

FENOTYPOWA ZMIENNOŚĆ ZIEMNIAKA*

*Leokadia Ubysz-Borucka*Instytut Zastosowań Matematyki i Statystyki,
SGGW-AR w Warszawie

WSTĘP

Zmienność fenotypową ziemniaka V_P można uważać za sumę dwóch składników: zmienność V_H , której źródłem są różnice składu genetycznego porównywanych podpopulacji, i V_E — zmienności wynikającej z wpływu czynników środowiskowych. Zakładając rozłączność oddziaływania obu tych źródeł zmienności, zapisujemy krótko że:

$$V_P = V_H + V_E \quad (1)$$

Frację V_H w całej zmienności V_P , można uznać za wynikającą z przyczyn genetycznych, czyli:

$$\frac{V_H}{V_P} = \frac{V_H}{V_H + V_E} \quad (2)$$

Wartości liczbowe, jakie może przyjmować mierzalna cecha populacji, w statystyce matematycznej nazywamy zmienną losową i oznaczamy symbolami Y , X , Z .

Funkcja prawdopodobieństwa $P(Y)$, określona na wartościach zmiennej losowej Y , nosi nazwę rozkładu zmiennej losowej Y . Podstawowymi parametrami takiej funkcji rozkładu są: wartość oczekiwana $E(Y)$ będąca miarą położenia oraz wariancja $D^2(Y)$, uznana za podstawową miarę dyspersji — zmienności.

Estymacji tych parametrów dokonujemy na podstawie przeprowadzonego eksperymentu, pomiarów uzyskanych na części populacji, czyli próbie.

Dla zmiennej losowej o rozkładzie normalnym, przyjmujemy oznaczenia $E(Y) = m$ oraz $D^2(Y) = \sigma^2$, co zapisujemy krótko: $Y \sim N(m, \sigma)$, gdzie $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ nazywamy średnim odchyleniem.

* Temat realizowano w ramach problemu węzłowego 09.1.2 koordynowanego przez Instytut Ziemniaka.

Dla cech o rozkładzie normalnym przyjmujemy zatem oznaczenia: dla zmienności fenotypowej $V_P = \sigma_P^2$, zmienności genetycznej $V_H = \sigma_H^2$ i zmienności środowiskowej $V_E = \sigma_E^2$.

Współczynnik:
$$\rho_w = \frac{\sigma_H^2}{\sigma_H^2 + \sigma_E^2} \quad (3)$$

nazwiemy w zależności od merytorycznej interpretacji, współczynnikiem powtarzalności, bądź współczynnikiem korelacji wewnątrz podpopulacji (klasowej). Na podstawie współczynnika ρ_w tworzymy również h^2 tzw. współczynnik odziedziczalności [2].

Oszacowania punktowe σ_H^2 i σ_E^2 , zwane komponentami wariancji uzyskamy z doświadczenia którego najprostszym modelem matematycznym jest hipoteza liniowa o postaci:

$$y_{ij} = m + a_i + e_{ij} \Leftrightarrow y_{ij} = m_i + e_{ij} \quad (4)$$

gdzie:

$i = 1, 2, \dots, a$ (a liczba badanych podpopulacji zróżnicowanych genetycznie),
 $j = 1, 2, \dots, k_i$ (liczba osobników potomstwa i -tej podpopulacji).

Składnikami równania (4) są zmienne losowe o rozkładach normalnych i parametrach odpowiednio: $y_{ij} \sim N(m_i, \sigma_y)$, $a_i \sim N(0, \sigma_a)$, $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e)$ przy czym rozkłady a_i i e_{ij} są niezależne.

Można wykazać, że $\sigma_y^2 = \sigma_a^2 + \sigma_e^2$, oraz że $\sigma_a^2 = \text{cov}(y_{ij} \cdot y_{ij'})$ dla $j \neq j'$, stąd:

$$\rho_w = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2} = \frac{\sigma_H^2}{\sigma_H^2 + \sigma_E^2} \quad (5)$$

Estymatorem $\hat{\rho}_w = r_w$ współczynnika korelacji wewnątrz podpopulacji uzyskamy, oceniając odpowiednio na podstawie próby estymatory nie obciążone według największej wiarygodności:

$$\hat{\sigma}_e^2 = s_e^2, \hat{\sigma}_a^2 = \frac{s_a^2 - s_e^2}{k_o} \quad (6)$$

gdzie s_e^2 i s_a^2 są średnimi kwadratami uzyskiwanymi na podstawie przeprowadzonej jednokierunkowej analizy wariancji oraz:

$$k_o = \left(\sum_i k_i - \frac{\sum_i k_i^2}{\sum_i k_i} \right) \frac{1}{a-1} \quad (7)$$

