

**WPLYW POGŁĘBIENIA WARSTWY ORNEJ NA PLONY
I NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY
W ŚWIETLE DOŚWIADCZEŃ ŚCISŁYCH I PRODUKCYJNYCH
WYKONANYCH W POLSCE W LATACH 1948—1966**

Bolesław Świętochowski, Jerzy Sienkiewicz, Leszek Śmierzchalski

Zakład Uprawy Roli i Roślin IUNG w Laskowicach Oławskich,
Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW w Warszawie

OMÓWIENIE DOŚWIADCZEŃ

Niniejsza praca oparta jest na wynikach z 19 doświadczeń ścisłych oraz na jednym opracowaniu z doświadczeń produkcyjnych IUNG. Poza tym uwzględniono również badania terenowe obserwacyjne nazwane w tekście „badaniami ankietowymi”, które są oparte na 959 danych zebranych z różnych powiatów na Kujawach. Niektóre doświadczenia ścisłe z RZD WSR Swojec oraz z IUNG zostały już częściowo opracowane przez Radomską* i Świętochowskiego**. Inne doświadczenia były również publikowane etapami przez Laskowskiego, Niewiadomskiego, Nawrockiego i ich współpracowników. W swych wypowiedziach wyżej wspomniani autorzy potwierdzają znane z literatury poglądy, że działanie głębszej orki w porównaniu do płytszej jest różne.

W doświadczeniach cytowanych ze Swojca, Małyszyna Wielkiego, ze Sternalic i Poświętnego wypadła raczej jednakowa ilość przypadków pozytywnych i negatywnych, natomiast ilość przypadków bez wyraźnego efektu wynosiła ok. 50%. Na glebach pszenno-buraczanych stwierdzano więcej przypadków z dodatnim działaniem pogłębionej orki niż na glebach żytnio-ziemniaczanych. Zbyt mało było jednak jak dotąd obserwacji i doświadczeń, by można było wyciągnąć wnioski co do wpływu pogłębienia orki na plonowanie roślin w powiązaniu z przebiegiem pogody.

Obecnie posiadając dużą liczbę wyników, postanowiono rozpatrzyć wszystkie doświadczenia ścisłe i produkcyjne pod kątem reakcji poszczególnych roślin uprawnych na pogłębioną orkę na tle pojedynczego i zwiększonego nawożenia oraz różnej częstotliwości stosowania tych orok w zmianowaniu. Aby nie powtarzać dotych-

* M. Radomska, B. Świętochowski, Einige Ergebnisse der Bisherigen polnischen Versuche über die Vertiefung der Ackerkrume. Tagungsberichte 28. Probleme der Bodenbearbeitung. D. A. der Landwirtschaft. Berlin 1960.

** Świętochowski B., Ogólna uprawa roślin. Wydanie VI. Warszawa 1969.

czasowych ogólnie znanych wniosków opartych na doświadczeniach polowych, ujmujemy zagadnienie pogłębienia orki w formie teoretycznych pytań, hipotez.

1. Jak reagują rośliny na głęboką orkę oprócz plonu innymi parametrami np. strukturą urodzaju, jakością plonu, ilością pobranych składników lub zasięgiem efektywnego systemu korzeniowego?

Czy jednorazowe pogłębienie orki powoduje zwiększenie miąższości warstwy efektywnej, czynnej na tyle, by zwiększyć aktywną masę korzeni plonu części nadziemnej?

3. Jeśli jednorazowa orka nie daje efektu, to czy wielokrotne jej powtarzanie nie przyczyni się do wytworzenia grubszej miąższości warstwy „czynnej”, względnie w jakich warunkach to może nastąpić?

4. Jakie czynniki ekologiczne naturalne i antropogeniczne wpływają na to, że reakcja na pogłębienie orki jest różnorodna? W większości przypadków brak jej, a w pozostałych ok. 50% przypadków rozkłada się w przybliżeniu po połowie na dodatnie i ujemne.

5. W jaki sposób działa poziom nawożenia w interakcji z głębokością orki na plony roślin?

6. Czy zawsze na glebach płytkich wyoranie martwicy warstwy podornej do warstwy ornej, wpływa na plony? Jeżeli nie zawsze to w jakich przypadkach?

7. Czy na niektórych glebach cięższych (minutowych) w okresie orki mogą występować duże różnice wilgotności gleby między poziomem górnym i dolnym na tyle, by tylko w jednym z nich była wilgotność optymalna strukturotwórcza? Czy w takich przypadkach orka płytsza wykonana w poziomie o wilgotności optymalnej daje lepsze efekty w plonie?

8. Jak reaguje ekosystem na głębsze wzruszenie roli w swoich poszczególnych parametrach fizycznych, chemicznych i biologicznych?

9. Jak głębsza orka wpływa na biologię chwastów i jaki jest jej udział w integracji ze zwalczaniem niepożądanych roślin?

Na niektóre z wyżej postawionych pytań będziemy starali się dać odpowiedź, inne pozostaną nadal bez odpowiedzi i winny być przedmiotem dalszych prac badawczych. W tym celu przyjęto metodę matematyczną oceny liczb, a mianowicie podział zwyżek lub zniżek plonów na klasy, co z dobrym rezultatem stosowali Świętochowski, Radomska i Sienkiewicz. Zestawienia danych wykonano uwzględniając reakcję roślin, gleby i nawożenia na pogłębienie orki.

Najpierw rozpatrzmy reakcję poszczególnych gatunków roślin na orkę pogłębioną niezależnie od rodzaju gleby i nawożenia. Rezultaty takiego ujęcia w postaci zwyżek (zniżek) plonów głównych podano w tabeli 1.

