

DOŚWIADCZENIA PŁODOZMIANOWE I SPOSOBY ICH OPRACOWANIA

Krystyna Filipiak

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Ważną grupą badań rolniczych są wieloletnie doświadczenia płodozmianowe. Ich celem jest wskazanie optymalnego płodozmiaru, czyli wybór i takie uszeregowanie następstwa roślin, które jest uzasadnione z biologicznego punktu widzenia, zatem dostosowane do specyfiki glebowo-klimatycznej gospodarstwa. Ten stan zapewnia wysoką produkcję, zapobiega nasileniu występowania chwastów, chorób i szkodników roślin oraz nie tylko zachowuje, ale i podnosi żyzność gleby. Obecnie w związku z wprowadzeniem specjalizacji, na dobór roślin w zmianowaniu, a także ich następstwo, coraz silniej wpływa opłacalność produkcji, czyli zmniejszenie nakładów pracy i materiałów oraz energochłonności.

Pierwsze doświadczenia płodozmianowe zostały założone w Anglii już w XIX wieku. Jednak głównie z braku teorii układów eksperymentalnych i metod statystycznych ich wyniki oraz wyniki innych eksperymentów, prowadzonych w XIX i na początku XX wieku, nie były w pełni wykorzystane. Dopiero w latach czterdziestych pokazały się pierwsze opracowania statystyczne wyników doświadczeń płodozmianowych [3, 4, 32].

Prace nad układami eksperymentalnymi, analizą statystyczną i interpretacją wyników wieloletnich doświadczeń płodozmianowych są jeszcze w fazie koncepcji i studiów. Dla niektórych typów eksperymentów zdołano już opracować pełne schematy i wyprowadzono wzory obliczeniowe dla statystycznej analizy wyników [5, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33].

Przedstawiona praca jest wstępną próbą inwentaryzacji i klasyfikacji doświadczeń płodozmianowych, jako podstawy do ich uporządkowania, oceny i propozycji usprawnień w dalszych etapach badań.

CHARAKTERYSTYKA DOŚWIADCZEŃ PŁODOZMIANOWYCH

Podstawową cechą doświadczeń płodozmianowych jest ustalone z góry następstwo roślin uprawianych na tym samym polu w kolejnych latach cyklu.

Zróżnicowanie zabiegów agrotechnicznych dla badanych roślin, duża powierzchnia doświadczeń oraz długi okres ich trwania sprawiają, że są one drogie. Często zdarza się również, że liczba badanych obiektów, testowanych roślin i punktów doświadczalnych limitują i regulują dostępne środki.

Doświadczenia płodozmianowe, pod kątem badanych w nich zagadnień, można w zasadzie podzielić na dwa typy: testujące kilka płodozmianów oraz porównujące wpływ różnych obiektów agrotechnicznych w jednym, ustalonym zmianowaniu. Te drugie można nazywać doświadczeniami prowadzonymi w płodozmianie. Najczęściej zakłada się doświadczenia płodozmianowe obejmujące kombinacje obu tych tematów.

Sposób opracowania wyników eksperymentalnych dla obu typów różni się ponadto ze względu na porównywane obiekty i rodzaje analizowanych plonów. Zakres tych zmiennych zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zakres porównywanych obiektów i analizowanych plonów
w różnych doświadczeniach płodozmianowych

Porównywane obiekty	Analizowane plony
1) stałe - stosowane na tych samych poletkach:	1) pojedynczych roślin
a) każdego roku	a) roczne
b) tylko w pierwszym roku	b) wieloletnie
c) w stałych przedziałach czasowych	2) ustalonej rotacji
	- przeliczeniowe (suma)
2) zmieniające się (cyklicznie) - stosowane na różnych poletkach w kolejnych latach (rośliny zmianowania)	3) różnych roślin
	a) osobno, np. testowych
	b) razem, w jednostkach przeliczeniowych

Testowanie różnych płodozmianów jest kłopotliwe ze względu na to, że przeważnie nie występują w nich jednakowe rośliny w tych samych latach cyklu. Tak więc na porównywanie roślin plonujących w różnych latach ma wpływ zmienność przebiegu pogody i działanie następcze obiektów stanowiących ich przedplony.

