003, której wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

**Analiza funkcji regresji wielokrotnej dla plonów względem oszacowanych składowych postępu biologicznego w doświadczeniach SDOO**  
**Multiple regression analysis of yields versus estimated biological progress components in state trials**

Składowe postępu biologicznego Biological progress component	Cząstkowy $R^2$ — Partial $R^2$				
	wszystkie odmiany all cultivars	bardzo wczesne very early	wczesne early	średnio wczesne medium early	średnio późne i późne medium late and late
Potencjał plonotwórczy wytworzony w procesie hodowli nowych odmian i rodów Yielding potential created in breeding of New cultivars and lines	0,0029	0,0204	0,0123	0,0081	0,0166
Potencjał plonotwórczy zarejestrowanych odmian Yielding potential of registered cultivars	0,0909	0,0076	0,0098	0,0784	0,0518
Potencjał wynikający ze zmian cech jakościowych — odporność na patogeny Potential resulting from changes in quality characteristics — resistance to pathogens	0,5629	0,6475	0,6671	0,5234	0,4920
Łączny stopień wytłumaczenia zmienności plonów poprzez oszacowane składowe postępu biologicznego Cumulated degree of explanation of variation in yield by estimated biological progress components	0,6567	0,6755	0,6892	0,6099	0,5604

Oszacowane składowe postępu biologicznego tłumaczyły od 56,04% do 68,92% zmienności plonów zależnie od grupy wczesności. Średnio było to 65,67% wariancji plonów. Najbardziej znaczącą składową postępu biologicznego był potencjał plonotwórczy wynikający ze zmian cech jakościowych, wpływających pośrednio na plony, w tym

odporność odmian ziemniaka na główne patogeny (zaraza ziemniaka, parch zwykły, PVY, PLRV). W rozpatrywanych grupach wczesności potencjał plonotwórczy wynikający ze zmian cech jakościowych tłumaczył od 49,20% do 66,71% zmienności plonów ziemniaka w doświadczeniach SDOO. Potencjał plonotwórczy odmian wytworzony na etapie hodowli wyjaśniał dla poszczególnych grup wczesności od 0,81% do 2,04% zmienności plonów. Natomiast potencjał plonotwórczy zarejestrowanych odmian tłumaczył w poszczególnych grupach wczesności od 0,76% do 7,84% zmienności plonów odmian w doświadczeniach prowadzonych przez SDOO.

### Produkcja polowa

Wykonano także ocenę udziału składowych postępu biologicznego w wytłumaczeniu zmienności plonów w produkcji polowej. Ocena ta została przeprowadzona z wykorzystaniem analizy regresji wielokrotnej. Analizą objęto wyniki badań produkcyjnych (ankietowych) gospodarstw rolnych z lat 1992–2003. Wyniki tej analizy przedstawia tabela 2.

Tabela 2

**Analiza funkcji regresji wielokrotnej dla plonów względem oszacowanych składowych postępu biologicznego w produkcji polowej**  
**Multiple regression analysis of yields versus estimated biological progress components in field production**

Składowe postępu biologicznego Biological progress component	Cząstkowy $R^2$ — Partial $R^2$				
	wszystkie odmiany all cultivars	bardzo wczesne very early	wczesne early	średnio wczesne medium early	średnio późne i późne medium late and late
Potencjał plonotwórczy odmiany znajdujących się w produkcji Yielding potential of cultivars in field production	0,0080	0,1047	0,0144	0,0065	0,0517
Potencjał wynikający ze zmian cech jakościowych — odporność na patogeny Potential resulting from changes in quality characteristics — resistance to pathogens	0,5035	0,4804	0,4692	0,3021	0,4018
Potencjał wynikający ze zmian w technologii uprawy Potential resulting from changes in cultivation technology	0,1401	0,0506	0,0003	0,0794	0,2549
Łączny stopień wytłumaczenia zmienności plonów przez oszacowane składowe postępu biologicznego Cumulated degree of explanation of variation in yield by estimated biological progress components	0,6516	0,6357	0,4839	0,3880	0,7084

Oszacowane składowe postępu biologicznego uwzględniając grupy wczesności odmian tłumaczyły od 38,80% do 70,84% zmienności plonów. Średnio było to 65,16% wariancji plonów. Najbardziej znaczącą składową postępu biologicznego był potencjał odmian

wynikający ze zmian cech jakościowych, wpływających pośrednio na plony — odporności odmian ziemniaka na główne patogeny (zaraza ziemniaka, parch zwykły, PVY, PLRV). Potencjał ten tłumaczył, zależnie od grupy wczesności, od 30,21% do 46,92% zmienności plonów ziemniaka w produkcji polowej. Potencjał plonotwórczy uprawianych odmian tłumaczył od 0,65% do 10,47% zmienności plonów. Natomiast potencjał plonotwórczy wynikający z udziału lepszych technologii uprawy wyjaśniał od 0,03% do 25,49% zmienności plonów ziemniaka w produkcji polowej.

### Ocena współliniowości i interakcji pomiędzy oszacowanymi składowymi postępu biologicznego

Zmienne budujące model regresji wielokrotnej dla oszacowanych składowych postępu biologicznego w doświadczeniach odmianowych SDOO przeanalizowano pod kątem ich współliniowości (tab. 3). W przypadku wszystkich odmian jedynie ocena parametrów modelu regresji wielokrotnej dla postępu hodowlanego nie była obciążona efektem współliniowości zmiennych. Dla odmian średnio wczesnych ocena parametrów nie była obciążona dla postępu hodowlanego, a w przypadku średnio późnych i późnych — dla postępu hodowlanego i postępu odmianowego.

