

## WIELKOŚĆ POLETKA W DOŚWIADCZENIACH Z ZIEMNIAKAMI

*Jan Trętowski*Instytut Ziemniaka w Boninie  
Pracownia Badania Cech Użytkowych

Ziemniak charakteryzuje się dużą zmiennością fenotypową. Zmienność ta w sposób zasadniczy wpływa na tzw. precyzję doświadczeń polowych. Względy praktyczne przemawiają za mniejszymi poletkami doświadczalnymi: jednak nieznaną rolę wpływu zmniejszania wielkości poletek na ich zmienność nie pozwala na świadome działanie w tym kierunku.

## PRZEGLĄD LITERATURY

W latach dwudziestych i trzydziestych naszego stulecia określanie wielkości poletek miało głównie na celu standaryzację doświadczeń rolniczych. Badano zmniejszanie się błędu doświadczalnego ze wzrostem wielkości poletka. Kiedy błąd doświadczalny osiągał wartość poniżej pewnej ustalonej granicy (np. 5%) uważano, że nie ma potrzeby dalszego zwiększania poletka. W pracach tych stosowano doświadczenia beczynnikowe tzw. „ślepe”.

Przy stosowaniu omówionej metodyki Imer [5, 6] doszedł do wniosku, że dla buraka cukrowego należy stosować poletka wielkości ok. 6 m<sup>2</sup>. Dla ziemniaka proponowano następujące wielkości:

- 1 rząd 12 m długości w 4 powtórzeniach — Westover [15],
- 1 rząd 11,25 m długości w 5 powtórzeniach — Meyers i Perry [10],
- 1 rząd 10 m długości — Currence i Krantz [2],

W 1938 r. Smith badając 39 „doświadczeń ślepych” z różnymi roślinami uprawnymi sformułował prawo wariacji wyrażające się wzorem:

$$V_n = \frac{V_1}{n^b}, \quad (1)$$

gdzie:

- $V_n$  — wariacja średnich z poletek zawierających  $n$  jednostek,
- $n$  — liczba jednostek zawartych w poletku,

$V_1$  — wariancja poletek o wielkości jednej jednostki,

$b$  — liczba między zerem a jednością, będąca miarą korelacji między sąsiednimi jednostkami.

Wartość  $b$  podaną we wzorze (1) Smith [11] określił jako wskaźnik zmienności glebowej. Wskaźnik zmienności glebowej bliski zera oznacza, że zmienność średnich nie maleje (prawie nie maleje) ze wzrostem liczby jednostek na poletku, co jest spowodowane silnym skorelowaniem sąsiednich jednostek.

Odwrotnie: wartość  $b$  bliska jedności oznacza, że każda jednostka wnosi niezależną (prawie niezależną informację) — co oznacza brak korelacji między nimi. Ta ostatnia sytuacja ma miejsce przy idealnym wyrównaniu gleby.

Logarytmując obydwie strony wzoru (1) otrzymujemy:

$$\log V_n = \log V_1 - b \log n \quad (2)$$

Oznacza to, że parametr  $b$  można rozumieć jako współczynnik regresji liniowej między liczbą jednostek w poletku a zmiennością między średnimi z poletek wyrażony w podwójnej skali logarytmicznej.

Na podstawie rozważań teoretycznych minimalizując koszt informacji uzyskiwanych w doświadczeniach Smith [11] doszedł do następującego wzoru określającego wielkość poletka w ilościach podstawowych jednostek:

$$n = \frac{bK_1}{(1-b)K_2}, \quad (3)$$

gdzie:

$K_1$  — koszt doświadczenia przeliczony na poletko,

$K_2$  — koszt doświadczenia przeliczony na jednostkę,

— pozostałe symbole jak poprzednio.

Wyznaczanie wielkości poletek na podstawie wzoru (3) zaproponowanego przez Smitha było stosowane przez wielu badaczy aż do końca lat pięćdziesiątych w odniesieniu do wielu roślin uprawnych. Brak jest przykładów w literaturze odnośnie stosowania tej metody w doświadczeniach z ziemniakami.