Porównanie plonowania różnych gatunków roślin jest możliwe przez sprowadzenie ich plonów do wspólnej miary, jaką są jednostki przeliczeniowe. Przeliczanie plonów wszystkich roślin występujących w pełnej rotacji na jednostki zbożowe lub owsiane, chociaż spotyka się z krytyką, jest powszechnie stosowane.

W doświadczeniach płodozmianowych efekty obiektowe często są powodowane zmiennością lat. Tu w grę wchodzi czynniki zewnętrzne, wśród których najbardziej znaczącymi są: warunki meteorologiczne, sposób prowadzenia doświadczenia i zmienność w samych obiektach (inne odmiany lub formy nawożenia) w kolejnych latach doświadczenia. Do czynników wewnętrznych można zaliczyć narastające zmiany spowodowane działaniem następczym obiektów, które prowadzi do wzrostu lub spadku żyzności gleby, a w efekcie wyżki bądź niżki plonów.

Wpływ zmiennych warunków pogodowych w kolejnych latach trwania eksperymentu można zbadać, uwzględniając jako dodatkowy czynnik doświadczenia rok rotacji płodozmianu. Ponieważ zróżnicowanie badanej cechy wskutek zmienności lat jest znaczne i często przewyższa zmienność badanych obiektów w obrębie jednego roku, zaleca się, żeby każda roślina rotacji występowała w każdym roku trwania eksperymentu (doświadczenia zakładane jednocześnie wszystkimi polami zmianowania).

Efekty wzrostu żyzności gleby są najczęściej oceniane przy pomocy współczynników regresji dla funkcji plonów w czasie.

DOŚWIADCZENIA TESTUJĄCE PŁODOZMIANY

Doświadczenia płodozmianowe tego typu są konstruowane w celu porównania kilku różnych płodozmianów lub różnych następstw roślin. Dawniej porównywano dowolne, nieraz bardzo różniące się płodozmiany, obecnie coraz częściej ocenia się dość podobne, przeważnie specjalistyczne, jednak zwykle na tle wzorcowych, zwanych tradycyjnymi lub klasycznymi. Wszystkie zabiegi agrotechniczne, takie jak uprawa roli, nawożenie, dobór odmian, terminy siewu i zbioru itp. powinny być optymalne dla każdej z roślin zmianowania. Jako obiekty doświadczenia traktuje się pola roślin płodozmianów, a dodatkowym czynnikiem mogą być lata trwania eksperymentu.

Analizując wyniki kolejnych lat statycznego doświadczenia z porównaniem różnych zmianowań, eksperymentator może ocenić wpływ bezpośrednich przedplonów na roślinę następczą traktowaną jako roślina testowa (w drugim roku doświadczenia) lub par przedplonów (w trzecim roku badań). Jeżeli wyniki są opracowywane na płonach rośliny testowej, wówczas najczęściej wpływ następczy przedplonu jest badany w doświadczeniu jednoczynnikowym, a ogniwa (trójki roślin) w doświadczeniu dwuczynnikowym, w którym jako czynniki uwzględnia się przedprzedplony i przedplony. Badanie wydajności par lub trójek roślin oraz całych zmianowań najczęściej sprowadza się do sum plonów przeliczeniowych dla wszystkich roślin rotacji. Analizowany jest wówczas układ split-plot, w którym rolę podbloków spełniają płodozmiany, a obiektami drugiego rzędu są pola roślin. Ujemną cechą analizy przeprowadzonej na

plonach roślin przeliczeniowych na jednostki zbożowe jest uwikłanie zmienności tych plonów ze zmiennością pogodową lat. Na przykład, jeżeli w rotacji wystąpi rok korzystny dla uprawy buraka cukrowego, to łączny plon przeliczeniowy korzeni i liści może mieć dominujący udział w sumie plonów roślin z całej rotacji i w efekcie właśnie tylko on zdecyduje o wysokiej średniej produktywności tego zmianowania.

Innym sposobem oceny płodozmianów jest porównanie żyzności stanowisk pozostawionych przez całe człony zmianowania przy pomocy plonów rośliny testowej kończącej cykl każdego płodozmiannu lub występującej w każdym roku w badanych płodozmiannach. Klasycznym przykładem tego typu badań jest doświadczenie, w którym porównywano sześć różnych zmianowań na glebach lekkich, każde o 4-letniej rotacji [2].