Tabela 3

**Wyniki analizy współliniowości zmiennych dla modeli regresji wielokrotnej opisujących postęp biologiczny w doświadczeniach SDOO**  
**Collinearity diagnostics results for multiple regression models which describe biological progress in the state trials**

Wyszczególnienie Specification	Wartość własna Eigen value	Indeks warunku $\delta_k$ condition index $\delta_k$	Iloraz wariancji Variance ration						
			stała intercept	postęp hodowlany breeding progress	postęp odmianowy cultivar progress	parch zwykły common scab	zaraza ziemniaka late blight	PVY	PLRV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wszystkie odmiany — All cultivars									
VIF			0,00000	5,10769	<b>10,99820</b>	<b>14,16352</b>	<b>14,31462</b>	<b>25,27413</b>	<b>30,50962</b>
E-1	5,18138	1,00000	0,00001	0,00126	0,00038	0,00001	0,00002	0,00001	0,00003
E-2	1,68769	1,75217	0,00001	0,04456	0,02456	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
E-3	0,12347	6,47793	0,00001	0,00019	0,31676	0,00001	0,00006	0,00001	0,00001
E-4	0,00461	33,52689	0,00335	<b>0,72688</b>	<b>0,49615</b>	0,00005	0,04586	0,00829	0,06492
E-5	0,00244	46,04414	0,00345	0,13010	0,06500	0,06217	0,04988	0,00173	0,05273
E-6	0,00032	126,90120	0,04323	0,00200	0,09619	0,00006	0,00796	<b>0,69705</b>	<b>0,75772</b>
E-7	0,00008	257,80880	0,94996	0,09500	0,00095	<b>0,93770</b>	<b>0,89623</b>	0,29291	0,12458
Bardzo wczesne — Very early									
VIF			0,00000	<b>25,91014</b>	<b>45,87093</b>	<b>15,90212</b>	<b>25,01070</b>	<b>27,17335</b>	<b>34,03923</b>
E-1	5,91720	1,00000	0,00001	0,00038	0,00021	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002
E-2	1,05706	2,36596	0,00001	0,00876	0,00455	0,00001	0,00001	0,00002	0,00006
E-3	0,01959	17,37903	0,00011	0,56364	0,25336	0,00001	0,00060	0,00019	0,00214
E-4	0,00439	36,72693	0,00298	0,11343	0,23068	0,01269	0,00232	0,00630	0,07583
E-5	0,00145	63,94733	0,00081	0,06248	0,33312	0,05824	0,11081	0,01384	0,00204
E-6	0,00026	151,96082	0,02184	0,00212	0,14779	0,02898	0,03897	<b>0,80002</b>	<b>0,82689</b>
E-7	0,00006	318,60108	0,97426	0,24920	0,03030	<b>0,90006</b>	<b>0,84730</b>	0,17962	0,09303

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wczesne — Early									
VIF			0,00000	<b>12,70412</b>	<b>17,63533</b>	<b>14,75880</b>	<b>17,95573</b>	<b>25,38381</b>	<b>24,47994</b>
E-1	5,49299	1,00000	0,00001	0,00077	0,00049	0,00001	0,00001	0,00001	0,00003
E-2	1,44762	1,94795	0,00001	0,01642	0,01456	0,00001	0,00001	0,00001	0,00004
E-3	0,04918	10,56832	0,00001	<b>0,60147</b>	<b>0,44979</b>	0,00003	0,00001	0,00002	0,00029
E-4	0,00878	25,01396	0,00201	0,17387	0,00001	0,00106	0,01149	0,00323	0,05953
E-5	0,00101	73,78200	0,00053	0,06026	0,47838	0,13619	0,16273	0,00274	0,07236
E-6	0,00035	125,69720	0,05113	0,00229	0,03358	0,00920	0,02033	<b>0,66409</b>	<b>0,62614</b>
E-7	0,00008	271,33112	0,94632	0,14492	0,02319	<b>0,85350</b>	<b>0,80543</b>	0,32991	0,24161
Średnio wczesne — Medium early									
VIF			0,00000	5,08886	<b>21,29407</b>	<b>11,83049</b>	<b>13,43570</b>	<b>24,50438</b>	<b>32,63765</b>
E-1	5,28436	1,00000	0,00001	0,00158	0,00028	0,00001	0,00002	0,00001	0,00003
E-2	1,60265	1,81584	0,00001	0,04263	0,01263	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002
E-3	0,10764	7,00664	0,00001	0,79787	0,17419	0,00001	0,00011	0,00001	0,00003
E-4	0,00260	45,09853	0,00135	0,12060	0,10663	0,06932	0,07863	0,00012	0,01923
E-5	0,00232	47,67669	0,00986	0,01783	0,59921	0,00304	0,06227	0,01956	0,14597
E-6	0,00035	123,38272	0,05632	0,01923	0,09622	0,00010	0,01588	<b>0,63899</b>	<b>0,65149</b>
E-7	0,00009	243,48469	0,93246	0,00027	0,01084	<b>0,92752</b>	<b>0,84309</b>	0,34131	0,18323
Średnio późne i późne — Medium late and late									
VIF			0,00000	2,51210	2,30046	<b>16,66243</b>	<b>11,31591</b>	<b>30,99868</b>	<b>27,83088</b>
E-1	5,98597	1,00000	0,00001	0,00275	0,00279	0,00001	0,00002	0,00001	0,00003
E-2	0,80638	2,72457	0,00001	0,34219	0,00735	0,00001	0,00002	0,00001	0,00001
E-3	0,18268	5,72426	0,00001	0,16309	0,52554	0,00004	0,00001	0,00005	0,00032
E-4	0,02338	16,00186	0,00045	0,17191	0,15011	0,00003	0,01364	0,00070	0,01384
E-5	0,00116	71,91642	0,00741	0,31933	0,10789	0,10165	0,11607	0,00038	0,19981
E-6	0,00035	130,21511	0,09401	0,00038	0,06139	0,00006	0,01972	<b>0,51484</b>	<b>0,42831</b>
E-7	0,00008	278,89376	0,89812	0,00036	0,14493	<b>0,89821</b>	<b>0,85053</b>	0,48402	0,35768

