

problemy agrofizyki

POLSKA AKADEMIA NAUK • ZAKŁAD AGROFIZYKI



Ossolineum

zeszyt 18

rok 1975

**ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI AGROFIZYCZNYCH GLEB
POD WPŁYWEM
DZIAŁANIA NARZĘDZI AKTYWNYCH**

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
ZAKŁAD AGROFIZYKI W LUBLINIE

PROBLEMY AGROFIZYKI

18

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

PROBLEMY AGROFIZYKI

18

IGNACY DECHNIK, STANISŁAW TARKIEWICZ

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI AGROFIZYCZNYCH GLEB
POD WPŁYWEM
DZIAŁANIA NARZĘDZI AKTYWNYCH

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

1975

Komitet Redakcyjny
BOHDAN DOBRZAŃSKI (przewodniczący)
JAN GLIŃSKI, BOGUSŁAW SZOT

Okladkę projektował ZYGMUNT ZIEMKA
Redaktor techniczny RYSZARD DĘBICKI

Wykonano z oryginałów tekstowych
dostarczonych przez Zakład Agrofizyki

Wszelkie prawa zastrzeżone. Printed in Poland

Zakład Narodowy im. Ossolińskich – Wydawnictwo. Wrocław 1975.
Nakład: 400 egz. Objętość: ark. wyd. 2,60, ark. druk. 3,75, ark. A1 4.
Papier offset. kl. III, 70 g, 61×86. Wykonano w listopadzie 1975.
Wrocławska Drukarnia Naukowa. Zam. 4317/75 – A14. Cena zł 20.–

WSTĘP

Właściwości agrofizyczne gleb są wypadkową różnych czynników wśród których jednym z podstawowych jest technologia uprawy. W układzie współzależności pomiędzy technologią uprawy - glebą a rośliną stosunkowo mało poznany jest stan właściwości fizycznych gleb uprawianych narzędziami z aktywnymi elementami roboczymi, nazywanymi w skrócie narzędziami aktywnymi. Zagadnienie to nabiera coraz większego znaczenia w związku z wprowadzeniem uproszczeń uprawowych, między innymi poprzez stosowanie narzędzi aktywnych.

Badania dotyczące wpływu aktywnych narzędzi uprawowych na fizyczne właściwości gleby i plonowanie roślin są prowadzone od niedawna. Podejmowane są one z myślą o pełnym użyciu tych narzędzi jako podstawowych do uprawy gleby i zastąpieniu nimi zespołu uprawek wykonywanych pługiem odkładnicowym oraz narzędziami doprawiającymi rolę (brona, kultywator). Jak podają niektórzy autorzy (15,32,50,57,77), chodzi tu głównie o zmniejszenie liczby uprawek uzupełniających, przez co zmniejsza się też liczbę kolejnych przejazdów roboczych ciągnika po uprawianej roli i ogranicza się szkodliwe dla niej ugniatanie (19,28,44,53,58,74). Problem polega jednak na tym, czy zmniejszając szkodliwe ugniatanie roli ciągnikiem nie pogarsza się jednocześnie właściwości fizycznych gleby zastosowanymi do uprawy narzędziami z aktywnymi elementami roboczymi.