Statystyczną metodą porównania dwóch płodozmianów o różnej i tej samej długości rotacji przy pomocy analizy wariancji i na podstawie plonów rośliny testowej, przedstawił T. Przybysz [27, 28, 29]. Metodą tą można porównywać płodozmianny wówczas, gdy w każdym z nich występuje ta sama roślina, zwana testową. Wybór takiej rośliny zależy od charakteru płodozmiannu. Roślina testowa powinna występować w każdym roku, w obu porównywanych płodozmiannach. Warunek ten jest spełniony, jeżeli doświadczenie rozpoczyna się równocześnie polami wszystkich roślin.

Analiza wariancji plonów w tych doświadczeniach została przedstawiona dla zmodyfikowanego układu split-block, w którym czynnikami są: pola roślin w badanych płodozmiannach i lata trwania eksperymentu. Głównym celem tej analizy jest konstrukcja i ocena kontrastu służącego do porównania całych płodozmianów.

Cytowany autor [27] podał dodatkowo wzory na obliczenie współczynników regresji, przy pomocy których można ocenić wzrost lub spadek plonów rośliny testowej, będący efektem zmian żyzności gleby w kolejnych latach doświadczenia. Wówczas porównanie płodozmianów polega na testowaniu współczynników regresji obliczonych dla każdego zmianowania. Metody te wymagają jednak zbyt długiego okresu trwania doświadczenia, szczególnie przy porównywaniu płodozmianów o różnej długości rotacji, których wyniki można opracowywać dopiero po kilkunastu latach prowadzenia eksperymentu.

Opisany powyżej typ doświadczeń jest rzadko wykorzystywany w doświadczalnictwie polowym. Przeważnie oprócz czynnika płodozmiannowego stosuje się dodatkowe, agrotechniczne. Przy opracowaniu statystycznym wyników takiego doświadczenia czynniki te stanowią dodatkowy kierunek klasyfikacji i w niczym nie zmieniają przedstawionych powyżej uwag.

DOŚWIADCZENIA PORÓWNUJĄCE WPŁYW RÓŻNYCH ZABIEGÓW
AGROTECHNICZNYCH W JEDNEJ, USTALONEJ ROTACJI

Do tego typu badań zalicza się wieloletnie doświadczenia, w których poza rozlosowanymi obiektami corocznie zmieniają się uprawiane ziemiopłody. Obiektami są tu najczęściej kombinacje następujących czynników: sposoby bądź dawki nawożenia, uprawy roli, metody zwalczania chwastów, chorób i szkodników roślin.

Przy analizowaniu wyników doświadczeń z pojedynczymi roślinami plony kolejnych lat można połączyć razem dla opracowania serii. Kiedy jednak bada się działanie obiektów na plony roślin w ustalonym następstwie, to informację o efektach można uzyskać przy pomocy analizy wariancji, wykonywanej oddzielnie dla każdego roku i każdej przyrodniczej cechy rośliny występującej w tym roku. Należy również pamiętać, że bezpośredni wpływ działania porównywanych obiektów może być uwikłany z wpływem działania następczego obiektów zastosowanych pod przedplon. Badane kombinacje mogą być stosowane corocznie, dla każdej z roślin rotacji lub w stałych odstępach czasowych dla wybranych roślin zmianowania. Przy opracowaniu statystycznym wyników powinno się też uwzględnić zabiegi stosowane dla przedplonów.

Istnieje możliwość połączenia plonów różnych roślin zmianowania przy wykorzystaniu plonów przeliczeniowych lub wskaźników efektów ekonomicznych ich uprawy. Wówczas konieczna jest dokładna analiza połączonych wyników z powodu możliwej korelacji plonów różnych roślin przychodzących po sobie na to samo pole. Doświadczenia tego typu powinny również być zakładane jednocześnie wszystkimi polami roślin, w celu wyeliminowania działania fluktuacji pogodowych kolejnych lat.

Przykładem tego typu badań może być doświadczenie opisane przez H. Żurawskiego i J. Sienkiewicza [37], w którym rozważano wpływ uproszczeń w technologii uprawy roli, stosowanych na tle zróżnicowanego nawożenia, na plony roślin oraz pobranie składników pokarmowych. Autorzy przedstawili wpływ porównywanych czynników na plony roślin oraz na sumy plonów całej rotacji przeliczone na jednostki zbożowe, osobno dla każdego punktu eksperymentalnego. Podali również łączne pobranie azotu, fosforu i potasu przez wszystkie rośliny rotacji, dla każdego obiektu doświadczenia.