Jak wynika z tabeli 1 plony buraków (86 zbiorów), pod które wykonano orkę głębszą, aż w 50% przypadków nie różniły się od plonów na orce płytszej, u ziemniaków jeszcze w większej ilości przypadków nie wystąpiła reakcja na orkę pogłębioną. Jeśli jednak wziąć pod uwagę również klasy najbliższe, przyjęte za brak wyraźnej różnicy (zwyżki lub zniżki powyżej 30 q/ha), to łącznie nie wystąpiła reakcja na pogłębienie w 77% przypadków u buraków i 79% przypadków u ziemniaków. Wyraźne zwyżki plonów u obu tych roślin (powyżej 30 q/ha) wystąpiły w dwu-

Tabela 1. Zwyżki (zniżki) plonów gatunków roślin uprawnych w doświadczeniach ścisłych z pogłębieniem orki z lat 1948—1966

Reakcja na orkę pogłębioną (klasy wielkości zbiorów)	Bu-raki	Ziem-niaki	Pszenica			Żyto			Owies		
	a	a	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Liczebność zbiorów (liczby bezwzględne)											
	86	65	39	19	9	14	20	19	30	28	4
Liczebność zbiorów w % w poszczególnych klasach											
Wyrażna zwyżka plonów											
okopowe > 30 q/ha											
ziarno > 2 q/ha	16	16	20	16	11	—	15	45	27	11	25
Nieznaczna zwyżka plonów											
okopowe 15—30 q/ha											
ziarno 1—2 q/ha	16	11	20	16	11	8	5	22	17	14	25
Brak działania na orkę pogłębioną											
okopowe ± 15 q/ha											
ziarno ± 1 q/ha	50	56	36	37	22	50	60	33	44	35	50
Nieznaczna zniżka plonów											
okopowe 15—30 q/ha											
ziarno 1—2 q/ha	11	12	11	21	34	21	5	—	6	11	—
Wyrażna zniżka plonów											
okopowe < 30 q/ha											
ziarno < 2 q/ha	7	5	13	10	22	21	15	—	6	29	—

a — Pogłębiona orka bezpośrednio pod roślinę.

b — Działanie następcze w 1 roku po pogłębieniu orki.

c — Działanie następcze w 2 i dalszych latach po pogłębionej orce.

krotnie większej ilości przypadków niż obniżki plonów. Bardziej wyraźnie na bezpośrednią orkę pogłębioną zareagowała pszenica, przy czym w większej liczbie przypadków — dodatnio. Ten kierunek utrzymywał się i przy orce pogłębionej pod przedplon pszenicy. Inaczej zareagowało żyto ozime, które bezpośrednio po orce pogłębionej dawało częściej niższe plony. Natomiast gdy orkę stosowano pod przedplon, to w 15% przypadkach uzyskiwano wyraźne zwyżki lub obniżki plonów. W 3 roku po orce pogłębionej uzyskano u żyta efekt wyraźnie dodatni. Wreszcie owies w dość dużej ilości przypadków zareagował dodatnio na bezpośrednią orkę głębszą, natomiast działanie następcze orki pogłębionej dało wyniki rozbieżne. Powyższe zestawienie nie wyjaśnia przyczyn rozbieżności efektów orki głębszej pod poszczególne rośliny. Mogły być one uzależnione od warunków glebowych,

Tabela 2. Zwyżki (zniżki) plonów gatunków roślin uprawnych w doświadczeniach ściśtych z pogłębieniem orki z lat 1948—1966 przy różnym nawożeniu

Reakcja na orkę pogłębioną (klasy wielkości zbiorów)	Buraki		Ziemniaki		Pszenica						Żyto			Owies						
	a		a		b		c		a		b		c		a		b		c	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Wyraźna zwyżka plonów okopowe > 30 q/ha ziarno > 2 q/ha	7	10	—	—	29	—	—	25	—	—	11	22	66	66	20	20	8	—	—	—
Nieznaczna zwyżka plonów okopowe 15—30 q/ha ziarno 1—2 q/ha	11	25	—	7	14	29	—	43	—	25	—	11	—	—	60	—	8	25	—	—
Brak działania na orkę pogłębioną okopowe ± 15 q/ha ziarno ± 1 q/ha	50	57	65	79	43	43	57	14	50	—	100	100	67	45	34	34	20	80	34	42
Nieznaczna zniżka plonów okopowe 15—30 q/ha ziarno 1—2 q/ha	21	4	28	14	14	14	29	29	25	25	—	—	—	11	—	—	—	—	8	8
Z wyraźną zniżką plonów okopowe < 30 q/ha ziarno < 2 q/ha	11	4	7	—	14	14	14	25	25	—	11	22	—	—	—	—	42	25	—	—

Liczebność zbiorów (liczby bezwzględne)

Liczba zbiorów w procentach w poszczególnych klasach

a — Pogłębiona orka bezpośrednio pod roślinę.

b — Działanie następcze w 1 roku po pogłębionej orce.

c — Działanie następcze w 2 i dalszych latach po pogłębionej orce.

I — Nawożenie normalne.

II — „ „ „ „ zwiększone.

nawożenia lub przebiegu pogody. Dlatego w tabeli 2 zestawiono tylko te wyniki doświadczeń, w których stosowano dwa poziomy nawożenia, normalne i zwiększone (przeważnie o 50%).

Z tabeli 2 widać, że silniejsze nawożenie pod buraki zwiększyło wyraźnie liczbę przypadków z dodatnią reakcją na orkę pogłębianą, natomiast u ziemniaków efekt nawożenia był mniej wyraźny. W pszenicy dodatni efekt bezpośredniej orki i nawożenia był zniwelowany i nastąpiło znaczne zwiększenie liczby przypadków ujemnych. Przy orce głębszej pod przedplony pszenicy, która spowodowała w 50% przypadków efekt ujemny, zwiększone nawożenie spowodowało tylko większe rozstrzelanie wyników. Jeśli chodzi o żyto, to zbyt mała ilość zbiorów i duże rozstrzelanie w efektach działania nie pozwala na wyciąganie nawet przybliżonych wniosków. Przy owsie wystąpiła wyraźna zwiększona liczba przypadków dodatnich, gdy orkę głębszą stosowano bezpośrednio pod tę roślinę. Natomiast w 2 roku taka orka dawała raczej dużo przypadków ujemnych (50%), tylko nieznacznie łagodzonych zwiększonym nawożeniem. Te dość sprzeczne wyniki były prawdopodobnie spowodowane tym, że zarówno *rodzaj gleby jak i wielkość nawożenia są przeciw czynnikami edaficznymi, dotyczącymi pokarmów mineralnych, a zatem mogły się krzyżować kontrowersyjnie w poszczególnych przypadkach i zamazywać pewną prawidłowość.*

Ponieważ liczba przypadków rozpatrywanych szeregów zbiorów była za mała na to, by przeanalizować je metodą interakcji 3 lub 4 parametrów (gatunek rośliny — rodzaj gleby — wysokość nawożenia, ewentualnie przebieg pogody) przystąpiono do innego ujęcia. Mianowicie zrezygnowano z indywidualnego ujmowania gatunku rośliny i przeliczono wszystkie plony główne danej serii doświadczenia na jednostki zbożowe. Ponieważ poszczególne doświadczenia miały różne zmianowania, wyliczono średnie plony roślin w jednostkach zbożowych, dla poszczególnych ogniów zmianowania względnie całych zmianowań. Uzyskane liczby ujęto w 3 zestawieniach wg stopni ciężkości gleb: 1) lekkich i bardzo lekkich, 2) średnich i 3) ciężkich.