W przypadku bardziej złożonych modeli (hipotez liniowych) ocena komponentów wariancyjnych jest trudniejsza. Rozkład r_w uzyskany na podstawie próby jest znany i wymaga transformacji na zmienną

$$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{(1+r_w)(v+1)}{(1-r_w)v} \quad (8)$$

z odchyleniem standardowym:

$$s_{rW} = \sqrt{\frac{2}{2v-1}}$$

gdzie v jest liczbą stopni swobody dla s_e^2 , przy czym $Z \sim N(m_z, \sigma_z)$.

W opracowaniu uwzględniono ogólne znane wskaźniki zmienności, jak: współczynnik zmienności $V\% = \frac{s}{\bar{y}} \cdot 100$, procentowy udział sumy kwadratów zmienności podpopulacji w sumie kwadratów zmienności całej populacji.

Zastosowano następujące oznaczenia:

$\hat{\sigma}_e^2$ — ocena zmienności środowiskowej,

$\hat{\sigma}_p^2$ — ocena zmienności fenotypowej,

$\hat{\sigma}_k^2$ — ocena zmienności genotypowej badanych mieszańców bądź rodów,

t — współczynnik powtarzalności (frakcja zmienności genotypowej w zmienności fenotypowej),

$S_k\%$ — procentowy udział sumy kwadratów zmienności między mieszańcami w sumie kwadratów zmienności całkowitej.

BADANIA WŁASNE

Oceny zmienności fenotypowej ziemniaka na różnych etapach hodowli dokonano na podstawie wyników doświadczeń własnych, bądź uzyskanych z Instytutu Ziemniaka.

1. Doświadczenia własne przeprowadzono w latach 1971 i 1972 w Dybowie oraz Żelaznej z ramszami wczesnymi (16 krzyżówek) i ramszami skrobiowymi (25 krzyżówek) — bez selekcji negatywnej (tab. 1 i 2). Wykorzystano wyniki z Żelaznej Instytutu Genetyki i Hodowli AR w Warszawie — ramsz wczesny i skrobiowy (tab. 1). Wyniki ramszu (45 krzyżówek) z Bielin 1972 r. — również bez selekcji negatywnej zamieszczono w tabeli 3.

2. Wyniki doświadczeń wstępnych z roku 1974 z wszystkich serii zamieszczono w tabelach 4-8.

3. Wyniki doświadczeń ślepych, beczynniskowych z odmianami Zorza i Wysoborski wykonanych w Boninie w 1971 r. podaje tabela 9.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

1. Współczynniki zmienności z tabeli 1, obliczone na podstawie wariancji środowiskowych σ_E^2 ramszy z 1971 r. i 1972 r. we wszystkich miejscowościach i latach dla poszczególnych cech, są podobne — prócz zmienności masy naci — ramszu wczesnego 1972 r. z Dybowa.

Współczynniki zmienności $V_E\%$ wahały się 15,4-19,0% dla cech wyrażanych w stopniach (bonitacja) lub w procentach (np. % zawartości skrobi). Dla pozostałych

Wskaźniki zmienności (Dybowo 1971 i 1972 r.)