Innym przykładem jest praca H. Żurawskiego i innych [38], poświęcona wpływem uproszczonej uprawy roli na zawartość substancji organicznej, przyswajalnych form potasu i fosforu oraz niektóre właściwości fizyczne gleby lekkiej. Przedstawiono w niej zmiany w zawartości składników pokarmowych w latach, osobno dla każdego obiektu i rośliny rotacji. Wpływ testowanych obiektów na plony roślin zmianowania badano, wykorzystując metodę analizy wariancji dla każdej rośliny, w obrębie każdej rotacji.

Patterson [23] na przykładzie wieloletniego doświadczenia z badaniem wpływu obiektów nawozowych w 3-polowym zmianowaniu przedstawił metodę statystycznej analizy tego typu eksperymentów. Polega ona na ocenie efektów obiektowych metodą analizy wariancji przeprowadzonej osobno dla każdej rośliny zmianowania. Doświadczenie było założone polami wszystkich roślin. W analizie wariancji wyodrębnia się następujące źródła zmienności: lata, obiekty, błędy poletek i poletek z latami oraz interakcję obiektów z latami. Interakcja podlega dalszej analizie w celu eliminacji zmienności lat ze zmienności obiektów. Zmienność tę wyceniono regresją liniową w czasie w oparciu o wielomiany ortogonalne.

Autor pokazuje również podział sum kwadratów dla obiektów i regresji na kontrasty dla wszystkich możliwych porównań między obiektami i ich kombinacjami.

W innej pracy Patterson [25] przedstawił możliwość potraktowania doświadczenia płodozmianowego jako doświadczenia czynnikowego typu 2^n z ułamkową replikacją oraz opisał metodę konstruowania planów doświadczeń płodozmianowych w oparciu o plany eksperymentów czynnikowych z uwikłaniem interakcji wyższych rzędów.

J. Świetlicka-Grala i B. Grala [30] przedstawili opracowanie wyników doświadczenia płodozmianowo-nawozowego, stosując analizę profilową. Jest to jedna z metod wielozmiennej analizy wariancji, w której pomiary powtarzane na tych samych poletkach traktuje się jako zmienne.

DOŚWIADCZENIA PORÓWNUJĄCE PŁODOZMIANY NA TLE DODATKOWYCH CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH

W najczęściej spotykanych doświadczeniach płodozmianowych badany jest oprócz różnych zmianowań wpływ innych niepłodozmianowych czynników; doświadczenia te stanowią połączenie obu przedstawionych wcześniej typów oznaczeń. Dodatkowe czynniki bada się z reguły w układach split-block lub split-plot dla doświadczeń dwuczynnikowych lub kombinacji tych układów w doświadczeniach z trzema czynnikami. Najczęściej pierwszym czynnikiem są pola roślin występujące w porównywanych płodozmiianach. Zaleca się ograniczenie porównań do kilku (dwóch, trzech) płodozmiianów badanych na tle dodatkowych czynników z małą (dwa, trzy) liczbą poziomów.

W literaturze spotyka się częściowe lub kompleksowe opracowania dotyczące wyników doświadczeń płodozmianowych. Częściowe opracowanie polega na przedstawieniu wyników i analiz dla jednej z roślin w rotacji lub na zamieszczeniu informacji dotyczącej wpływu badanych czynników w zmianowaniu na wybraną zmienną charakteryzującą zmiany chemicznych lub fizycznych właściwości gleby. Odnosi się to również do materiałów przedstawionych opisowo, bez wykorzystania obliczeń i statystycznej interpretacji wyników.

Do charakterystyki doświadczeń i sposobów ich opracowania można wykorzystać dwa przykłady:

A - ocena zmianowań o różnym udziale zbóż na tle zróżnicowanego nawożenia NPK oraz wariant z dodatkowym badaniem głębokości uprawy roli (doświadczenie Pracowni Uprawy Roli IUNG Puławy).

B - sprawdzenie możliwości uproszczenia zmianowań przy stosowanych dwóch poziomach chemizacji (doświadczenie Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin ART w Olsztynie).