Na rysunku 1 przedstawiono wyniki z 5 pól doświadczalnych zlokalizowanych na glebie lekkiej i bardzo lekkiej.

Na rysunku 1 pola doświadczalne posiadają te same numery porządkowe, jakie są umieszczone przed tytułami poszczególnych prac, które uszeregowano wg wzrastającej ilości frakcji pyłowych i koloidalnych gleby. Wszystkie placówki z wyjątkiem Laskowic wykonały kilka serii doświadczeń, co zaznaczono u dołu wykresu, pozostawiając tam takie same symbole w kolejnych seriach jak podano w pracach. Poza tym u dołu rysunku zaznaczono: lata, z których obliczano średnie plony w jednostkach zbożowych, głębokość orek w cm przyjętych za normalną (n) i pogłębianą (g), ilość orek pogłębianych stosowanych w danym doświadczeniu oraz ogólny poziom nawożenia organicznego i mineralnego. Taką samą konstrukcję posiadają pozostałe rysunki.

Z rysunku 1 wynika, że pozytywna reakcja na orkę pogłębianą wystąpiła tylko na glebach najlżejszych tj. w Laskowicach, Lipkach i w Swojcu. Dość nieoczekiwane wyniki uzyskano w Swojcu, gdzie w doświadczeniach serii C i B prowadzonych w latach 1962—1967, w których porównywano wpływ corocznego pogłębiania

orki z jednorazowym (raz na 4 lata) to ostatnie dało większe średnie zwwyżki plonów. Ten kontrowersyjny wynik wydaje się potwierdzać pogląd, że jednorazowe głębsze spulchnienie, rozluźnia warstwę podorną nie rozcieńczając „hipotetycznej martwicy”, warstwy ornej ożywionej. Natomiast powtarzanie orki w tym układzie parametrów edafonu albo zanadto rozluźniało warstwy, albo rzeczywiście nadmiernie rozcieńcza warstwę aktywną dla plonu. Na lekkich dobrych glebach w Małyszynie po orce głębszej wystąpiły dość wyraźne średnie obniżki plonów, których jednak zwiększone nawożenie nie likwidowało, z wyjątkiem serii I. Należy podkreślić, że w Małyszynie orka normalna była wykonywana na głębokość 25—28 cm, a więc głębiej niż w Laskowicach i Lipkach. Na jeszcze lepszej glebie w Chylicach, jak wskazują na to średnie plony w jednostkach zbożowych, reakcji na głębokość orki nie było.

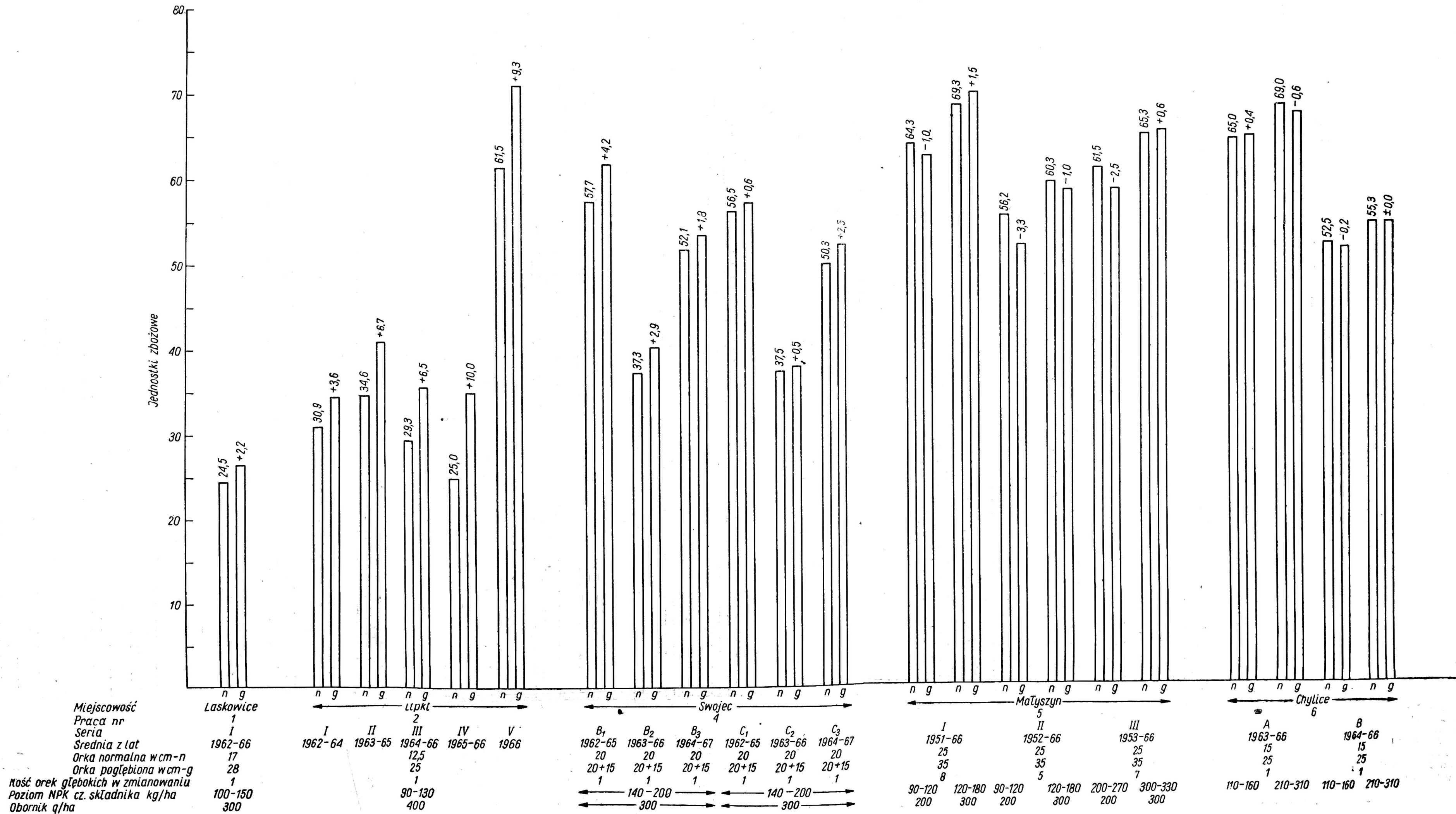
Z powyższego wynika, że na glebach bardzo lekkich o płytkim poziomie próchnicznym, a szczególnie gdy podglebie jest piaszczyste i nie występują w nim wkładki gliniaste, nawet jednorazowe pogłębienie orki pod okopowe w zmianowaniu daje dodatnie rezultaty.