E — Wartość własna macierzy  $X'X$ ; Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości świadczące o występowaniu współliniowości zmiennych w analizowanych modelach regresji wielokrotnej

E — Eigenvalue of  $X'X$  matrix ; Values demonstrating collinearity in the analyzed multiple regression models are bolded

Szczegółowa analiza występowania współliniowości w badanych modelach (tab. 3) wykazała:

- U wszystkich odmian — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 257,8$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka, bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 126,9$ ) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV oraz średnią współliniowość ( $\delta_k = 33,5$ ) zmiennych opisujących postęp hodowlany i postęp odmianowy.
- W grupie odmian bardzo wczesnych — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 318,6$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka oraz bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 152,0$ ) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV.
- W grupie odmian wczesnych — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 271,3$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka, bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 125,6$ ) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV oraz słabą współliniowość ( $\delta_k = 10,5$ ) zmiennych opisujących postęp hodowlany i postęp odmianowy.

- W grupie odmian średnio wczesnych — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 243,5$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka oraz bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 123,4$ ) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV.
- W grupie odmian średnio późnych i późnych — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 278,9$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i zarazę ziemniaka oraz bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 130,2$ ) zmiennych opisujących odporność na PVY i PLRV.

W celu wykrycia interakcji pomiędzy oszacowanymi, na podstawie doświadczeń SDOO, składowymi postępu biologicznego, przeprowadzono dwukierunkową analizę wariancji (tab. 4) oraz sporządzono wykres interakcji (rys. 1). Wartości zmiennych przeliczono na skalę 5-stopniową w celu ujednoczenia skali porównań. Następnie wyznaczono średnie wartości zmiennych dla czterech klas plonów (<26 t·ha<sup>-1</sup>, 26–30 t·ha<sup>-1</sup>, 30–35 t·ha<sup>-1</sup>, >35 t·ha<sup>-1</sup>).

Tabela 4

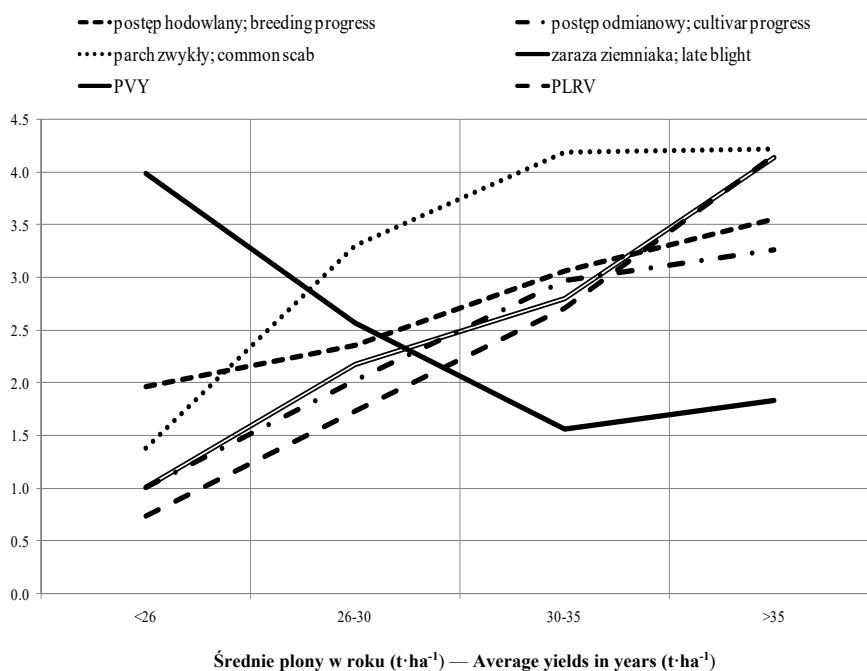
**Wyniki dwukierunkowej analizy wariancji dla klas plonów i składowych postępu biologicznego w doświadczeniach SDOO**  
**Results of two-way ANOVA for yield classes and biological progress components in the state trials**

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Suma kwadratów odchyłeń (Typ III) Sum of squares (Type III)	Średni kwadrat odchyłeń Mean square	Statystyka F F statistic
A: Klasa plonu A: Yield class	3	104,3162584	34,7720861	21,83**
B: Składowa postępu biologicznego B: Biological progress component	5	27,2656261	5,4531252	3,42**
Interakcja A × B A × B interaction	15	128,2276800	8,5485120	5,37**
Błąd losowy Residual	258	410,9868548	1,5929723	
Razem Total	281	690,4337996		

\*\* Istotne przy  $\alpha = 0,01$ ; Significant at  $\alpha = 0.01$

Na podstawie wyników analizy wariancji i wykresu interakcji dla danych pochodzących z doświadczeń SDOO (tab. 4, rys. 1) stwierdzono występowanie interakcji pomiędzy analizowanymi zmiennymi. Wraz ze wzrostem plonu spadała odporność na zarazę ziemniaka, jednak spadkowi temu towarzyszył wzrost pozostałych zmiennych wpływających na plon. Wartości postępu hodowlanego i postępu odmianowego wzrastały systematycznie wraz ze wzrostem plonów. W podobny sposób zachowywały się, do plonów rzędu 35 t·ha<sup>-1</sup>, zmienne opisujące odporność na PVY i PLRV, jednak przy plonach powyżej 35 t·ha<sup>-1</sup> nastąpił wyraźny wzrost wartości tych zmiennych.