Wyniki doświadczenia A były przedstawiane w wielu pracach [10, 11, 12, 14]. Porównywano w nich zmianowania obejmujące 50%, 75% i 100% zbóż w strukturze zasiewu i ich wpływ na plony roślin testowych (zbóż) oraz na zmienne charakteryzujące wybrane właściwości chemiczne i fizyczne gleby. Dodatkowo przedstawiono również ekonomiczną ocenę tych zmianowań [6].

Syntetyczne opracowanie wyników doświadczenia A składa się z szeregu pojedynczych prac charakteryzujących się częściową oceną wyników; jedynie praca J. Kusia [11] jest bardziej kompleksowa. Statystyczna ocena wyników, w większości cytowanych powyżej prac, nie uwzględnia w analizie wariancji zmienności lat oraz oszacowania trendu plonów w latach przy pomocy funkcji regresji.

K. Zawiślak [36] przedstawiła wyniki doświadczenia B opracowane metodą analizy wariancji dla plonów badanych roślin w kolejnych latach w oparciu o zbudowany kontrast dla porównania płodozmianów. Wykorzystuje ona również metodę regresji dla znalezienia funkcji opisującej trend plonowania roślin w latach. Jest to praca kompleksowa zawierająca pełną analizę wyników tego doświadczenia, nie tylko dla plonów roślin, ale i innych zmiennych przyrodniczych.

Częściowe opracowania wyników doświadczenia B można spotkać w publikacjach [15-22], a opis innych eksperymentów płodozmianowych w pracach [1, 34, 35].

MONOKULTURY

Uprawa roślin w monokulturze poprzez jednostronne wykorzystywanie składników pokarmowych z gleby, a głównie nasilenie występowania określonych chorób, szkodników i chwastów, przyczynia się do obniżenia plonów. Ujemne ich działanie można tylko częściowo wyeliminować, stosując odpowiednie nawożenie i środki ochrony roślin, co jest istotne w procesie dalszej specjalizacji zmianowań. Wieloletnią monokulturę wprowadza się w europejskich badaniach w celu przyspieszenia objawów warunków prowokacyjnych i łatwiejszego określenia przyczyn ograniczających plon.

W doświadczeniach tych bada się najczęściej plonowanie roślin w monokulturze w odniesieniu do plonów ziemiopłodów uprawianych w zmianowaniach tradycyjnych lub

umiarkowanie uproszczonych. Celem tych eksperymentów jest ustalenie granicznej liczby lat dla ciągłego plonowania określonych gatunków roślin (tzw. tolerancja gatunku na siew po sobie).

Przy opracowaniu statystycznym tego typu doświadczeń na ogół porównywanych z klasycznymi rotacjami, w których musi występować ten sam gatunek, monokulturę traktuje się jako jeden z testowanych płodozmianów. Najczęściej podstawą do analizy wariancji są plony rośliny uprawianej w monokulturze przyjmowanej w obliczeniach za roślinę testową. Zależność plonu od liczby lat uprawy gatunku na tym samym polu ocenia się przy pomocy równań regresji.

I. Gonet i Z. Gonet [7, 8, 9] przedstawili wyniki badań nad plonowaniem różnych roślin na uprawę w okresowej monokulturze w różnych warunkach siedliska. Autorzy analizowali plony roślin w latach oraz wpływ występujących chorób, szkodników i chwastów na niższe plony.

W pracy H. Wojciechowskiej-Kot i J. Mikołajskiej [31] - omówiono choroby powodujące obniżenie zdrowotności 6 badanych roślin uprawianych w monokulturze.

Tolerancję różnych gatunków roślin na skracanie rotacji i monokulturę przedstawili W. Niewiadomski i K. Zawiślak [18-22]. W pracach tych wyrażono plony roślin uprawianych w monokulturze i w zmianowaniu uproszczonym w procentach kontroli, którą stanowiło zmianowanie tradycyjne. Opracowanie [22] zawiera tabelę analizy wariancji i równania regresji dla plonów w zależności od lat trwania eksperymentu. Były to wyniki uzyskane z doświadczenia grupy B, o której wspomniano w przykładach z poprzedniego rozdziału.

Federer [5] przedstawił stosowaną przez Fishera metodę wielomianów ortogonalnych dla doświadczenia z pszenicą w monokulturze, gdzie najlepiej dopasowany do wyników eksperymentu okazał się wielomian piątego stopnia. Autor sugeruje jednak, że funkcja wielomianowa niezbyt dobrze opisuje zmiany plonu w latach. W praktyce spadek plonów następuje do pewnej granicznej wartości, w związku z tym inne, nie wielomianowe funkcje czasu mogą lepiej opisywać plon z poletka w latach badań.