Wyniki badań polowych doświadczalnych na glebach średnich o łącznej liczbie 13 doświadczeń ścisłych wg wzrastającej ciężkości gleby podano na rysunku 2.

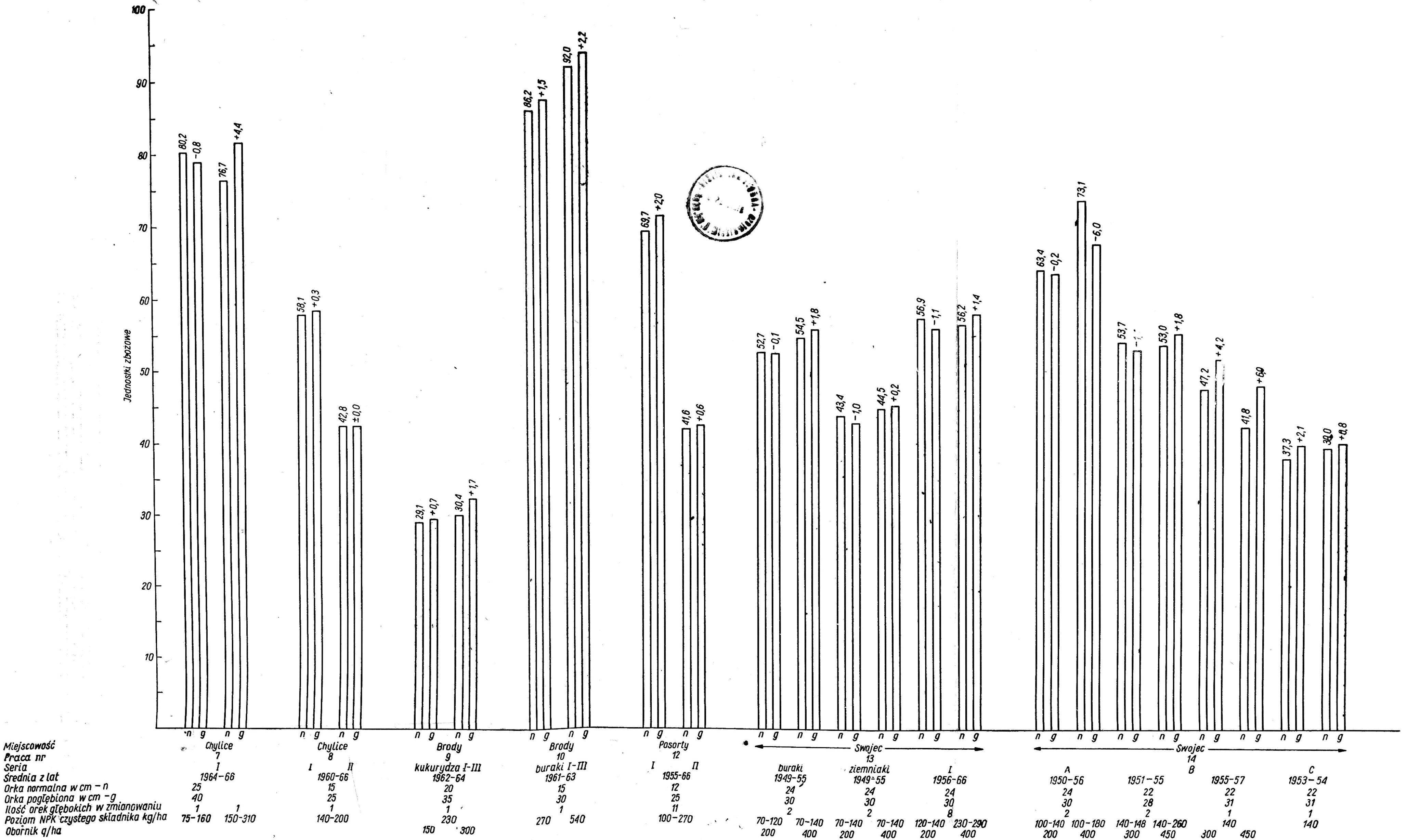
Jak widać z rysunku 2 w dziesięciu doświadczeniach stosowano 2 poziomy nawożenia. W doświadczeniach 8 i 12 serie I i II oznaczają dwa różne zmianowania. W doświadczeniu 9 i 10 z Brodów podano średnie wyniki trzech serii z pogłębieniem orki pod kukurydzę i pod buraki nie są więc to doświadczenia płodozmianowe. W doświadczeniu 13 ze Swojca seria oznaczona symbolem I była kontynuowana na tym samym polu, gdzie zakończono serię doświadczeń ze zmianowaniami, rozpoczynającymi się od buraków i ziemniaków wykonanych w latach 1949—1955. Z danych (rys. 2) wynika, że na 24 zebrane szeregi (wypadki) tylko w 4 pogłębiona orka spowodowała ujemne efekty w plonach, a w 11 przypadkach średnie zwwyżki były powyżej 1 jednostki zbożowej. Rozpatrując szereg nadwyżek można przyjąć z pewnym prawdopodobieństwem, że w miarę wzrostu ciężkości gleb efekt pogłębionej orki był bardziej pozytywny. Przyjmujemy, że gleby w Swojcu stanowią oddzielny szereg nieco odmienny. Gleby te położone są między dolinami rzek Odry i Widawy, które w tych miejscach są nieuregulowane, co powoduje okresowe zalanie pól żyznymi namułami. Zastosowanie zwiększonego nawożenia wpłynęło dość wyraźnie na interakcję z uprawą roli, aczkolwiek w Swojcu na 7 doświadczeń w 3 wypadkach podwójne nawożenie spowodowało wyraźnie ujemną interakcję z głębszą uprawą. Prawdopodobnie były to przypadki, w których głębsza orka natrafiła w poziomie dolnym na warstwę gleby o wilgotności silnie odbiegającej od optymalnej wilgotności uprawowej.

Z powyższego wynika, że na glebach średnich o podłożu gliniastym lub piaszczystym przewarstwowionym gliną, orka głębsza niż na 20—25 cm nie zawsze działa w sposób wyraźny na zwwyżki plonów nawet przy zwiększonym nawożeniu mineralnym.

Rezultaty doświadczeń uzyskane na glebach ciężkich z 5 pól doświadczalnych uszeregowane wg wzrastającej ciężkości gleby zestawiono na rysunku 3.