Wyliczanie wielkości poletek na podstawie warunku minimalnego kosztu informacji w doświadczeniu prowadziło na ogół do stosowania poletek rzędu 0,4-0,8 m<sup>2</sup> przy roślinach zbożowych [3, 14].

W 1951 r. Koch i Rigney podali sposób wyznaczania wskaźnika zmienności glebowej  $b$  doświadczeń założonych w układzie kratowym i split-plots (zależnym).

Doświadczalnicy bardzo często są zainteresowani raczej określeniem takiej wielkości poletka i liczby powtórzeń, które umożliwiłyby wykazanie istotności pewnej różnicy przy określonym współczynniku ufności. Wielkość poletka spełniająca takie warunki została nazwana przez Hatheway'a [4] „odpowiednią wielkością poletka”. W celu jego określenia zaproponował on użycie wzoru podanego przez Cochran'a i Cox [1]:

$$r = \frac{2C_n^2(t_1+t_2)^2}{d^2}, \quad (4)$$

gdzie:

- $r$  — liczba powtórzeń potrzebna dla stwierdzenia różnicy  $d$ ,
- $d$  — różnica, którą chcemy udowodnić wyrażona w procentach średniej ogólnej,
- $C_n$  — współczynnik zmienności (odchylenie standardowe wyrażone w procentach średniej) poletek o  $n$  jednostkach,
- $t_1$  — wartość  $t$  odczytana z tablic rozkładu  $t$  — „Studenta” dla współczynnika ufności  $\alpha$  i odpowiedniej liczby stopni swobody (wariancji błędu),
- $t_2$  — wartość  $t$  odczytana z tablic rozkładu  $t$  — „Studenta” dla prawdopodobieństwa równego  $2(1-P)$  (gdzie  $P$  jest prawdopodobieństwem uzyskania istotnych wyników) i odpowiedniej liczby stopni swobody — jak poprzednio przy  $t_1$ .

Podstawiając w miejscu  $C_n^2$  odpowiednie wartości wynikające z wzoru (1) otrzymujemy:

$$r = \frac{2C_1^2(t_1+t_2)^2}{d^2n^b}, \quad (5)$$

gdzie:

- $C_1$  — jest współczynnikiem zmienności między poletkami wielkości jednej — jednostki,
- pozostałe symbole jak poprzednio.

Rozwiązując względem  $n$  uzyskujemy:

$$n = \sqrt[b]{\frac{2C_1^2(t_1+t_2)^2}{rd^2}}, \quad (6)$$

Aby można było ten wzór stosować konieczne jest oszacowanie na drodze empirycznej wskaźnika zmienności glebowej  $b$  oraz współczynnika zmienności między jednostkami  $C_1$ . Pozostałe wartości powinien określić bezpośrednio eksperymentator,

- $d$  — różnicę jaką chce wykazać, czyli precyzję doświadczenia,
- $P$  — prawdopodobieństwo wystąpienia istotnych różnic,
- $r$  — liczbę powtórzeń, która czasami zależy od wyboru układu doświadczalnego,
- $t_1, t_2$  — które zależą również od układu doświadczalnego (liczby stopni swobody wariancji błędu).

Wzór (6) nie daje jednoznacznej odpowiedzi na pytanie o wielkości poletka, lecz wyraża ją jako funkcję ilości powtórzeń (różną w różnych układach), po przyjęciu wielkości pozostałych parametrów. Można go też przekształcić tak aby uzyskać funkcję precyzji doświadczenia przy ustalonej liczbie powtórzeń i pozostałych parametrów:

$$d = \sqrt{\frac{2C_1^2(t_1+t_2)^2}{rn^b}}, \quad (7)$$

Określenie odpowiedniej wielkości poletka z użyciem wzoru (6) stosowane było w odniesieniu do ziemniaków przez Łuczycką i Kordzińskiego [9], którzy stwierdzili, że udowodnienie 15% różnic można uzyskać stosując 40-krzakowe poletka w 4 powtórzeniach lub 20-krzakowe w 6 powtórzeniach.