**Rys. 1. Wykres interakcji dla składowych postępu biologicznego w doświadczeniach SDOO.**  
**Fig. 1. Interaction plot for biological progress components in the state trials**

Dla zmiennych budujących model regresji wielokrotnej (dla oszacowanych składowych postępu biologicznego w produkcji polowej na podstawie danych pochodzących z badań produkcyjnych) przeprowadzono analizę współliniowości (tab. 5). Dla wszystkich odmian jedynie ocena parametrów modelu dla postępu technologicznego oraz zmiennej opisującej odporność na parcha zwykłego nie były obciążone efektem współliniowości. W modelach regresji utworzonych dla odmian bardzo wczesnych, średnio wczesnych oraz średnio późnych i późnych efekt współliniowości wystąpił w przypadku oceny parametrów dla zmiennych opisujących odporność na choroby wirusowe (PVY i PLRV). W grupie odmian wczesnych współliniowością obciążona była jedynie ocena parametru dla zmiennej opisującej odporność na PLRV.

W wyniku szczegółowej analizy współliniowości w badanych modelach regresyjnych stwierdzono (tab. 5):

- W grupie wszystkich odmian — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 500,6$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego, zarazę ziemniaka, PLRV oraz postępu odmianowego.
- W grupie odmian bardzo wczesnych — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 363,9$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i PLRV oraz bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 171,4$ ) zmiennych opisujących odporność na PVY i zarazę ziemniaka.

- W grupie odmian wczesnych — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 380,9$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i PLRV.
- W grupie odmian średnio wczesnych — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 379,9$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i PLRV.
- W grupie odmian średnio późnych i późnych — bardzo silną współliniowość ( $\delta_k = 388,3$ ) zmiennych opisujących odporność na parcha zwykłego i PLRV.

Tabela 5

**Wyniki analizy współliniowości zmiennych dla modeli regresji wielokrotnej opisujących postęp biologiczny w produkcji polowej**  
**Collinearity diagnostics results for multiple regression models which describe biological progress in field production**

Wyszczególnienie Specification	Wartość własna Eigen value	Indeks warunku condition index $\delta_k$	Iloraz wariancji — Variance ratio						
			stała intercept	postęp technologiczny technological progress	postęp odmianowy cultivar progress	parch zwykły common scab	zaraza ziemniaka late blight	PVY	PLRV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wszystkie odmiany — All cultivars									
VIF			0,00000	4,23456	<b>82,78169</b>	8,47939	<b>20,00956</b>	<b>25,28111</b>	<b>20,00992</b>
E-1	6,88231	1,00000	0,00001	0,00013	0,00003	0,00001	0,00001	0,00002	0,00001
E-2	0,10814	7,97765	0,00006	0,00167	0,00820	0,00002	0,00038	0,00009	0,00002
E-3	0,00803	29,28012	0,00005	0,62538	0,00955	0,00003	0,00018	0,01137	0,00008
E-4	0,00099	83,20695	0,02763	0,19923	0,15895	0,00186	0,00022	0,39058	0,00025
E-5	0,00030	151,52016	0,00921	0,03495	0,10558	0,05057	0,29772	0,00512	0,07520
E-6	0,00020	184,36520	0,15914	0,12986	0,24814	0,00869	0,18790	0,46832	0,13491
E-7	0,00003	500,58069	0,80390	0,00878	<b>0,46956</b>	<b>0,93882</b>	<b>0,51361</b>	0,12450	<b>0,78953</b>
Bardzo wczesne — Very early									
VIF			0,00000	3,48295	2,85716	5,81503	9,92957	<b>14,00748</b>	<b>15,83539</b>
E-1	6,16867	1,00000	0,00001	0,00020	0,00177	0,00001	0,00001	0,00003	0,00001
E-2	0,80234	2,77279	0,00001	0,00023	0,33507	0,00001	0,00001	0,00002	0,00001
E-3	0,02254	16,54193	0,00069	0,12263	0,13319	0,00014	0,00575	0,01161	0,00003
E-4	0,00588	32,37672	0,00001	0,59747	0,01415	0,00003	0,00226	0,10497	0,00027
E-5	0,00031	141,03444	0,38987	0,01077	0,16444	0,00634	0,29691	0,01268	0,05673
E-6	0,00021	171,35818	0,02161	0,16850	0,32330	0,09657	<b>0,58642</b>	<b>0,65478</b>	0,17103
E-7	0,00005	363,92004	0,58781	0,10021	0,02808	<b>0,89692</b>	0,10864	0,21592	<b>0,77193</b>
Wczesne — Early									
VIF			0,00000	3,85320	5,71606	6,50535	8,15954	9,93537	<b>15,01374</b>
E-1	6,54042	1,00000	0,00001	0,00016	0,00124	0,00001	0,00001	0,00004	0,00001
E-2	0,43966	3,85695	0,00001	0,00001	0,16969	0,00001	0,00008	0,00001	0,00001
E-3	0,01548	20,55300	0,00067	0,31915	0,15084	0,00014	0,00548	0,00249	0,00004
E-4	0,00383	41,30405	0,00230	0,22157	0,23126	0,00018	0,00761	0,34538	0,00024
E-5	0,00031	146,05715	0,19124	0,36661	0,38504	0,02796	0,96224	0,07490	0,00844
E-6	0,00026	159,51535	0,30735	0,06079	0,00127	0,02106	0,02337	0,35363	0,22490
E-7	0,00005	380,92665	0,49841	0,03171	0,06066	<b>0,95065</b>	0,00121	0,22356	<b>0,76638</b>
Średnio wczesne — Medium early									
VIF			0,00000	3,43545	3,89069	5,89732	4,73800	<b>14,52643</b>	<b>14,59834</b>
E-1	6,87678	1,00000	0,00001	0,00016	0,00060	0,00001	0,00002	0,00003	0,00001
E-2	0,10187	8,21602	0,00013	0,00040	0,20952	0,00004	0,00134	0,00016	0,00003
E-3	0,01733	19,92003	0,00022	0,31055	0,20080	0,00003	0,00809	0,00128	0,00001
E-4	0,00326	45,90087	0,00014	0,36367	0,44564	0,00009	0,03747	0,23465	0,00079
E-5	0,00046	122,66111	0,18302	0,14262	0,10087	0,02333	0,75476	0,25154	0,00001
E-6	0,00025	166,41137	0,23933	0,09773	0,04010	0,03232	0,12295	0,40911	0,24397
E-7	0,00005	379,87195	0,57717	0,08487	0,00247	<b>0,94419</b>	0,07538	0,10323	<b>0,75519</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Średnio późne i późne — Medium late and late									
VIF			0,00000	3,71483	7,26906	6,03102	5,27162	<b>10,95593</b>	<b>14,75298</b>
E-1	6,91043	1,00000	0,00001	0,00015	0,00022	0,00001	0,00002	0,00003	0,00001
E-2	0,07745	9,44604	0,00018	0,00505	0,07700	0,00005	0,00238	0,00051	0,00004
E-3	0,00820	29,03127	0,00011	0,69653	0,16057	0,00003	0,00135	0,01277	0,00004
E-4	0,00314	46,88517	0,00211	0,00046	0,63899	0,00001	0,02855	0,33160	0,00058
E-5	0,00049	119,10852	0,10566	0,14480	0,04132	0,02905	0,82940	0,13806	0,00309
E-6	0,00025	167,14028	0,28739	0,10473	0,04025	0,01930	0,02243	0,41870	0,24283
E-7	0,00005	388,31529	0,60455	0,04829	0,04165	<b>0,95156</b>	0,11588	0,09832	<b>0,75342</b>