Rys. 1. Średnie plony główne po orce normalnej i pogłębionej wyrażone w jednostkach zbożowych. Doświadczenia ściśle — gleby bardzo lekkie i lekkie



Rys. 2. Średnie plony główne po orce normalnej i pogłębionej wyrażone w jednostkach zbożowych. Doświadczenia ściśle — gleby średnie

Jak widać z rysunku 3 we wszystkich doświadczeniach, z wyjątkiem Werbkowic, stosowano jeden poziom nawożenia. We wszystkich przypadkach tej grupy doświadczeń uzyskano niewielkie średnie zwwyżki plonów w jednostkach zbożowych, przy czym na czarnej ziemi wystąpiła tendencja do większych zwwyżek niż na glebach brunatnych i na madach. Interakcja zwiększonego nawożenia z głębszą uprawą w Werbkowicach wystąpiła wyraźnie w serii II, gdzie stosowano mniejszą ilość orki pogłębionych w zmianowaniu. Natomiast w serii I, gdzie w okresie 14 lat aż 12 razy zastosowano orkę pogłębioną, samo nawożenie podniosło plony średnie o 3,9 jednostek zbożowych, natomiast interakcja orki i nawożenia nie wystąpiła.

Z przytoczonych danych wynika, że na glebach ciężkich o zbitym gliniastym lub ilastym podglebiu pogłębienie orki działa dodatnio na plony, a efekt produkcyjny w wypadku płytkiej warstwy ornej może być wyraźny.

Z przedstawionych materiałów (rys. 1—3) nie można wyciągnąć wniosku, jak często należy stosować w zmianowaniu pogłębienie orki na tych glebach, gdzie daje to dobre rezultaty, gdyż pod tym kątem doświadczenia nie były prowadzone.

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE I CHEMICZNE GLEBY

W wielu nadesłanych pracach podano oprócz wysokości plonów, zmiany niektórych właściwości fizycznych i chemicznych gleby. Niestety, oznaczenia poszczególnych cech przeprowadzano fragmentarycznie, stosując przy tym różne metody. Ponadto w nadesłanym materiale uwzględniano najczęściej wyniki tylko tych parametrów gleby, które ulegały pod wpływem zróżnicowanych głębokości orki wyraźnym zmianom.

Dalszym mankamentem rozpatrywanych wyników jest to, że oznaczenia wykonywano statycznie, co nie pozwala na głębsze wniknięcie w procesy zachodzące w glebie pod wpływem zróżnicowania głębokości orki, które jak wykazał Świętochowski, Niewiadomski i inni, ulegają dużej i ciągłej dynamice. Stąd wykonanie syntezy dla całości nadesłanego materiału było trudne do zrealizowania. Mimo przedstawionych trudności, po dokładnym przeanalizowaniu posiadanego materiału, można naświetlić kilka zagadnień związanych ze zmianami i metodami oznaczeń właściwości fizycznych gleby.

Badania zawartości wody w warstwie ornej i podornej najczęściej wykonywane były w kilku ważniejszych momentach, jak np.: przed i po uprawie, przed siewem i po sprzęcie oraz na początku i w końcu okresu wegetacyjnego, przy czym badaniami objęto warstwę orną i podorną (do ok. 30 cm), na którą silnie oddziałuje przebieg pogody. Chcąc zatem osiągnąć z tych badań wyniki konkretne, należałoby zagęścić pomiary i z nich wyliczać połowe zużycie wody z uwzględnieniem nadmiarów i braku wody w poszczególnych fazach związanych z uprawą roślin, przeliczając oczywiście procentową wilgotność na zapas wody w mm H_2O . Najbardziej prawidłowe byłoby prawdopodobnie wyliczenie ilości wody dostępnej dla roślin.

Wszystkie te uwagi wskazują na pilną potrzebę i konieczność prowadzenia intensywnych prac metodycznych nad oznaczaniem wilgotności gleby i gospodarki wodnej roślin, które stworzyłyby możliwości głębszego wniknięcia w procesy związane ze zmianami wilgotności gleby.

Z wyników nadesłanych w pracach można sądzić, że w większości przypadków pod wpływem zwiększenia głębokości orki podnosi się procentową zawartość wody w górnej części profilu glebowego. Różnice te występują najwyraźniej w okresie wiosennym i jesiennym lub wówczas gdy oznaczenia przeprowadzono wielokrotnie w okresie wegetacji, a wyniki przedstawiono w postaci średniej.

Zwięzłość gleby oznaczono tylko w kilku doświadczeniach przy pomocy sondy uderzeniowej lub pneumatycznej. Oznaczenia te wykazały, że sondy są przyrządami czułymi i przy odpowiedniej wilgotności gleby można przy ich użyciu ustalić aktualnie istniejące różnice w zwięzłości gleby. Ze względu na to, że wartości tych oznaczeń uzależnione są od wilgotności gleby, sondy są mało przydatne do badań dynamiki zwięzłości. W nadesłanych pracach wyraźne różnice w zwięzłości gleby występowały najczęściej w warstwach głębszych, to znaczy, że po głębokich orkach występowała w tych warstwach mniejsza zwięzłość. W niektórych przypadkach można było uchwycić również różnice w zwięzłości górnych warstw gleby np. po kilkakrotnie powtarzanej orce płytkiej. W jednym z doświadczeń, jako wskaźnik zwięzłości gleby przyjęto opory pługa, wykazując, że po kilkuletnim spłyceniu orki lub po zastosowaniu uprawy wg Malcewa opory pługa wzrosły o 50% w stosunku do uprawy, polegającej na corocznym wykonywaniu orki do głębokości 25 cm.

Porowatość gleby badano przy pomocy cylinderków i stwierdzono, że pod wpływem orki pogłębionej wzrasta porowatość kapilarna, zwłaszcza w głębszych warstwach gleby.

Jeśli chodzi o długotrwałość oddziaływania orki głębokiej na porowatość, to na ten temat nie ma całkowitej zgodności. W jednej z prac stwierdzono, że zwiększenie porowatości kapilarnej jest okresowe i trwa około jednego roku, w innych, że spulchnianie warstw głębszych powoduje zmiany porowatości trwające dłuższy okres czasu — mianowicie kilka lat. Średnio biorąc, różnice w porowatości kapilarnej wynosiły ok. 2 — 3%. W doświadczeniach tych wkrótce po wykonaniu orki głębokiej wzrastała porowatość niekapilarna gleby najczęściej o kilka, wyjątkowo o kilkanaście procent.