Variation indices

Nazwa cechy Character	Rodzaj siewek i ramszy Kind of plants and potatoes		$\hat{\sigma}_k^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	<i>t</i>	<i>S_k</i> %
Wysokość pędów Height of stems	wczesne early	71	1,59	10,85	12,44	0,13	21,5
	ramsz wczesny ramsch early	72	0,14	0,48	0,62	0,23	30,6
	ramsz wczesny ramsch early	72	0,13	0,82	0,95	0,14	18,5
Waga naci Weight of haulms	wczesne early	71	130,4	270,70	501,10	0,33	38,1
	wczesne early	72	6,6	479,30	485,90	0,01	13,1
Wygląd naci Haulm habit	skrobiowe starch	72	0,148	0,28	0,43	0,35	37,6
Liczba bulw Number of tubers	wczesne early	71	8,01	29,40	37,41	0,21	28,7
	wczesne early	72	2,21	10,10	12,31	0,18	26,7
Średnia liczba bulw Mean number of tubers	skrobiowe starch	72	3,08	21,70	24,78	0,12	17,5
Waga bulw na krzak Tuber weight per hill	wczesne early	71	34,83	279,50	314,33	0,11	20,0
	wczesne early	72	94,40	652,70	746,10	0,12	22,1
Średnia liczba bulw na krzaku Mean number of tubers per hill	skrobiowe starch	72	78,53	494,50	573,03	0,14	18,6
	wczesne early	71	0,0089	1,58	1,59	0,006	11,0
Średni ciężar bulwy Mean weight of a tuber	wczesne early	72	0	6,01	6,01	-0	9,7
% skrobii % of starch	skrobiowe starch	72	0,279	2,99	3,26	0,08	13,9
	wczesne early	72	0	1,89	1,89	0	8,3
Głębokość oczek Depth of eyes	skrobiowe starch	72	1,20	3,01	4,21	0,28	32,2
	wczesne early	72	0,032	0,83	0,86	0,04	14,9
Kształt Shape	skrobiowe starch	72	0,030	0,22	0,52	0,12	16,9
	skrobiowe starch	72	0,024	0,21	0,23	0,10	15,6

cech wyrażanych w jednostkach wagowych (masa naci, masa bulw na krzaku, średni ciężar bulwy) oraz liczby bulw pod krzakiem i liczby pędów w krzaku współczynniki zmienności wahały się 24-47%. W tabeli 2 zestawiono oceny wskaźników zmienności: genotypowej (σ_k^2), środowiskowej (σ_e^2) fenotypowej (σ_p^2) oraz współczynniki powtarzalności t i procentowy udział zmienności krzyżówek w zmienności całkowitej ($S_K\%$) dla ramszy 1971 i 1972 r. z Dybowa.

Współczynniki powtarzalności t , jako wskaźniki względne i porównywalne, niezależnie od rodzaju ramszy i jednostek, w jakich cecha została określona, wskazują na rząd zmienności genetycznej analizowanego materiału hodowlanego na tle zmienności fenotypowej:

$$t = \frac{\sigma_k^2}{\sigma_k^2 + \sigma^2}$$

Im wyższa jest wartość t dla danej cechy, tym łatwiej jest selekcjonować. Z danych dla ramszy 1972 r. z Bielin (tab. 3) wynika, że największe zróżnicowanie genetyczne wykazują takie cechy jak: kształt, głębokość oczek, barwa skórki ciemnienie surowych i gotowanych bulw oraz porażenie zarazą.

Pewne możliwości interpretacji stwarza również porównanie obu wektorów współczynników zmienności $V_e\%$ i $V_p\%$ czyli siedliskowej i fenotypowej.

2. Analizę doświadczeń wstępnych 1974 r. obrazują tabele 4 i 5. Dla bardzo wczesnych rodów największe zróżnicowanie genetyczne wykazały cechy: plon bulw w I terminie, głębokość oczek oraz smakowitość. Najmniejsze t wykazały cechy: ciemnienie bulw gotowanych po 10 minutach, konsystencja, struktura mięszu.

Wczesne rody również wykazały słabe zróżnicowanie genetyczne dla cech: ciemnienie bulw gotowanych po 10 minutach, struktura mięszu oraz smakowitość.

Rody średnio wczesne wykazały małe zróżnicowanie genetyczne dla cech: ciemnienie bulw gotowanych, po 10 minutach i konsystencja, a największe dla głębokości oczek i plonu skrobi.

Rody średnio późne, analogicznie jak uprzednie wykazały mniejszy współczynnik t dla ciemnienia bulw gotowanych po 10 minutach i konsystencji, największy natomiast dla plonu skrobi, rozgotowywania, plonu bulw i ciemnienia bulw surowych.

Rody późne, analogicznie wykazały mały współczynnik t dla ciemnienia po 10 minutach bulw. Największe natomiast zróżnicowanie genetyczne dla cech: struktury mięszu i rozgotowywania.

3. Analiza odmian (tab. 6) Zorza i Wyszoborski w dwóch rozstawach wykazuje zgodność dwójakiej oceny zmienności fenotypowej — zmienności redlin $\sigma_{p_1}^2$ i pasów poprzecznych $\sigma_{p_2}^2$. Dla plonu σ_p^2 wahało się od 0,10 do 0,18, a dla % skrobi od 4,3 do 10,5 [4].