E — Wartość własna macierzy  $X'X$ ; Czcionką pogrubioną zaznaczono wartości świadczące o występowaniu współliniowości zmiennych w analizowanych modelach regresji wielokrotnej

E — Eigenvalue of  $X'X$  matrix; Values demonstrating collinearity in the analyzed multiple regression models are bolded

W celu wykrycia interakcji pomiędzy oszacowanymi składowymi postępu biologicznego, na podstawie danych pochodzących z badań produkcyjnych, przeprowadzono, podobnie jak uprzednio na danych SDOO, dwukierunkową analizę wariancji (tab. 6) oraz sporządzono wykres interakcji (rys. 2). Dla ujednolicenia skali porównań, wartości zmiennych zostały przeliczone na skalę 5-stopniową. Następnie wyznaczono średnie wartości zmiennych dla czterech klas plonów (<18 t·ha<sup>-1</sup>, 18–20 t·ha<sup>-1</sup>, 20–21 t·ha<sup>-1</sup>, >21 t·ha<sup>-1</sup>).

Na podstawie wyników analizy wariancji oraz wykresu interakcji dla danych pochodzących z produkcji polowej (tab. 6, rys. 2) stwierdzono występowanie interakcji pomiędzy analizowanymi zmiennymi. Obniżenie odporności odmian na zarazę ziemniaka obserwowano przy plonach rzędu 21 t·ha<sup>-1</sup>. Równolegle zmniejszała się odporność na parcha zwykłego i PLRV, a odporność na PVY i postęp odmianowy ulegały lekkim wahaniom.

Tabela 6

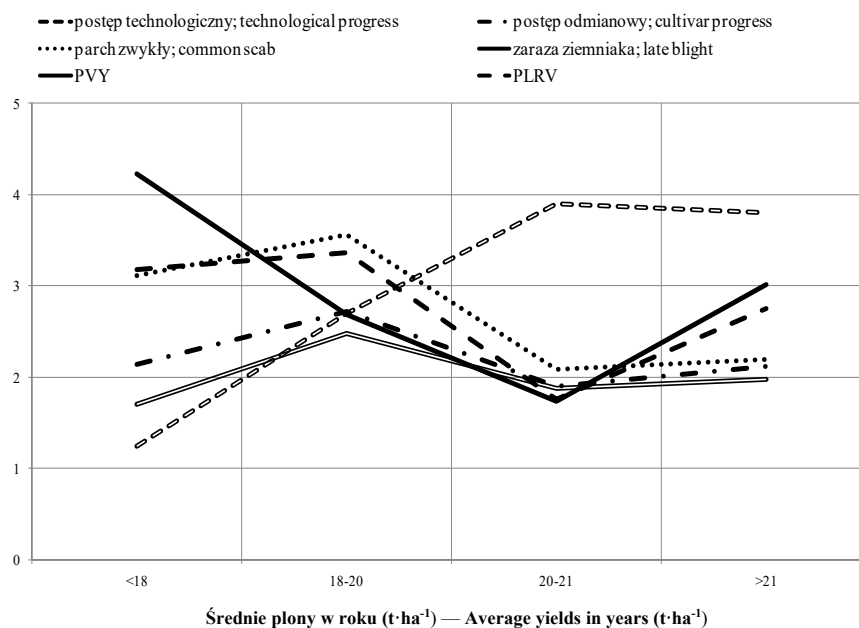
**Wyniki dwukierunkowej analizy wariancji dla klas plonów i składowych postępu biologicznego w produkcji polowej**