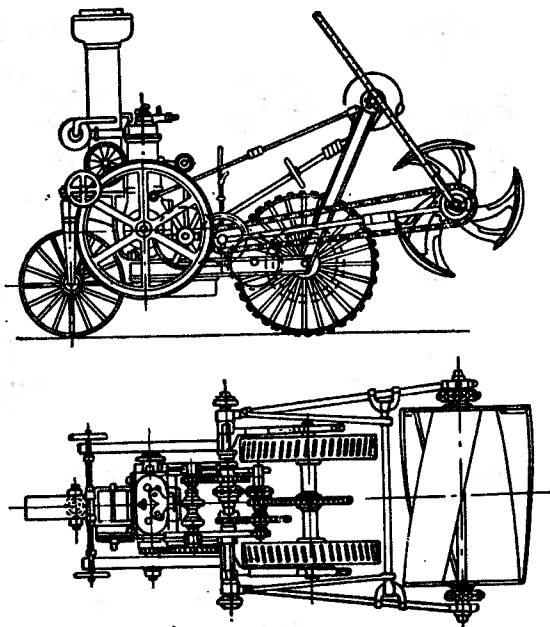
Autorzy w przedstawionym opracowaniu dokonują przeglądu uprawowych narzędzi aktywnych oraz drobnku naukowego dotyczącego przemieszczania warstwy ornej gleby, stanu jej agregacji i struktury, porowatości, wilgotności, zwięzłości i plonowania roślin przy zastosowaniu glebogryzarki, pługa obrotowego i pługo-frezarki.

PRZEGLĄD UPRAWOWYCH NARZĘDZI AKTYWNYCH

Wprowadzenie do rolnictwa ciągników przyczyniło się do realizacji starych i podjęcia nowych pomysłów dotyczących konstrukcji aktywnych narzędzi i maszyn uprawowych. Sądzone, że zdolają one zastąpić tradycyjny pług.

U powszechnienie ciągnika spalinowego pociągnęło za sobą udoskonalenie uprawy roli i przyczyniło się do szybkiego rozwoju rolnictwa. Szereg fabryk rozpoczęło produkcję nowych, przeważnie samobieżnych, aktywnych maszyn uprawowych (np. maszyny uprawowe Mechwarta z trzynożowym bębniem nabudowanym na ciągniku (ryc. 1), które jednak w kilka lat po pierwszej wojnie światowej wyszły zupełnie z użycia. Brak większego zainteresowania maszynami aktywnymi wynikał z tego, że były one bardziej skomplikowane, cięższe, a ponadto droższe od uprawowych narzędzi biernych, a więc pługów odkładnicowych, bron czy kultywatorów. Poza tym czynne elementy robocze pracowały z dużą prędkością obrotową i ulegały szybkiemu zużyciu. Jedynie glebogryzarki produkowane od r. 1911 w Niemczech w oparciu o patent Meyenburga, wyposażone w zęby sprężyste, stały się prototypem małych silnikowych glebogryzarek ogrodowych, używanych do dzisiaj.

Dopiero po drugiej wojnie światowej znacznie wzrosło ogólne zainteresowanie wszelkimi maszynami rotacyjnymi, a wśród nich przede wszystkim glebogryzarką. Jest ona najstarszą i najbardziej znaną maszyną aktywną, służącą do frezowania gleby.

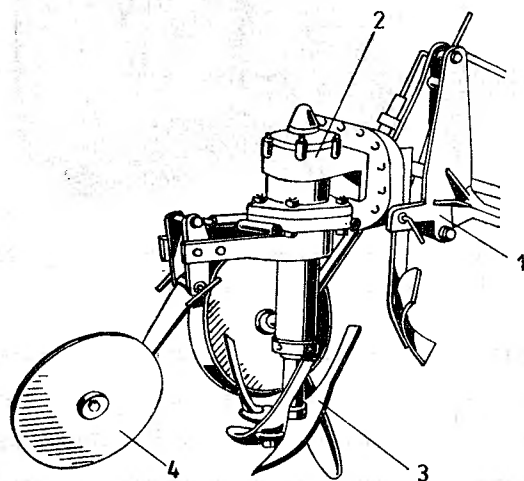


Ryc. 1. Maszyna uprawowa Mechwarta z trzypończym bębnem nabudowanym na ciągniku.