Obliczone współczynniki zmienności V_e i $V_{\text{całk.}}$ są zgodne ($V_e\%$ $V_{\text{całk.}}\%$) i rząd ich wielkości dla plonów jest zgodny z cytowanymi przez innych autorów. Z badań K. Świeżyńskiego przy rozstawie 30×30 uzyskano współczynniki zmienności: 33,2-34,6. Jastrzębski stosując rozstaw $62,5 \times 40$ uzyskał 37,7, natomiast Clark

Tabela 3

Wskaźniki zmienności, Beliny 1972 r.
Variation indices

Nazwa cechy — Character	\bar{X}	$\hat{\sigma}_e^2$	$V_e\%$	$\hat{\sigma}_p^2$	$V_p\%$	$\hat{\sigma}_k^2$	t	$S_k\%$
Waga krzaka Weight of a hill	563,6	112355,6	59,4	116,011	60,4	3655,7	0,030	5,0
Wielkość kłąbów Size of tubers	1,31	0,35	31,1	-0,37	31,9	0,02	0,048	6,9
Liczba kłąbów Number of tubers	15,5	58,0	49,2	59,9	50,0	1,95	0,032	5,1
Waga 1 kłęba Mean weight of a tuber	37,8	373,3	51,1	393,9	52,5	20,71	0,052	7,0
Kształt Shape	5,6	0,65	14,1	0,73	15,3	0,08	0,110	12,6
Głębokość oczek Depth of eyes	5,8	0,80	15,5	0,39	17,3	0,19	0,192	20,7
Barwa skórki Skin colour	1,6	0,33	36,7	0,38	39,5	0,05	0,137	15,3
Stan skórki State of skin	1,7	0,53	43,0	0,56	44,2	0,03	0,054	7,2
Stan kory State of cortex	1,6	0,54	45,5	0,57	46,6	0,02	0,044	6,2
Wielkość nekrozy Size of blackspot	1,6	0,49	44,1	0,51	45,3	0,02	0,053	7,1
Ciemnienie Darkening	1,8	0,46	36,9	0,46	37,1	0,006	0,012	3,1
Pękanie Cracking	2,1	0,82	44,0	0,88	45,4	0,05	0,060	7,8
Ciemnienie surowych Raw discoloration	2,6	0,87	35,6	0,95	37,0	0,07	0,076	9,4
Ciemnienie gotowanych After cooking discoloration	2,4	0,65	32,9	0,70	34,3	0,05	0,077	9,5
Porażenie X Infection with X	1,0	0,01	10,8	0,01	10,8	0	0	1,8
Porażenie S Infection with S	1,0	0,06	23,4	0,061	23,5	0,0005	0,008	2,7
Porażenie M Infection with M	1,3	0,19	34,9	0,20	35,4	0,006	0,004	4,8
Porażenie Y—I Infection with Y—I	1,1	0,113	29,6	0,116	30,0	0,0034	0,029	4,8
Porażenie Y—II Infection with Y—II	1,1	0,136	32,5	0,140	33,1	0,0045	0,032	5,0
Porażenie Ph Infection with <i>Phytophthora</i>	1,6	4,85	140,7	5,31	147,3	0,466	0,088	10,5

Tabela 4

Wskaźniki zmienności 1974 r. — Variation indices

Cechy Characters	Rody bardzo wczesne — Virst early clones			Rody wczesne — Early clones					
	$\hat{\sigma}_k^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$S_k\%$	$\hat{\sigma}_k^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	t	$S_k\%$
Plon bulw I termin Yield of tubers at 1st lifting	814,8	650,8	1465,6	63,5	76,2	1386,5	1462,7	0,052	28,3
Plon bulw II termin Yield of tubers at 2nd lifting	1099,7	1741,8	2841,6	49,9	160,5	1830,2	1990,7	0,081	27,6
% skrobi Starch content	0,00005	0,0006	0,0006	29,8	0,0002	0,0006	0,0008	0,281	45,1
Kształt Shape	0,074	0,267	0,711	36,4	0,121	0,404	0,526	0,231	65,7
Głębokość oczek Depth of eyes	0,249	0,122	0,371	72,9	0,476	0,136	0,606	0,785	82,5
Ciemenie surowych 4 godz Raw discoloration after 4 h	0,166	0,306	0,472	47,7	0,162	0,368	0,530	0,305	44,3
Ciemenie gotowanych 10 min After cooking discoloration 10 min	0	0,002	0,002	19,3	0	0,002	0,002	0	19,4