**Results of two-way ANOVA for yield classes and biological progress components in field production**

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Suma kwadratów odchyień (Typ III) Sum of squares (Type III)	Średni kwadrat odchyień Mean square	Statystyka F F statistic
A: Klasa plonu A: Yield class	3	41,51760945	13,83920315	8,18**
B: Składowa postępu biologicznego B: Biological progress component	5	30,97654384	6,19530877	3,66**
Interakcja A × B A × B interaction	15	56,89253802	3,79283587	2,24*
Błąd losowy Residual	84	142,1989544	1,6928447	
Razem Total	107	271,5856453		

\*\* — Istotne przy  $\alpha = 0,01$ ; Significant at  $\alpha = 0.01$ .

\* — Istotne przy  $\alpha = 0,05$ ; Significant at  $\alpha = 0.05$ .



Rys. 2. Wykres interakcji dla składowych postępu biologicznego w produkcji polowej  
 Fig. 2. Interaction plot for biological progress components in field production

Wraz ze wzrostem plonów do poziomu około 21 t·ha<sup>-1</sup> postęp technologiczny wyraźnie wzrastał. Przy plonach powyżej 21 t·ha<sup>-1</sup> nie stwierdzono dalszego wzrostu postępu technologicznego. Brak wyraźnych zmian poziomu postępu technologicznego przy najwyższych plonach został zrekompensowany wzrostem wartości zmiennych opisujących odporność na zarazę ziemniaka oraz na PLRV.

#### DYSKUSJA

Analiza udziału składowych postępu biologicznego, oszacowanych na podstawie doświadczeń odmianowych, w całościowym, ilościowym postępie biologicznym, pozwoliła na stwierdzenie, że składowe te łącznie tłumaczą, zależnie od grupy wczesności, 56,0%–68,9% zmienności obserwowanych plonów. Można więc przypuszczać, że 31%–44% zmienności ilościowego postępu biologicznego, wyrażanego zmianami plonowania, było spowodowane wpływem innych, nie analizowanych czynników (np. postępowaniem technicznym, postępowaniem organizacyjnym, itp.) oraz bezpośrednim wpływem warunków środowiska. Potencjał plonotwórczy, wytworzony w procesie hodowli nowych odmian i rodów (postęp hodowlany), tłumaczył 0,8%–2,0% zmienności postępu biologicznego. Potencjał plonotwórczy, wnoszony przez zarejestrowane odmiany (postęp odmianowy), tłumaczył 0,7%–7,8% zmienności postępu biologicznego, a potencjał wynikający ze zmian cech jakościowych, wpływających pośrednio na plon (odporność na główne patogeny), tłumaczył łącznie 49,2%–66,7% zmienności ilościowego postępu biologicznego,

wyrażonego zmianami plonowania ziemniaka w doświadczeniach odmianowych. Analiza współliniowości składowych postępu biologicznego wykazała występowanie silnych współliniowości między postępowaniem hodowlanym i postępowaniem odmianowym, odpornością na zarazę ziemniaka i odpornością na parcha zwykłego oraz pomiędzy odpornością na PVY i odpornością na PLRV. Stwierdzono również występowanie istotnej interakcji pomiędzy składowymi postępowaniem biologicznego. Wraz ze wzrostem plonów składowe postępowanie biologicznego zmieniały swoje wartości, wzajemnie się uzupełniały i zastępowały.

Oszacowanie udziału składowych postępowanie biologicznego, wyznaczonych na podstawie danych pochodzących z produkcji polowej ziemniaka (badania ankietowe), w ilościowym postępie biologicznym wykazało, że analizowane składowe tłumaczyły, zależnie od grupy wczesności odmian, 38,8%–70,8% zmienności ilościowego postępowanie biologicznego, wyrażonego zmianami plonowania. Potencjał plonotwórczy wniesiony przez uprawiane odmiany (postępowanie odmianowy) tłumaczył 0,7%–10,5% zmienności postępowanie biologicznego, potencjał wynikający ze zmian w technologii uprawy (postępowanie technologiczny) tłumaczył 0,03%–25,5% zmienności postępowanie biologicznego, a potencjał plonotwórczy wynikający ze zmian cech jakościowych, wpływających pośrednio na plon (odporność na główne patogeny), tłumaczył łącznie 30,2%–48,0% zmienności ilościowego postępowanie biologicznego, wyrażonego zmianami plonowania ziemniaka w ankietowanych gospodarstwach rolnych. Analiza współliniowości składowych postępowanie biologicznego wykazała występowanie, silnych współliniowości pomiędzy odpornością na zarazę ziemniaka i odpornością na PVY oraz między odpornością na PLRV i odpornością na parcha zwykłego. Stwierdzono również występowanie istotnej interakcji pomiędzy składowymi postępowanie biologicznego. Wraz ze wzrostem plonów składowe postępowanie biologicznego zmieniały swoje wartości. Niskie wartości postępowanie odmianowego i cech związanych z odpornością na patogeny rekompensował postępowanie technologiczny, który przy najwyższych plonach był wspierany przez podwyższoną odporność na PLRV i zarazę ziemniaka.

Wyniki analizy regresji wielokrotnej należy traktować jako szacunkowe, bowiem znaczący wpływ na ich wartości miały współliniowość i interakcje występujące pomiędzy składowymi postępowanie biologicznego.