Wyniki dotyczące właściwości chemicznych gleby były prezentowane w pracach rzadko. Najwięcej badań poświęcono zawartości substancji organicznych gleby. Dotychczasowe prace wykazują, że uprawa roli wyraźnie wpływa na ich ogólne zmniejszenie, przy czym ubytki dotyczą zarówno frakcji łatwo wyługiwanych jak i najtrwalszych (huminy i ulminy). W niektórych pracach ustalono, że pod wpływem głębokiej orki zmniejsza się stosunek C:N i kwasów humusowych do fulwonowych. Te ostatnie badania prowadzono wkrótce po wykonaniu orki pogłębionej i traktowano je jako wskaźniki warunków wzrostu roślin. Być może, że w pewnym stopniu o warunkach wzrostu roślin można wnioskować ze stosunku H:F, ale najważniejsze chyba są nie chemiczne formy frakcji i ich procentowy udział w masie gleby, a ich rozmieszczenie morfologiczne w strukturze i teksturze mineralnej. I na tę budowę wpływa uprawa chyba najczęściej. Wiąże się to z makro i mikrostrukturą warstwy ornej i podornej. Wydaje się, że na rozmieszczenie związków pokarmowych makro i mikroelementów w mniejszym stopniu będzie wpływać uprawa ze względu na ich ruchliwość.

Ogólnie, można uważać, że dokładniejsze badania dotyczące zmian zawartości próchnicy należy prowadzić także w doświadczeniach wieloletnich, gdzie oprócz zmian zachodzących pod wpływem przemieszania gleby, występować będą trwałe zmiany w jakości i ilości występującej próchnicy. W badaniach tych należałoby zwrócić specjalną uwagę na zagadnienie bilansu próchnicy, który może wykazać, w jakim stopniu głębokość orki wpływa na podniesienie żyzności gleby w aspekcie długotrwałego jej działania.

Oprócz zawartości próchnicy w dwóch punktach badano rozmieszczenie P_2O_5 i K_2O w poszczególnych warstwach górnej części profilu glebowego. W jednym z nich stwierdzono, że głębokość orki nie wpływa na zawartość P_2O_5 i K_2O , w drugim natomiast ustalono, że po orce głębokiej takie same zmiany zachodzą w poszczególnych warstwach i ilości P_2O_5 , K_2O jak w zawartości próchnicy (stwierdzono jedynie tendencje).

W nielicznych doświadczeniach badano siłę enzymatyczną gleby i ustalono, że zmniejsza się ona po wykonaniu orki głębokiej. Tego typu badania należy uznać za ważne i należałoby zwrócić szczególną uwagę na elementy biologiczne i ich metabolizm, jak siła enzymatyczna, dynamika azotu i związków amonowych. Ponadto należałoby się dokładniej zająć badaniami drobnoustrojów, które niewątpliwie mogą rzucić pewne światło na to, jakie układy strukturalne i jaka porowatość są najbardziej pożądane dla żywych organizmów.

Wydaje się, że w badaniach nad głęboką orką za mało uwagi poświęcono wpływowi jej na stan zachwaszczenia gleby. Systematyczne obserwacje np. Sienkiewicza wykazują, że pod wpływem orki występują nie tylko zmiany ilościowe gatunków chwastów, ale i zjawisko kompensacji. W innych doświadczeniach stwierdzono, że pogłębienie orki przyczynia się do zmniejszania ilości chwastów. Po roślinie przychodzącej w drugim roku po orce głębokiej ilość chwastów zmniejszyła się nawet o 100%.

Przedstawione rozważania wskazują, że oznaczanie właściwości fizycznych i chemicznych gleby w doświadczeniach uprawowych powinny być rozszerzone i tak dobrane, aby mogły objąć i określić sumaryczne zmiany, zachodzące w glebie pod wpływem głębokości orki i innych zabiegów.

Osobno przeanalizowano doświadczenia produkcyjne prowadzone na polach rolników indywidualnych ze względu na ich metodykę długich parcel i stosowanie jednego poziomu nawożenia. Doświadczenia rozpoczynano od ziemniaków, stosując dalej zmianowanie aktualne dla danego pola produkcyjnego (p. praca 20). Metodę matematyczną dla syntetycznego opracowania przyjęto jak w doświadczeniach ścisłych. Wyniki dla poszczególnych doświadczeń wyrażone w zwykach (zniżkach) na głębszej orce w stosunku do plonów z płytszej orki zestawiono w tabeli 3.

Jak widać z tabeli 3 rezultaty uzyskane w tych doświadczeniach pokrywają się z tendencjami w doświadczeniach ścisłych szczególnie przy ziemniakach. Jęczmień dał wyniki bardzo rozbieżne, podobnie jak pszenica w doświadczeniach ścisłych. Natomiast żyto zareagowało w większej liczbie przypadków dodatnio nawet przy orce głębszej bezpośredniej pod tę roślinę. Przy owsie nie wystąpiły wyraźniejsze

różnice na korzyść orki pogłębionej, jednak liczba przypadków ze zwyżkami była większa niż bez reakcji, a w następnych latach różnice się zatarły.

Średnie plony wyrażone w jednostkach zbożowych dla poszczególnych doświadczeń (ogniwa 2 lub 3-letnie) uszeregowane wg ciężkości gleb przedstawiono na rysunku 4.

Z rysunku 4 wynika, że nawożenie mineralne pod poszczególne rośliny wahało się od 120—450 kg NPK w czystym składniku na ha, a obornika pod okopowe od 200 do 300 q/ha. Większość doświadczeń wykonano na glebach najlżejszych i lekkich. (17 doświadczeń). W 7 wypadkach uzyskano tam zwyżki plonów pod

Tabela 3. Zwyżki (zniżki) plonów głównych gatunków roślin uprawnych w doświadczeniach produkcyjnych z pogłębieniem orki z lat 1964—1966

Reakcja na orkę pogłębioną (ilość wszystkich zbiorów)	Ziemniaki	Jęczmień		Żyto			Owies	
	a	a	b	a	b	c	a	b
	liczebność zbiorów (liczby bezwzględne)							
	16	9	8	9	1	7	8	7