Ciemnienie gotowanych 24 godz After cooking discoloration 24 h	0,006	0,121	0,127	0,047	23,2	0,042	0,104	0,183	0,232	38,4
Rozgotowywanie Sloughing	0,023	0,128	0,151	0,151	31,5	0,034	0,164	0,197	0,171	33,5
Konsystencja Consistency	0	0,108	0,108	0	15,9	0,026	0,071	0,098	0,271	32,3
Mączystość Mealiness	0,046	0,084	0,130	0,355	36,3	0,057	0,124	0,181	0,314	34,7
Wilgotność Moisture	0,040	0,079	0,119	0,336	35,2	0,053	0,103	0,156	0,343	36,3
Struktura mięszu Texture	0,004	0,090	0,093	0,038	20,9	0,008	0,084	0,092	0,085	23,4
Smakowitość Flavour	0,298	0,236	0,534	0,558	49,9	0,013	0,368	0,381	0,034	28,0

Tabela 5

Wskaźniki zmienności 1974 r. — Variation indices

Cechy — Charactes	Rody średnio późne Medium early clones				Rody późne Medium clones				Rody średnio wczesne Medium early clones						
	$\hat{\sigma}_k^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	t	$S_k\%$	$\hat{\sigma}_k^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	t	$S_k\%$	$\hat{\sigma}_k^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	t	$S_k\%$
Plon bulw q/ha Yield of tubers	1206,5	1153,4	2359,8	0,511	60,6	663,3	962,2	1625,5	0,408	50,1	1245,1	3142,4	4387,4	0,284	59,4
Plon skrobi Yield of starch	53,9	33,0	87,0	0,620	69,2	32,0	42,4	74,4	0,430	51,9	44,6	42,8	87,4	0,510	59,8
Kształt Shape	0,154	0,249	0,403	0,381	51,4	0,061	0,131	0,192	0,316	45,6	0,079	0,207	0,286	0,276	41,0
Oczka Depth of eyes	0,090	0,202	0,292	0,308	45,8	0,106	0,169	0,275	0,385	50,5	0,286	0,266	0,552	0,518	47,0
Ciemnienie surowych 4 godz Raw discoloration after 4 h	0,264	0,262	0,526	0,500	59,6	0,273	0,304	0,577	0,470	57,3	0,197	0,310	0,506	0,389	50,7
Ciemnienie gotowanych 10 min After cooking discoloration after 10 min	0,0003	0,0057	0,006	0,050	23,2	0,0003	0,003	0,0036	0,80	23,3	0,0003	0,0061	0,0064	0,047	24,2
Ciemnienie gotowanych 24 godz After cooking discoloration after 24 h	0,032	0,074	0,106	0,305	43,5	0,044	0,120	0,163	0,267	40,9	0,038	0,171	0,209	0,182	33,9

Rozgotowywanie Sloughing	0,236	0,207	0,443	0,533	62,1	0,216	0,189	0,405	0,533	62,2	0,109	0,225	0,333	0,326	63,8
Konsystencja Consistency	0,008	0,041	0,049	0,157	31,7	0,015	0,048	0,063	0,243	38,6	0,013	0,083	0,096	0,134	29,2
Mączystość Mealiness	0,057	0,115	0,172	0,331	45,8	0,098	0,102	0,200	0,492	58,8	0,098	0,153	0,251	0,389	43,7
Wilgotność Moisture	0,074	0,141	0,215	0,343	46,8	0,119	0,130	0,248	0,478	55,4	0,114	0,206	0,320	0,356	41,6
Struktura mięzsza Texture	0,086	0,089	0,178	0,497	45,8	0,179	0,093	0,272	0,659	58,8	0,049	0,150	0,199	0,247	35,1
Smakowitość Flavour	0,068	0,357	0,625	0,429	41,2	0,104	0,361	0,465	0,224	29,5	0,120	0,409	0,529	0,227	34,0

Tabela 6

Zmienność krzaków w doświadczeniu „ślepy” — beczynnikowym Bonin 1971 r.