PODSUMOWANIE I UWAGI KOŃCOWE

Doświadczenia płodozmianowe przedstawiane w licznych pracach różnią się nie tylko stosowanymi układami eksperymentalnymi, mniej lub bardziej poprawnymi, ale i znaczną dowolnością w opracowaniu wyników. Zakładanie doświadczenia płodozmianowego w dowolny sposób, a nie według poprawnych schematów eksperymentalnych, wynika najczęściej z trudności technicznych i wysokich kosztów badań wieloletnich. Natomiast na różnorodność sposobów opracowania wyników eksperymentalnych wpływa brak odpowiednich metod statystycznych oraz, niestety, nikłe zainteresowanie sta-

statystyków tym zagadnieniem. W literaturze polskiej problem statystycznego opracowania wyników doświadczeń płodozmianowych spotkać można tylko w pracach T. Przytyckiego.

W opracowaniach dotyczących testowania płodozmianów porównania statystyczne obejmują najczęściej plony rzeczywiste poszczególnych roślin, plony rzeczywiste lub przeliczeniowe grup podobnych roślin oraz plony przeliczeniowe całych zmianowań. Analizowane są pojedyncze lata, poszczególne rotacje i cały okres badań. Obliczenia statystyczne wykonywane są dla porównania badanych obiektów przy pomocy metod analizy wariancji, a trendy plonów w latach wyceniane równaniem regresji. W wielu pracach spotyka się analizę innych cech przyrodniczych, takich jak zasiedlenie, szkodniki, choroby, oraz wybranych zmiennych charakteryzujących właściwości fizyczne i chemiczne gleby.

Dla dalszych badań bardzo ważne jest poprawne założenie wieloletniego doświadczenia płodozmianowego. Wiąże się to z wyborem odpowiednich zmianowań, przy czym eksperymentalnie należałoby porównywać wybrane warianty zmianowań, ocenione na podstawie dotychczasowej wiedzy jako optymalne, na tle dodatkowych, agrotechnicznych czynników z niewielką liczbą ich poziomów. Dla doświadczeń tego typu można dopasować schemat eksperymentalny doświadczenia czynnikowego.

Przy opracowywaniu wyników eksperymentalnych celowe byłoby również dodatkowo poszukiwanie współzależności między badanymi zmiennymi a innymi zewnętrznymi czynnikami - przy wykorzystaniu różnych metod analizy wielocechowej.

LITERATURA

1. Adamiak J. Acta Univ. Agric. (Brno), 30(3), 21-25, 1982.
2. Birecki M., Fotyma M., Ładimirski A.: Pam. Puł., 31, 149-165, 1968.
3. Cochran W. G.: Long - term agricultural experiments. J. Roy. Statist.Soc. Suppl., 6, 1939.
4. Crowther F., Cochran W. G.: J. Agr. Sci., 32, 85-93, 1942.
5. Federer W. T.: Experimental design. Macmillan, New York 1955.
6. Gędek S., Odziemkowski K., Kuś J.: Pam. Puł., z. 74, 33-45, 1981.
7. Gonet I., Gonet Z.: Pam. Puł., 74, 47-59, 1981.
8. Gonet I., Gonet Z.: Pam. Puł., 77, 63-76, 1982.
9. Gonet I., Gonet Z.: Pam. Puł., 77, 49-62, 1982.
10. Jelinowski St.: Wpływ wzrastającego udziału zbóż na plony i łączną wydajność ziarna w zmianowaniu. Wyd. własne IUNG, R/116/, Puławy 1977.
11. Kuś J.: Wpływ pogłębionej uprawy oraz nawożenia na plonowanie roślin i kształtowanie się niektórych właściwości gleby w zmianowaniach o różnym udziale zbóż. Wyd. własne IUNG, R/108/, Puławy 1976.
12. Kuś J.: Pam. Puł., 74, 9-22, 1981.
13. Kuś J.: Pam. Puł., 74, 23-32, 1981.
14. Nawrocki S., Kuś J.: Pam. Puł., 58, 11-24, 1973.
15. Niewiadomski W., Krzymuski J., Zawiślak K.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 137, 101-109, 1972.