Liczba zbiorów w procentach w poszczególnych klasach

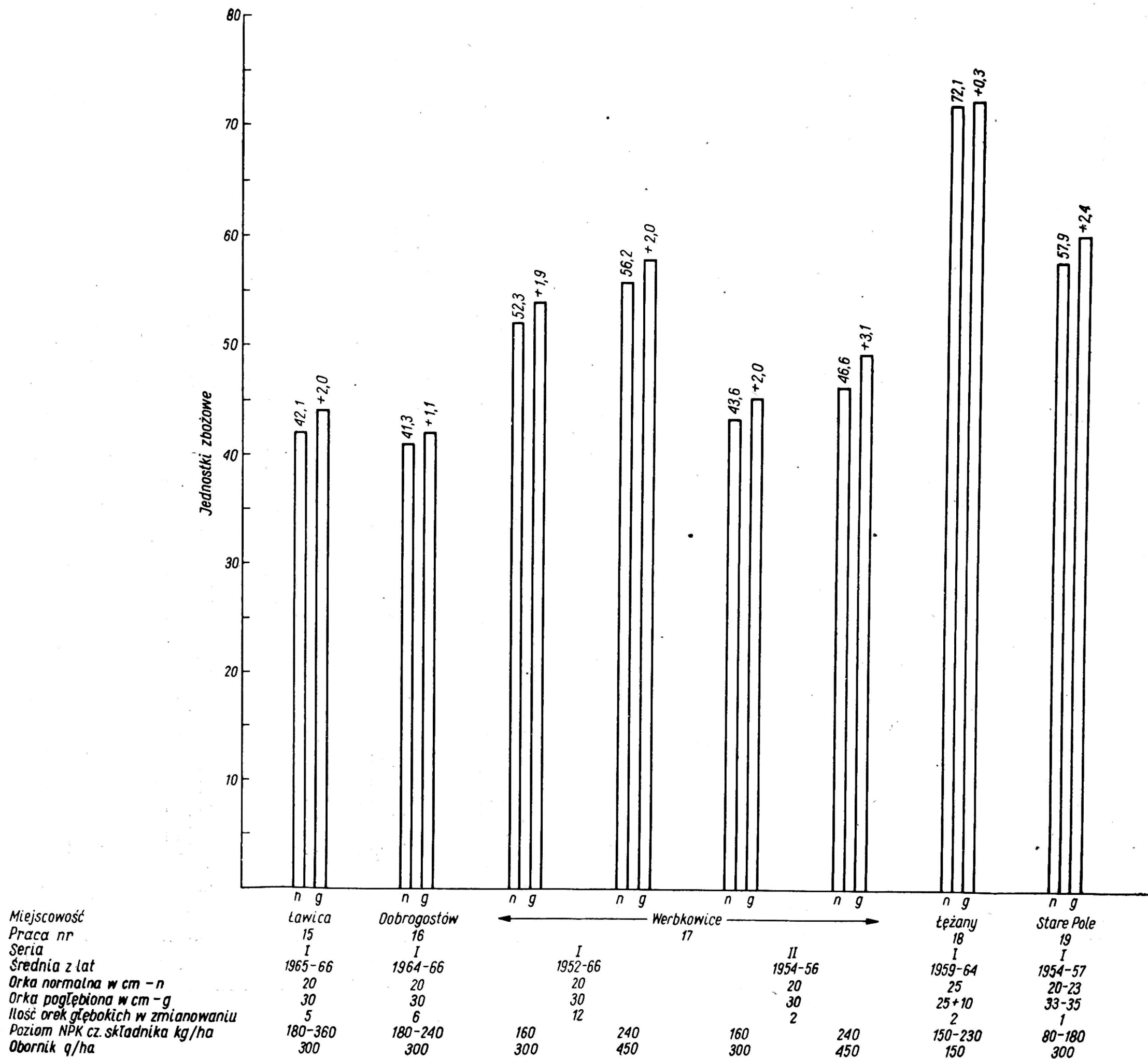
Wyraźna zwyżka plonów								
okopowe > 30 q/ha	13	56	25	11	100	28	—	—
ziarno > 2 q/ha								
Znaczna zwyżka plonów								
okopowe 15—30 q/ha								
ziarno 1—2 q/ha	19	—	—	22	—	29	50	14
Brak działania na orkę pogłębioną								
okopowe \pm 15 q/ha								
ziarno \pm 1 q/ha	44	—	38	56	—	43	38	71
Nieznaczna zniżka plonów								
okopowe 15—30 q/ha								
ziarno 1—2 q/ha	6	22	25	—	—	—	12	15
Wyraźna zniżka plonów								
okopowe < 30 q/ha								
ziarno < 2 q/ha	18	22	12	11	—	—	—	—

a — Pogłębiona orka bezpośrednio pod roślinę.

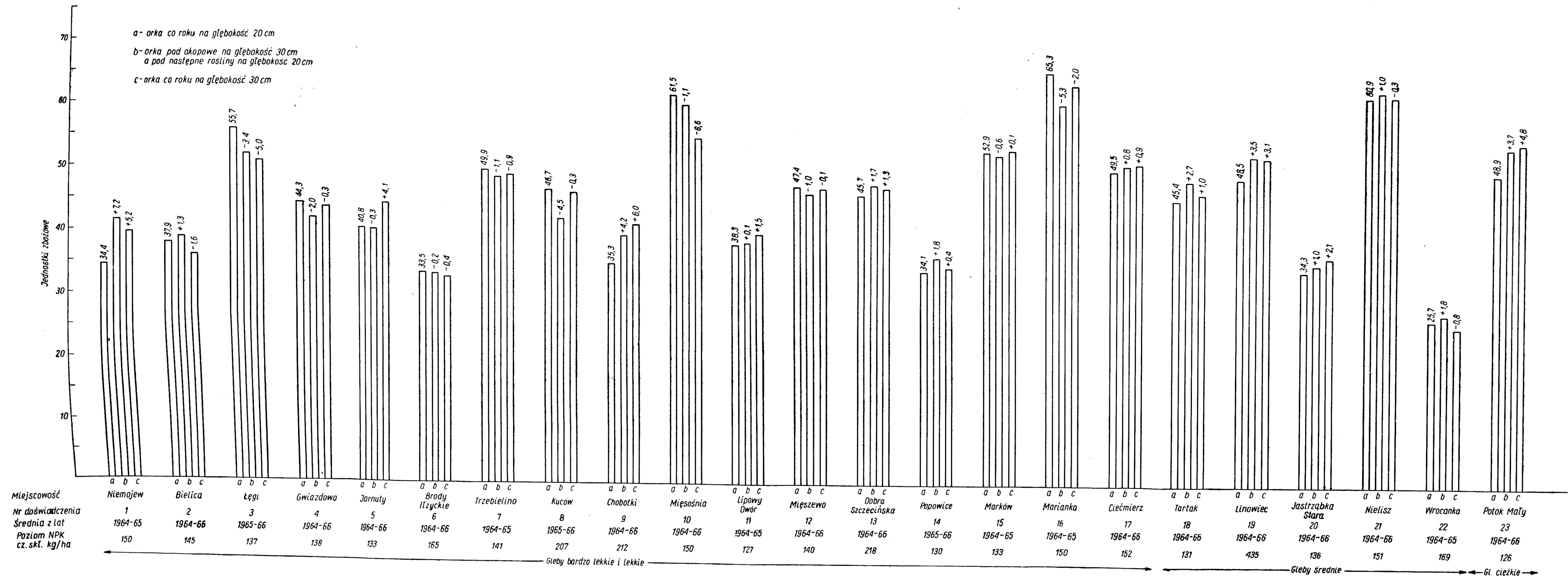
b — Działanie następcze w 1 roku po pogłębieniu orki.

c — Działanie następcze w 2 i dalszych latach po pogłębieniu orce.

wpływem ork pogłębionych stosowanych co roku, a w 5 przypadkach po orkach głębszych tylko pod okopowe. Na kilku polach doświadczalnych w Niemojewie, Chobotkach, Lipowym Dworze oraz Dobrej Szczecińskiej średnie zwyżki plonów wynosiły powyżej 2 jednostek zbożowych a nawet więcej.