Uzyskali oni w warunkach SHR Krokowa wskaźnik zmienności glebowej  $b = 0,81$ . Brak jest innych danych w literaturze na temat wartości tego wskaźnika w warunkach polskich. Są natomiast pewne dane na temat zmienności plonów indywidualnych roślin ziemniaka. Jastrzębski [7] badając zmienność plonowania pojedynczych roślin ziemniaka w stanie pełnej dojrzałości przy rozstawie  $62,5 \times 40$  cm uzyskiwał współczynnik zmienności plonów  $C_1 = 37,7\%$  (Wyszoborski). Świeżyński [13] uzyskiwał współczynnik zmienności plonów od 33,2 do 34,6% przy rozstawie 38 cm wewnątrz 4-krzakowych poletek i 60 cm między poletkami. Świeżyński [12] udowodnił ponadto, że zmienność plonu pojedynczych roślin nie zależy od wczesności odmiany.

#### BADANIA WŁASNE

Na podstawie doświadczeń beczynnikowych przeprowadzanych w 1971 r. na polu doświadczalnym ZDZ Bonin obliczono współczynniki zmienności plonu pojedynczych roślin dwóch odmian: Zorza i Wyszoborski uprawianych w rozstawie  $62,5 \times 40$  cm. U odmiany Zorza wynosił on 36,1%, a u Wyszoborski — 36,8%. Do dalszych rozważań przyjęto wartość współczynnika zmienności plonu pojedynczych roślin  $C_1 = 37\%$ .

Na podstawie 759 doświadczeń założonych w układzie zależnym obliczono wskaźniki zmienności glebowej  $b$ , stosując metodę podaną przez Kocha i Ringneya [8]. Ma ona wartość równą 0,70.

Badając wpływ różnych czynników na wartość wskaźnika zmienności glebowej stwierdzono, że zależy od tych szeroko pojętych elementów, które również wpływają na wysokość uzyskiwanych plonów. W doświadczeniach, w których uzyskiwano średni plon poniżej 100 q/ha — wartość wskaźnika zmienności glebowej wynosiła średnio 0,31: przy plonach 101-150 q/ha — 0,594: przy plonach 151-200 — 0,654. Przy plonach powyżej 200 g/ha wartość wskaźnika zmienności glebowej już nie wzrastała i wahała się od 0,691 do 0,749.

Wskaźniki zmienności glebowej obliczone na podstawie doświadczeń prowadzonych w specjalistycznych zakładach doświadczalnych wynoszą często powyżej 0,9 (Jadwisin — 0,934; Minikowo — 0,911, Wielichowo — 0,925). Przyjęto więc, że wskaźnik zmienności glebowej  $b = 0,9$  odpowiada „dobremu” wyrównaniu gleby oraz analogicznie  $b = 0,5$  — złemu  $b = 0,7$  — odpowiada średniemu wyrównaniu gleby.

Badania plenności materiałów hodowlanych w doświadczeniach wstępnych i stacyjnych prowadzone są najczęściej w układach kratowych całkowicie zbalansowanych: przeważnie 25 obiektów w 6 powtórzeniach.

Zakładając, że doświadczenia nie powinny być zakładane na glebach o „złym” wyrównaniu tzn. przy  $b = 0,5$ , wyliczono m. in. odpowiednie wielkości poltek dla takich układów przyjmując  $b = 0,7$  i  $b = 0,9$  dla dwóch poziomów precyzji doświadczenia — 10 i 15% przy  $P = 0,80$ .

Wymagana liczba roślin na poletko w zależności od precyzji doświadczenia i zmienności glebowej była następująca:

Wskaźnik zmienności glebowej ( $b$ )	10%	15%
0,7	171	54
0,9	55	23

Specyfika badania plenności materiału hodowlanego polega m.in. na tym, że porównuje się ją do wzorca zbiorowego złożonego z dwóch lub trzech odmian.

W przypadku stosowania wzorca złożonego z dwóch lub więcej odmian wzór (6) przyjmuje zmodyfikowaną postać:

$$n = \sqrt[b]{\frac{2C_1^2(t_1+t_2)^2}{d^2} \left( \frac{1}{kr} + \frac{1}{r} \right)}, \quad (8)$$

gdzie:

$k$  — ilość odmian stanowiących wzorzec.