Na postępowanie biologiczny składa się wiele czynników. Są to między innymi postępowanie wytworzony przez hodowlę i wprowadzony do produkcji przez rejestrację nowych odmian, postępowanie technologiczny związany ze zmianami w technologii uprawy, postępowanie techniczny związany z wprowadzaniem nowych, efektywniejszych maszyn, postępowanie społeczny, postępowanie ekonomiczny, postępowanie organizacyjny, itp. Poza tymi czynnikami, które są ściśle związane z rolnictwem i hodowlą roślin, na obserwowany postępowanie biologiczny wpływ mają również warunki środowiskowe (temperatury, opady, siedlisko itp.). Wszystkie te czynniki kształtują postępowanie biologiczny. Nie są to jednak działania odrębne, addytywne. Czynniki te współdziałają wzajemnie oraz ze środowiskiem. To przecież wprowadzanie nowych odmian (postępowanie odmianowy) często powoduje zmiany w technologii uprawy (postępowanie technologiczny). Technologia uprawy oddziałuje na stosowaną technikę (postępowanie techniczny) oraz odwrotnie. Technologia i technika łączą się ze zmianami organizacyjnymi (postępowanie organizacyjny, postępowanie społeczny) oraz ekonomicznymi (postępowanie ekonomiczny) i odwrotnie. Wspomniane czynniki oraz środowisko również wzajemnie na siebie wpływają.

Niniejsza praca stanowi próbę przybliżenia oceny postępu biologicznego w ziemniaku, na podstawie dostępnych danych i wyników analiz. Praca porusza jedynie wybrane zagadnienia związane z postępowaniem biologicznym i jego składowymi. Pozwala jednak dostrzec pewne prawidłowości i fakty związane z postępowaniem wnoszonym przez hodowlę nowych odmian ziemniaka i przenoszonym przez nasiennictwo do produkcji polowej, w której powinien być wykorzystany.

#### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podsumowując cykl opracowań (Mańkowski, 2009 b; Mańkowski i Laudański, 2009 a, b, c, d) można stwierdzić, że zagadnienia związane z postępowaniem biologicznym są bardzo złożone. Może o tym świadczyć różne rozumienie i definiowanie takich pojęć, jak postęp biologiczny, hodowlany, odmianowy czy genetyczny. Można spotkać wiele podejść do tego zagadnienia. Różnorodność ta nie wpływa jednak pozytywnie na stan wiedzy w tym zagadnieniu. W przypadku ziemniaka niewiele jest prac, które obejmują długi okres jego uprawy i opisują równocześnie zagadnienie postępu biologicznego, obejmującego plenność, jakość czy zmiany w efektach hodowli, nasiennictwie i uprawie polowej. Zdecydowana większość opracowań dotyczy bądź to krótkich okresów czasu, bądź tylko wybranych zagadnień związanych z postępowaniem biologicznym.

Niniejszy cykl opracowań powstał z zamiarem szerszego spojrzenia na zagadnienia związane z postępowaniem biologicznym. Celem przewodnim badań, przy zastosowaniu jednolitej metodyki, była ocena składowych postępu biologicznego na podstawie dostępnych danych, a także ocena udziału tych składowych w całościowym postępie biologicznym w ziemniaku. Ocenie poddawano kolejne składowe, począwszy od hodowli (ilościowy postęp hodowlany oraz ilościowy i jakościowy postęp odmianowy na etapie rejestracji nowych odmian), poprzez nasiennictwo, czyli ogniwo przenoszące efekty postępu odmianowego z hodowli do praktyki rolniczej (ilościowy postęp odmianowy na etapie nasiennictwa), aż do produkcji polowej ziemniaka, czyli faktycznego wykorzystania postępu wnoszonego przez hodowlę wraz z wprowadzaniem nowych odmian do produkcji (ilościowy i jakościowy postęp odmianowy i postęp technologiczny w produkcji polowej ziemniaka). Na koniec podjęto próbę oszacowania udziału tych składowych w postępie biologicznym oraz ocenę wzajemnych relacji pomiędzy tymi składowymi.

Zaprezentowana analiza zmian w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka pokazała, jak złożone jest zagadnienie postępu biologicznego. Jest on efektem wielu czynników, które poza oddziaływaniem bezpośrednim dodatkowo w większym lub mniejszym stopniu wzajemnie współdziałają modyfikując tym samym zakres swego oddziaływania. Na podstawie dostępnych materiałów możliwe było tylko przybliżone oszacowanie udziału kilku składowych postępu biologicznego.

Opracowania zaprezentowały podejście metodyczne, umożliwiające dokonanie oceny składowych postępu biologicznego, takich jak jakościowy i ilościowy postęp hodowlany i odmianowy oraz postęp technologiczny. Pozwoliły ponadto ocenić postęp na etapie hodowli nowych odmian i ich rejestracji, transmisji tego postępu z hodowli do produkcji,

wykorzystania bądź jego nagromadzenia w produkcji polowej oraz postęp wynikający z technologii uprawy ziemniaka w powojennej Polsce.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz sformułowano następujące wnioski, odpowiadające postawionym na wstępie prac celom szczegółowym (Mańkowski, 2009 b):