Rys. 3. Średnie plony główne po orce normalnej i pogłębionej wyrażone w jednostkach zbożowych. Doświadczenia ściste — gleby ciężkie



Rys. 4. Średnie plony główne wyrażone w jednostkach zbożowych. Doświadczenia produkcyjne IUNG



Na glebach średnich wykonano 5 doświadczeń i we wszystkich wystąpiły tam niewielkie średnie zwwyżki plonów na orce pogłębionej. W pierwszym doświadczeniu wykonywanym na glebie ciężkiej w Potoku Małym średnie zwwyżki plonów na skutek pogłębienia były bardzo wyraźne (4,8 jednostek zbożowych).

W doświadczeniach produkcyjnych, podobnie jak w doświadczeniach ścisłych, wystąpiła niewielka, powtarzająca się dodatnia reakcja na pogłębienie orki na glebach najlżejszych i na najcięższych. Przeważnie tam, gdzie jednorazowe pogłębienie orki powodowało zwwyżkę plonów powtarzanie tego zabiegu na tym samym polu nie działało w latach następnych na plony.

Badania ankietowe opracowane przez Zakład Buraka i innych Roślin Korzeniowych IHAR (praca 21) wykonane na kilku typach gleb z uprawą buraków na Kujawach wykazały, że stosowanie orki głębszej niż na 25 cm pod buraki dawało w stosunku do orki płytszej przeciętnie zwwyżki plonów korzeni ok. 10%.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Wykonane w okresie powojennym doświadczenia połowe dostarczyły dużo materiału dowodowego, który wskazuje, że głębokość uprawy roli nie jest czynnikiem obojętnym dla plonowania roślin. Wydaje się, że jest to przede wszystkim silnie związane z warunkami glebowymi, nawożeniem i przebiegiem pogody. Reakcja poszczególnych roślin na pogłębienie orki jest raczej podobna. Pozorną wadą większości doświadczeń jest to, że były one zakładane na polach o mniejszej lub większej zmienności glebowej, ale z tego powodu są one bliższe praktyce rolniczej. Nawożenie mineralne na polach doświadczalnych wahało się od 150 — 300 i więcej kg/ha w czystym składniku, co dawało stosunkowo wysoki poziom plonów i chyba aktualny przynajmniej na najbliższe 5-lecie. Wykonane doświadczenia, w których wskaźnikiem był przeważnie plon, nie rozwiązały i nie mogły rozwiązać w sposób dostateczny nurtującego od dawna rolników pytania, jak głęboko i jak często należy orać w zmianowaniu w zależności od układu warunków agroekologicznych. Brak nadal dostatecznych danych jak często trzeba powtarzać pogłębioną orkę, by zwiększyć miąższość warstwy ornej i na jakich glebach jest to celowe. *Jednorazowa orka pogłębiona jak się wydaje w znikomym tylko stopniu może działać na agroekosystem.*

Nadal nie wyjaśniono, dlaczego w jednych doświadczeniach nie stwierdza się żadnej reakcji na orkę pogłębioną, w innych występują zwwyżki, a w jeszcze innych obniżki plonów. Wpływ zwiększonego nawożenia prawie we wszystkich wypadkach powodował zwwyżki plonów, ale za mało zebrano dowodów, by stwierdzić dodatnią interakcję pogłębionej uprawy i nawożenia, jakkolwiek w niektórych doświadczeniach tendencje takie wyraźnie się zarysowały (Brody, Małyszyn, Swojec i Werbko-wice). Istnieje przypuszczenie, że na glebach „minutowych” przy pogłębionej orce mogą zająć przypadki, że głębszy poziom warstwy ornej będzie miał u spodu wilgotność niesprzyjającą dla uprawy i wtedy mogą wystąpić nawet ujemne skutki działania pogłębionej orki (Swojec). W prowadzonych doświadczeniach nie zajmowano się bardziej szczegółowo rośliną — nie wyjaśniono np. w sposób dostateczny, jak pogłębienie orki działa na wzrost i rozwój rośliny, na jej system korze-

niowy, strukturę urodzajów lub na jakość plonów. Wreszcie w dotychczasowych doświadczeniach zajmowano się tylko marginesowo zagadnieniem zachwaszczenia, a wydaje się, że czynnik ten wysuwa się obecnie na czoło spośród wielorakich celów uprawy roli.

Przeprowadzone badania polowe upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

1. Dotychczasowe doświadczenia polowe nie dostarczyły wystarczającej ilości danych, żeby stwierdzić, jakie zmiany zachodzą w miąższości warstwy ornej pod wpływem jednorazowej pogłębionej orki lub wielokrotnego jej powtórzenia.

2. Pogłębienie orki wykazało niewielką, ale dodatnią reakcję na plony zarówno na glebach najlżejszych, jak i na ciężkich i tam w najbliższych latach należy nasilić dalsze kompleksowe badania polowe. Obecnie można zalecić stosowanie orek na głębokość około 30 cm przynajmniej jeden raz pod okopowe w zmianowaniu dla uzyskania doraźnych korzyści (przeciwdziałania zachwaszczeniu, poprawieniu gospodarki wodnej, powietrznej itp.).

3. Przy stosowaniu intensywnego nawożenia kompleksowego, wyoranie martwicy na glebach lekkich całkowitych nie obniża plonów, a często daje dodatnie efekty.

4. Doświadczenia polowe w dotychczasowy sposób prowadzone przez różne placówki w kraju nad głęboką orką winny być zaniechane i należy przystąpić do opracowania nowego bardziej wszechstronnego i kompleksowego programu badań.

5. Dla opracowania nowego programu badań i jego realizacji należy powołać specjalny zespół problemowy, który by koordynował i prowadził prace w tym zakresie.