Wymagana liczba roślin na poletko w zależności od zmienności glebowej, precyzji doświadczenia i liczby odmian wzorcowych była następująca:

Wskaźnik zmienności glebowej	Precyzja doświadczenia %	Liczba odmian wzorcowych 2	Liczba odmian wzorcowych 3
0,7	10	144	96
	15	38	31
0,9	10	40	25
	15	17	15

Jak powszechnie wiadomo doświadczenia wstępne zawierają poletka po 40 roślin, a pierwsze lata doświadczeń stacyjnych poletka po 20 roślin.

Jak stwierdzono wzór (7) daje odpowiedź o spodziewanej precyzji doświadczenia przy założonej wielkości poletka i pozostałych parametrów. Również i w tym przypadku uwzględnienie specyfiki doświadczeń hodowlanych prowadzi do modyfikacji tego wzoru

$$d = \sqrt[b]{\frac{2C_1^2(t_1+t_2)^2}{n^b} \left( \frac{1}{kr} + \frac{1}{r} \right)} \quad (9)$$

wynikającej ze stosowania tzw. „wzorców zbiorowych”.

Precyzja doświadczeń w % w zależności od zmienności glebowej, liczby odmian wzorcowych i liczby roślin na poletko obliczona na podstawie wzoru (9) była następująca:

Wskaźnik zmienności glebowej ( <i>b</i> )	Liczba odmian wzorcowych	Liczba roślin 40	na poletku 20
0,7	1	16,7	21,2
	2	14,4	18,4
	3	13,6	17,3
0,9	1	11,5	15,7
	2	10,0	13,6
	3	9,4	12,9

#### PODSUMOWANIE

Przedstawione zależności dotyczą doświadczeń zakładanych w rozstawie  $62,5 \times 40$  cm bez rzędów ochronnych i zbieranych przy pełnej dojrzałości, bez dodatkowego wyrównywania wielkości sadzeniaków, co prawdopodobnie umożliwiłoby zmniejszenie błędu doświadczalnego, a tym samym podnosiłoby precyzję doświadczenia. Z czynników, które w sposób decydujący wpływają na wielkość poletka i precyzję polowych doświadczeń ziemniaczanych, należy wymienić dobre wyrównanie gleby, którego nie jest w stanie zrównoważyć nawet wydatne zwiększenie liczby powtórzeń. W związku z tym, szczególnego znaczenia nabierają wybór i przygotowanie pola.

Doświadczenie z rodami ziemniaka założone w układzie kratowym (25 obiektów w 6 powtórzeniach) i zawierające 40 roślin na poletku przy przeciętnej zmienności glebowej ( $b = 0,7$ ) umożliwia wykazanie istotności 13,6-16,7% różnic, w zależności od liczby odmian wzorcowych. Obniżenie spodziewanej precyzji doświadczenia (w tych samych warunkach) tj. wykazanie istotności różnic w wysokości około 20% średniej układu doświadczalnego umożliwia zmniejszenie poletka do 20 roślin.

#### LITERATURA

1. Cochran W. G., Cox G. M.: Experimental designs. J. Wiley, New York 1959.
2. Currence T. M., Krantz F. A.: The relation of plot size and shape to potato yield variations. Am. Potato J. 13, 1936.
3. Elliot F. C., Darroch J. G., Wang H. L.: Uniformity trials with spring wheat. Agr. J. 1952.
4. Hatheway W. H.: Convenient plot size. Agr. J. 1961.
5. Imer F. R.: Size and shape of plot in relation to field experiments with sugar beets. J. Agr. Res. 1932.
6. Imer F. R. Raleigh S. M. Further studies of size and shape of plot in relation to field experiments with sugar beets. J. Agr. Res. 1933.
7. Jastrzębski K.: Niepublikowane dane na temat zmienności plonów roślin ziemniaka 1963.