Jakość uprawy i wpływ frezowania na glebę zależy przede wszystkim od prędkości poruszania się narzędzia, rodzaju elementów roboczych (noży), położenia osłony względem bębna frezującego oraz liczby obrotów bębna frezującego i rodzaju gleby (4,6,7,11,24,36,39,41,42,53,75,76). Glebogryzarka znalazła już trwałe zastosowanie w ogrodnictwie (26,39,53,76), przy zagospodarowaniu bagien i użytków zielonych (7,11,24,37,39).

Nowym kierunkiem w konstrukcji czynnych maszyn jest budowa pługów obrotowych, które spełniają wiele wymagań technologii uprawy. Istotne zastrzeżenie stanowi jedynie fakt, że są na ogół drogie, zarówno w produkcji, jak i eksploatacji (4,6,38,43,49,81). To, czy znajdą szersze zastosowanie w rolnictwie oraz czy wyprą pługi i inne narzędzia atrakcyjne, zależy od wyników długoletnich badań polegających na sprawdzaniu, w jakim kierunku idą zmiany struktury gleby i jak wpływają na niszczenie chwastów i plonowanie roślin (17). Spośród wielu konstrukcji pługów rotacyjnych na uwagę zasługują pługi rotacyjne pionowe, ślimakowe, łopatkowe oraz śrubowe.

W Polsce badania nad rotacyjnym pługiem pionowym PM-30 (ryc. 2) prowadzi A. Jankowski (33,34,35), który stwierdził występowanie wad w pracy tego narzędzia, takich jak: nierówno-

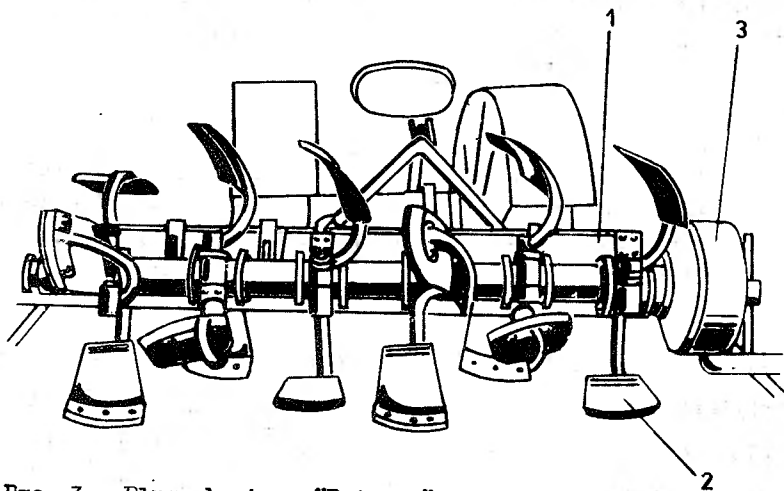


Ryc. 2. Pług obrotowy "Aratore Civello" PM-30

1 - rama, 2 - skrzynka przekładniowa,
3 - wirnik, 4 - tylne koło oporowe.

mierne spulchnianie poszczególnych warstw gleby oraz niezadowalające działanie przedpłużka, który nie wpływa na pracę skalpeli oraz nie przykrywa dobrze resztek poźniwnych czy ścierniska. Obok wymienionych przez A. Jankowskiego wad pług PM-30 posiada pewne zalety, do których należą: precyzyjne utrzymywanie głębokości spulchniania, niewydobywanie na wierzch "martwicy" przez elementy robocze, mniejsze przesuszenie roli przy uprawie wczesną wiosną.

Ciekawą konstrukcję stanowi holenderski pług "Rotaspa" (40) zwany także przez Bernackiego (4,6,7) motyką rotacyjną (ryc. 3).