1. Zastosowana metodyka pozwoliła na oszacowanie zmian poziomów wybranych cech ilościowych i jakościowych w hodowli, nasiennictwie i produkcji polowej ziemniaka. Oszacowane z zastosowaniem tej metodyki składowe postępu biologicznego były porównywalne w tych samych okresach badań dla doświadczeń odmianowych, nasiennictwa i produkcji polowej. Proponowana metodyka uwzględniała w szerokim aspekcie różnorodność swojego zastosowania. I tak dla cech ilościowych umożliwiła zminimalizowanie błędu systematycznego poprzez wykorzystanie do porównań wzorca pomostowego, zbudowanego na bazie odmian charakteryzujących się stabilnością tych cech. W przypadku cech jakościowych, pozwoliła na ocenę zmian wnoszonych przez wprowadzanie nowych odmian oraz na ocenę wykorzystania tych zmian w produkcji polowej. Ocena zmian w technologii uprawy pozwoliła na rozróżnienie gospodarstw zajmujących się produkcją polową ziemniaka, ze względu na rodzaj i efekty stosowanej technologii uprawy. Na podstawie tego podziału można było oszacować charakter zmian zachodzących w badanym okresie.
2. W latach 1957–2003 nastąpił istotny ilościowy i jakościowy postęp hodowlany i odmianowy. Najwyższy poziom ilościowego postępu hodowlanego, obserwowanego na etapie doświadczeń odmianowych prowadzonych przez SDOO, wystąpił w grupie odmian wczesnych i bardzo wczesnych. Najwyższy ilościowy postęp odmianowy, obserwowany na etapie wprowadzania nowych odmian, wystąpił również w grupie odmian wczesnych i bardzo wczesnych. Jedynie w przypadku odmian średnio późnych i późnych nie stwierdzono istotnego trendu mówiącego o postępie odmianowym. Szczegółowa analiza wahań postępu odmianowego wykazała, iż po połowie lat 90. XX wieku odnotowano spadek potencjału plonotwórczego odmian znajdujących się w rejestrze. Analiza jakościowego postępu odmianowego w latach 1957–2003, wykazała istotny wzrost zawartości skrobi u odmian skrobiowych oraz wzrost odporności na parcha zwyczajnego, wirusa Y i wirusa liściozwoju u odmian znajdujących się w rejestrze. Regres stwierdzono tylko w przypadku odporności na zarazę ziemniaka.
3. W latach 1994–2003 nasiennictwo ziemniaka polegało w głównej mierze na reprodukcji materiału siewnego odmian znajdujących się w rejestrze. W tym okresie, wystąpił ilościowy regres odmianowy, będący reakcją na spadek efektów plonotwórczych dla zarejestrowanych odmian. Istotny postęp ilościowy odnotowano jedynie w przypadku odmian bardzo wczesnych. We wszystkich pozostałych grupach wczesności stwierdzono istotny regres, najsilniejszy w grupie odmian średnio późnych i późnych.
4. W produkcji polowej, w latach 1986–2003, obserwowano istotny ilościowy postęp odmianowy, wyrażony wzrostem potencjału plonotwórczego uprawianych odmian. Najwyższy postęp nastąpił w przypadku odmian wczesnych i średnio wczesnych. W przypadku odmian bardzo wczesnych nie stwierdzono istotnego trendu obrazującego

- ilościowy postęp odmianowy. Występujący regres w nasiennictwie ziemniaka nie przekładał się więc na postęp odmianowy w produkcji polowej.
5. W latach 1992–2003 wzrastał udział technologii upraw ziemniaka zapewniających wyższe plony. Ten postęp technologiczny nie był jednak wystarczający, aby uzyskiwane w produkcji polowej plony ziemniaka zbliżyły się do plonów uzyskiwanych w doświadczeniach odmianowych.
  6. Największe znaczenie w kształtowaniu się postępu biologicznego, wyrażonego zmianami plonowania ziemniaka, miał postęp jakościowy w doświadczeniach odmianowych i produkcji polowej. Największy udział w wytłumaczeniu obserwowanej zmienności plonów miały cechy związane z odpornością na patogeny. Dla badanego okresu stwierdzono występowanie współdziałania składowych postępu biologicznego, jak również występowanie współliniowości niektórych jego składowych.

#### LITERATURA

- Armitage P., Colton T. (eds.). 2005. *Encyclopedia of Biostatistics*. 2<sup>nd</sup> Ed. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Łubkowski Z. 1968. *Metodyka doświadczalnictwa rolniczego*. Warszawa, PWRiL.
- Mańkowski D. R. 2009 a. Ocena postępu biologicznego w produkcji ziemniaków. *Wieś Jutra* 2 (127): 10 — 12.
- Mańkowski D. R. 2009 b. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część 1. Przegląd ilościowych metod oceny postępu hodowlanego i odmianowego. *Biul. IHAR* 251: 153—173.
- Mańkowski D. R., Laudański Z. 2009 a. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część II. Ocena ilościowego postępu hodowlanego i odmianowego na podstawie doświadczeń odmianowych z lat 1957–2003. *Biul. IHAR* 251: 175—196.
- Mańkowski D. R., Laudański Z., 2009 b. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część III. Ocena ilościowego postępu odmianowego w nasiennictwie oraz w produkcji polowej ziemniaka. *Biul. IHAR* 253: 259 — 275.
- Mańkowski D. R., Laudański Z. 2009 c. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część IV. Ocena postępu odmianowego pod względem odporności na patogeny. *Biul. IHAR* 254: 83 — 93.
- Mańkowski D. R., Laudański Z., 2009 d. Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Część V. Ocena postępu technologicznego w produkcji polowej ziemniaka w latach 1986–2003. *Biul. IHAR* 254: 95 — 119.
- Rawlings J. O., Pantula S. G., Dickey D. A. 2001. *Applied Regression Analysis — a Research Tool*. 2<sup>nd</sup> Ed. New York, USA: Springer Verlag.
- Runowski H. 1997. *Postęp biologiczny w rolnictwie*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- SAS Institute Inc. 2004 a. *SAS 9.1 Companion for Windows*. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SAS Institute Inc. 2004 b. *SAS/STAT 9.1 User's Guide*. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. *Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczalnictwie*. PWN, Warszawa.