8. Koch E. J. Rigney J. A.: Method of estimation optimum plot size from experimental data Agr. J. 1951.
9. Łuczycka M., Kordziński J.: Wyniki wstępnych badań wpływu wielkości poletek i liczby powtórzeń na dokładność oceny rodów ziemniaka. Wybr. zagad. hod. ziemn. Dod. publ. Specz. 9, Warszawa 1971.
10. Meyers C. H., Perry F. R.: Analysis and interpretation of data obtained in comparative tests of potatoes. J. Am. Soc. Agron. 15, 1923.
11. Smith H. F.: An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. J. Agr. Sci., 1938.
12. Świeżyński K.: Selekcja ziemniaków na cechy użytkowe. Część I. Zróżnicowanie kilku krzyżówek pod względem plenności, wczesności, bujności i długości stolonów. Hod. Rośl. Aklim. t. 2, 1958.
13. Świeżyński K.: Selekcja ziemniaków na cechy użytkowe. Część II. Zmienność krzakowa. Hod. Rośl. Aklim. t. 3, 1959.
14. Wallace A. T., Chapman W. H.: Studies in plot technique for oat clipping experiments. Agr. J., 1956.
15. Westover K. G.: The influence of plot size and relation on experimental errors in field trials with potatoes. West Virg. agr. Exp. Station Bull., 1924.

*Й. Трэнтовски*

## ВЕЛИЧИНА ОПЫТНОГО УЧАСТКА В ИССЛЕДОВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

### Резюме

Работа затрагивает проблему величины опытного картофельного участка в схеме сбалансированной квадратной решётки — 25 объектов в 6-ти повторностях.

Такую схему чаще всего применяют, исследуя урожайность селекционного материала картофеля. Рассматривали величину участка в зависимости от: показателя изменчивости почв, истинной разницы, которую хотят доказать и количества применяемых стандартных сортов. Определили также ожидаемую истинную разницу при применяемых величинах участков (20 и 40 растений в расстоянии 62,5 + 40 см).

*J. Trętowski*

## THE PLOT SIZE IN POTATO EXPERIMENTS

### Summary

The plot size problem in potato experiments is described in this paper. The lattice square designs are generally used in experiments with breeding potatoes in our country — 25 treatments in 6 replications. The convenient plot size in those experiments depends on: soil heterogeneity index, true difference which is wanted to detect (precision of experiment) and number of standard varieties. The paper contains the expected precision of experiments when plot size is 20 and 40 plants per plot (using 62.5 cm between rows and 40 cm in row).

## DYSKUSJA

*Mgr K. Dmochowski*

W nawiązaniu do wypowiedzi dra Trętowskiego, dotyczącej precyzji doświadczeń w warunkach polskich, proszę zwrócić uwagę, że w około 400 doświadczeniach odmianowych COBORU w latach 1972-1974 otrzymano nieco lepsze wskaźniki ścisłości doświadczenia — średnio NIR = 9% średniej generalnej; przy czym tylko w około 9% doświadczeń NIR przekraczała 15% średniej generalnej. Istnieje realna szansa zmniejszenia NIR do około 9% średniej generalnej. Ponieważ powiększenie współczynnika  $b$ , a więc zmniejszenie zmienności glebowej jest w naszych warunkach trudne, dążyć do zmniejszenia współczynnika zmienności roślin  $C_1$ , głównie przez używanie zdrowego materiału i wyrównanych sadzeniaków, przechowywanych w odpowiednich warunkach.

*Prof. dr K. Świeżyński*

Przy ustalaniu optymalnego rozmiaru i kształtu poletek w doświadczeniach z ziemniakami należy, poza liczebnością roślin na poletko, uwzględnić takie elementy jak wpływ sąsiednich roślin ścieżek i pustych miejsc, wyrównania sadzeniaków itp.

*Dr J. Trętowski*

W badaniach swoich korzystałem z doświadczeń zawierających materiały o zdrowotności oryginału lub klasy A. Zastosowanie sadzeniaków zdrowych — tak, jak ma to miejsce w doświadczeniach COBORU — powinno rzeczywiście wpłynąć na zmniejszenie współczynnika  $C_1$  i w konsekwencji poprawić precyzję doświadczeń.