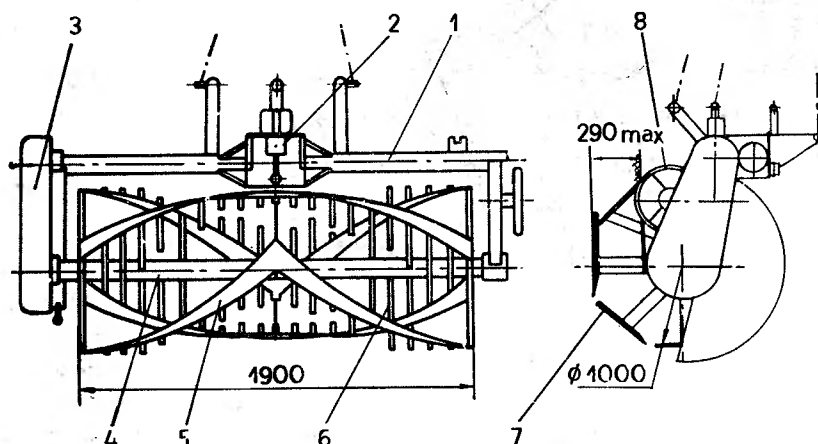


Ryc. 3. Pług obrotowy "Rotaspa"

1 - rama, 2 - łopata, 3 - skrzynia przekładniowa.

Bernacki (7) uważa, że motyka Rotaspa może z powodzeniem zastąpić tradycyjny pług, ale tylko na glebach bezkamienistych lub o niewielkiej ilości drobnych kamieni. Innym przykładem pługa rotacyjnego jest opatentowane w Czechosłowacji uprawowe narzędzie rotacyjne RP-190 (10,68). Zasada budowy tego narzędzia jest

podobna do glebogryzarki (ryc.4). Pług obrotowy RP-190 zapewnia dobre przykrycie resztek poźniwnych i dobre zmieszanie gleby.

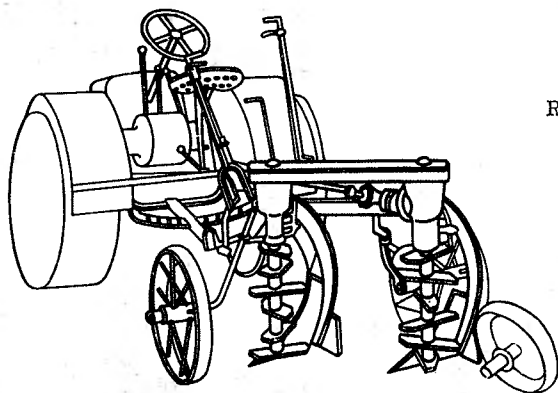


Ryc. 4. Pług obrotowy Součeka RP-190

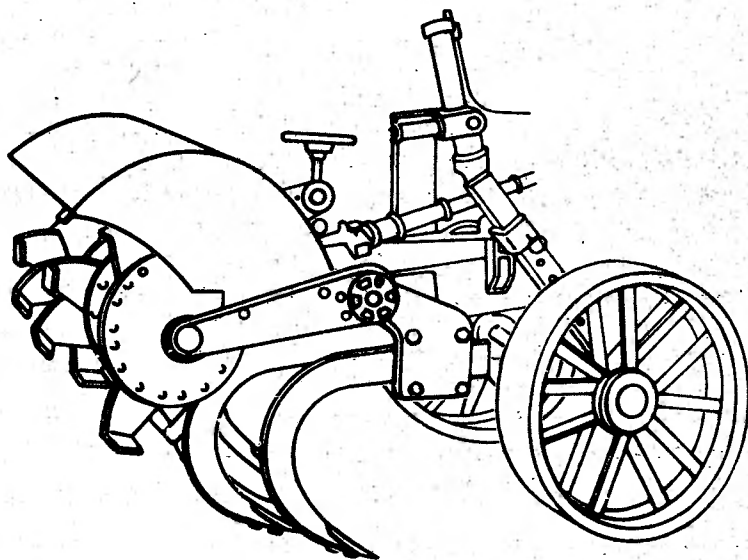
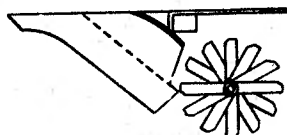
1 - rama, 2 - skrzynka przekładniowa, 3 - przekładnia łańcuchowa, 4 - wał bębna, 5 - nóż wzdłużny, 6 - sprężyny płaskie, 7 - trzonek noża, 8 - koło regulacji głębokości.