16. Niewiadomski W., Zawiślak K., Boreńska Ł.: Post. Nauk Rol., 1, 123-132, 1976.
17. Niewiadomski W., Zawiślak K.: Acta Univ. Agric. (Brno), 26/1/, 31-37, 1978.
18. Niewiadomski W., Zawiślak K.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 218, 13-21, 1979.
19. Niewiadomski W., Zawiślak K.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 218, 23-29, 1979.
20. Niewiadomski W., Zawiślak K.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 218, 31-38, 1979.
21. Niewiadomski W., Zawiślak K.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 229, 7-14, 1979.
22. Niewiadomski W., Zawiślak K.: Roczn. Nauk Rol., ser. A, 105/1/, 38-59, 1982.
23. Patterson H. D.: J. Agr.Sci., 43, 77-88, 1953.
24. Patterson H. D.: J. Agr.Sci., 54, 222-229, 1960.
25. Patterson H. D.: J. Agr.Sci., 65, 171-183, 1965.
26. Patterson H. D. and Lowe B. I.: J. Agr. Sci., 74, 64-81, 1970.
27. Przybysz T.: Piąte Colloquium Metodologiczne z Agro-biometrii. 108-124, Warszawa 1975.
28. Przybysz T.: Statystyczne metody porównywania płodozmianów. Rozprawy naukowe AR Lublin, 39, 1976.
29. Przybysz T.: Listy biometryczne, 75, 1-21, Wrocław 1981.
30. Świetlicka-Grala J., Grala B.: Listy biometryczne, nr 42-45, 43-54, Wrocław 1974.
31. Wojciechowska-Kot H., Mikołajska J.: Acta Univ. Agric. (Brno), 30/3/, 73-78, 1982.
32. Yates F.: The design of rotation experiments. Commonw. Bur. Soils Tech. Commun., 46, 142-155, 1949.
33. Yates F.: The analysis of experiments containing different crop rotations. Biometrics, 10, 324-346, 1954.
34. Zawiślak K., Niewiadomski W., Janczak D., Grejner M.: Acta Univ. Agric. (Brno) 30/3/, 35-42, 1982.
35. Zawiślak K., Niewiadomski W., Rzesutek I.: Acta Univ. Agric. (Brno), 30/3/, 95-101, 1982.
36. Zawiślak K.: Stopień specjalizacji zmianowań a wydajność roślin i zmiany w glebie. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, 37, 3-47, 1983.
37. Żurawski H., Sienkiewicz J.: Pam. Puł., 74, 73-84, 1981.
38. Żurawski H., Pantera H., Pabin J., Jabłoński W.: Pam. Puł., 77, 19-32, 1982.

Крыстына Филипяк

СЕВООБОРОТНЫЕ ОПЫТЫ И СПОСОБЫ ИХ СОСТАВЛЕНИЯ

Р е з ю м е

На основании доступной литературы анализировали статистические методы используемые для обработки результатов севооборотных опытов. Установлено, что для сравнения севооборотов используется чаще всего дисперсионный анализ на уровнях тестовых растений или выраженных расчетными единицами. Расчеты проводятся для отдельных лет, ротаций и за весь период исследований. Пополняющим методом является анализ регрессии, в результате которого оценивается тренд урожаев в годах. Анализируются также другие природные признаки, такие как засоренность, вредители, болезни, а также некоторые физические и химические

свойства почвы и растений. Дополнительно определяются взаимозависимости исследуемых изменчивых и других внешних факторов, таких как напр. условия погоды, при использовании метода корреляции и регрессии, а также разных методов многовариационного анализа.

Krystyna Filipiak

EXPERIMENT ON CROP ROTATIONS AND THEIR WORKING OUT METHODS

S u m m a r y

Statistical methods used for elaboration of results of crop rotation experiments are analyzed on the basis of the available literature. It has been found that it is the analysis of variance based on yields of test plants or on calculation units, which is used most often for comparison of crop rotations. The calculations are carried out for particular years, crop rotations or for the whole period of experiments. This method is supplemented by the analysis of regression, enabling to estimate the trend of yields in years. Analyzed are also natural features, such as weediness, pests and diseases of plants as well as some physical and chemical properties of soil and plants. The relationship between the variables investigated and other outer factors, such as weather conditions, is sought for additionally using the methods of correlation and regression as well as various methods of many-variable analysis.