Variation of hills in pilot experiment

Odmiana Variety	Rozstawa Spacing	Plon w kg na krzak — Yield kg per hill					% skrobi — % of starch				
		zmienność — variation					zmienność — variation				
		\bar{x}	$V_e\%$	$V_c\%$	$\hat{\sigma}_{P_1}^2$	$\hat{\sigma}_{P_2}^2$	\bar{x}	$V_e\%$	$V_c\%$	$\hat{\sigma}_{P_1}^2$	$\hat{\sigma}_{P_2}^2$
Zorza	60	1,175	31,6	32,7	0,142	0,144	13,9	14,9	15,3	4,33	4,50
	40	0,907	35,9	37,7	0,117	0,106	13,9	18,5	20,4	7,07	6,68
Wyszoborski	60	1,190	33,8	35,8	0,181	0,163	18,8	15,7	16,1	9,04	8,79
	40	0,817	35,8	38,2	0,095	0,127	19,6	16,3	17,2	10,47	10,27

w zależności od odmiany — 29,1-44,2 [3]. Współczynniki zmienności dla % skrobi wahały się od 15 do 20.

Szczegółowa analiza wskaźników zmienności ziemniaka odnośnie do określenia zmienności zarówno genetycznej, jak i fenotypowej, nie jest możliwa na podstawie wyrzykowych prób cytowanych w tak krótkim referacie.

Zarówno na etapie hodowli „ramsze”, jak i doświadczeń wstępnych, dysponujemy danymi znacznie szerszymi niż wspomniane. Brak jest natomiast materiałów odnośnie do siewek oraz ciągłości przez wszystkie etapy hodowli.

LITERATURA

1. Jastrzębski K.: Nie publikowane dane na temat zmienności plonów roślin ziemniaka, 1963.
2. Kempthorne O.: An Introduction to Genetic Statistics. New York, 1958.
3. Świeżyński K. M.: Selekcja ziemniaków na cechy użytkowe. Część II. Zmienność krzakowa. Hod. Roś. Aklim. t. 3, 1959.
4. Trętowski J.: Wielkość jednostek doświadczalnych w różnych układach polowych eksperymentów ziemniaczanych. PWRiL, Poznań 1975.

Л. Убыш-Боруца

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Резюме

В работе дали оценку мере фенотипической и генетической изменчивости, а также изменчивости от условий среды. Оценили также коэффициенты повторности разных измеримых признаков картофеля. Пользовались данными касающимися нескольких десятков скрещиваний, исследуемых в опыгах второго размножения в разных селекционных стан-

циях — Белины, Желязна, Дыбово в 1971-1973 годах, а также данными касающимися родов принимающих участие в предварительных опытах в 1974 году.

Опираясь на неортогональную иерархическую схему, оценили компоненты генотипической дисперсии и изменчивости от условий среды. На основании этих изменчивостей вычислили коэффициенты повторности как генотипическое и фенотипическое дисперсионное отношение ($t = \sigma_G^2 : \sigma_F^2$). Коэффициент повторности как относительная мера (можно его выразить в процентах) позволяет сравнить изменчивости исследуемых признаков и рядом со средними является основным несмещённым параметром, легко поддающимся статистической проверке при анализе селекционного материала.

Кроме названных дисперсий и коэффициента повторности представили также коэффициенты изменчивости, вычисленные на основании фенотипической изменчивости и изменчивости от условий среды. Кроме того представили процентное участие сумм квадратов генотипической изменчивости в суммах квадратов полной изменчивости.

L. Ubysz-Borucka

PHENOTYPIC VARIATION IN THE POTATO

Summary

In the paper the estimators of phenotypic, genetic and environmental variation were assessed as well as repeatability coefficients of various measurable characters of the potato.

The data used concerned many progenies tested at different breeding stations — Bieliny, Żelazna, Dybowo — in years 1971-73 and clones tested in preliminary trials in 1974.

Basing on unorthogonal hierarchic design the components of genetic and environmental variation were assessed. Using those variances the repeatability coefficients were calculated as a ratio of genetic to phenotypic variation. The repeatability coefficient (may be expressed in percents) as a relative measure allows comparison of the variation of the characters analyzed and, besides means, is a basic unbiased parameter easily verified by statistical methods in the analysis of a given breeding material.

Besides the above mentioned variances and repeatability coefficients, coefficients of variation were given (calculated on the basis of environmental and phenotypic variances) and percentage of genotypic sum of squares in the total sum of squares.