Niedostateczne kruszenie roli przez pług odkładnicowy lub też zbytne rozbijanie gleby przez aktywne narzędzia uprawowe skłoniło do podjęcia budowy maszyn kombinowanych, które znacznie lepiej spełniają to zadanie, ponieważ łączą działanie biernych i czynnych elementów roboczych (41,61,76). Na przestrzeni ostatnich stu lat powstało szereg narzędzi o różnych kombinacjach połączeń zespołów biernych i czynnych w jednej maszynie (ryc. 5,6).

Polski pług kombinowany zwany pługofrezarką (ryc. 7) został skonstruowany przez Bączkowskiego (1) w PIMR Poznań. Opracowano dwa typy pługofrezarki PFz-235 (dwuskbowa) i PFz-335 (trzykskbowa). Przeprowadzone badania pługofrezarki (8,46,50,54,56,57,

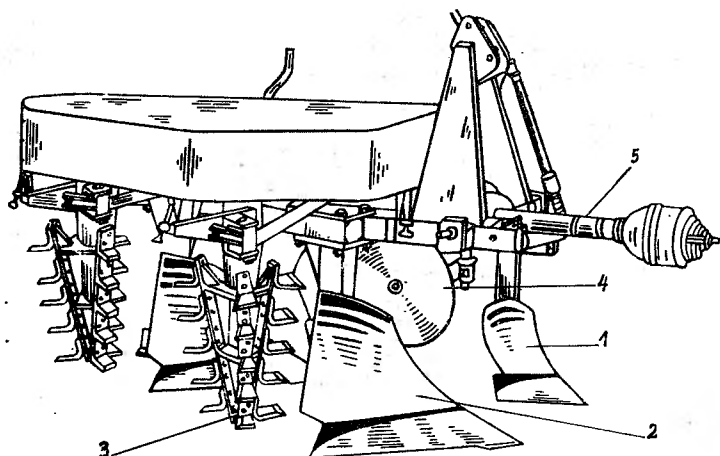


Ryc. 5. Pług lemieszowy ze
spulchniaczem "Pul-
verator"
firmy
Massey-
Harris.



Ryc. 6. Kultywator kombinowany z glebogryzarką Farini.

59,60,72,73,74,77) wykazały dużą przydatność tego narzędzia do uprawy gleb ciężkich i bardzo ciężkich oraz do skróconej uprawy przedsiewnej pod oziminy i rośliny okopowe.



Ry. 7. Pługofrezarka PFz-235 - dwuskbowa prod. polskiej
1 - przedpłużek, 2 - korpus płużny, 3 - spulchniacz
nożowy, 4 - krój tarczowy, 5 - wał przegubowy.

WPLYW NARZĘDZI AKTYWNYCH NA ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI AGROFIZYCZNYCH GLEBY

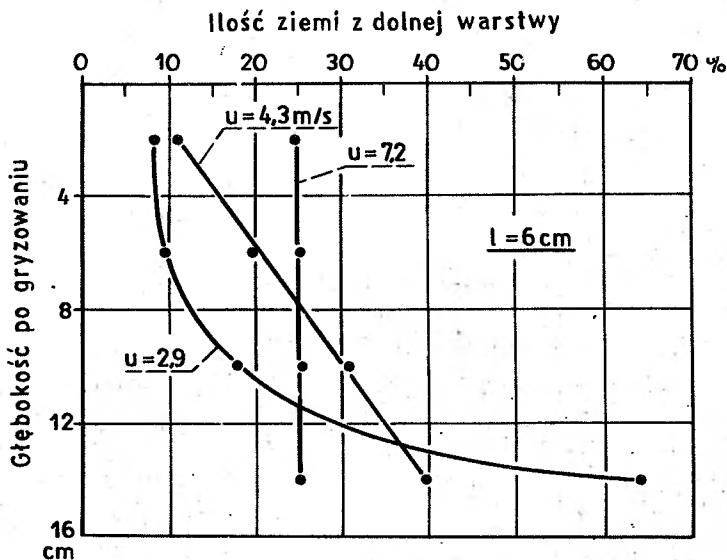
Przemieszczanie warstwy ornej gleby

Ogólnie przyjmuje się, że podstawowym zadaniem uprawy płużnej jest przemieszczanie i odwracanie warstwy ornej gleby umożliwiające: 1) regenerację zniszczonej wierzchniej warstwy gleby poprzez wydobywanie na powierzchnię głębszej jej warstwy o lepszej strukturze i zasobniejszej w składniki mineralne, 2) pokruszenie, spulchnienie i częściowe wymieszanie wyoranych warstw gleby,

3) wymieszanie i przykrycie glebą nawozów zielonych, resztek poźniwnych, obornika lub nawczów mineralnych.

W dotychczasowej literaturze naukowej stosunkowo mało napisano o przemieszczaniu warstwy ornej gleby przy uprawie narzędziami aktywnymi. W większości przyjęty jest pogląd (7,53,76), że glebogryzarka nie przemieszcza gleby, a jedynie miesza ją w profilu w zasięgu działania tego narzędzia. To stanowisko reprezentuje Petersen (51) stwierdzając, że glebogryzarka w przeciwieństwie do pługa odkładnicowego nie jest w stanie przenieść do wyższych warstw koloidów glebowych oraz składników mineralnych, szczególnie na glebach lżejszych, gdzie składniki te zostały wymyte do niższych warstw gleby. Jednakże Rid (63), stosując do badań izotopy, doszedł do wniosku, że glebogryzarka przemieszcza równomiernie uprawianą warstwę gleby, a Kraszewski (42) bardziej szczegółowo uzasadnia mechanizm przemieszczania gleby podczas pracy tego narzędzia. Autor ten stwierdza, że im więcej gleby z dolnej warstwy przemieszcza się do górnej, tym równomierniej zostaje ona rozmieszczona w zasięgu działania noży glebogryzarki, przy czym na ilość gleby przemieszczanej z warstwy dolnej do górnej wpływa wyraźnie długość odcinanych kęsów gleby oraz prędkość obwodowa noży glebogryzarki. Wraz ze wzrostem prędkości obwodowej elementów roboczych glebogryzarki (przy odcinanych krótkich kęsach gleby o długości do 6 cm) wzrasta przemieszczanie się do góry dolnej warstwy uprawnej (ryc. 8). Jednocześnie uzyskuje się równomierne rozmieszczenie gleby w profilu glebowym w zasięgu działania glebogryzarki. Przy odcinanych kęsach gleby o długości 15 cm już żadna zmiana prędkości obwodowej noży glebogryzarki nie powoduje przemieszczania gleby, gdyż większa część warstwy ornej pozostaje na spodzie, nie zmieniając

swego położenia (ryc. 9). Wynika więc stąd, że glebogryzarka może przemieszczać glebę, ale zależy to od długości ucinanych kęsów i prędkości obwodowej elementów roboczych tego narzędzia.



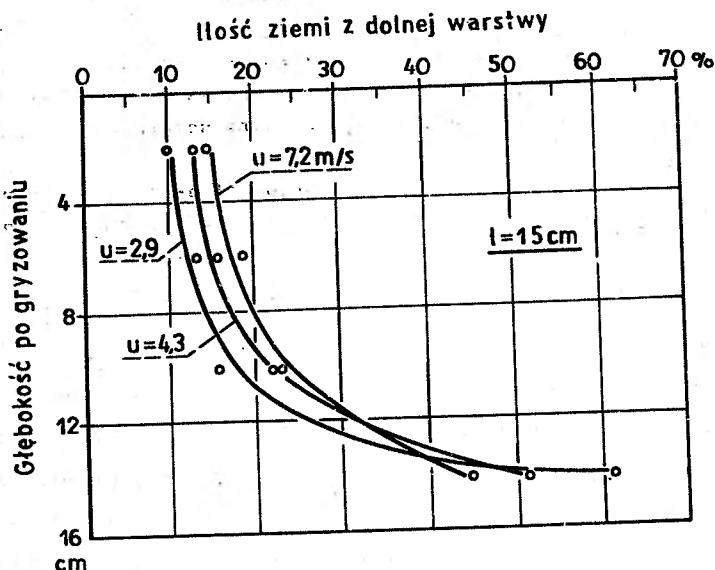
Ryc. 8. Pionowe przemieszczanie dolnej warstwy uprawnej (12-16 cm) po frezowaniu, przy odcinaniu krótkich kęsów ($l = 6 \text{ cm}$) i różnych prędkościach obwodowych (u) noży glebogryzarki.

Odwracanie i przemieszczanie uprawianej warstwy gleby przez pługi obrotowe zależne jest od typu konstrukcji tego pługa. Wyodrębniamy bowiem pługi rotacyjne: pionowe, śrubowe, ślimakowe i łopatkowe.

Przeprowadzone w RFN badania śrubowego pługa obrotowego, posiadającego wirnik z czterema łopatkami w kształcie śruby okrętowej, wykazały, że narzędzie to odcinając z calizny kawałki gleby unosi je do góry, obraca ponad bruzdę, kruszy i miesza w stopniu nie wymagającym dalszych zabiegów uprawowych. Również

w wyniku badań pługa ślimakowego (23) stwierdzono dobre pokruszenie, odwrócenie i wymieszanie gleby. Osiągamy to dzięki możliwościom zmiany liczby obrotów ślimaka (w zakresie od 60 do 165 obr/min) oraz prędkości jazdy w granicach od 0,6 do 1,1 m/sek. Pług ten dobrze przykrywa obornik i pozostałości poźniwne mieszając je dokładnie z glebą. Natomiast pług łopatkowy (NRD), jak stwierdza Regge (62), niezadowalająco odwraca i miesza warstwy uprawianej gleby. W związku z tym autor ten stawia pod znakiem zapytania jego możliwość zastosowania w uprawie.

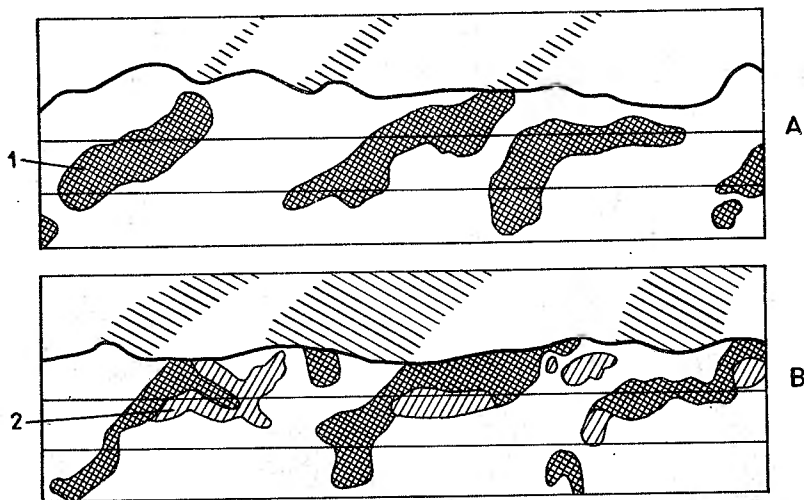
Badania jakości pracy pługa rotacyjnego "Aratore-Civello" PM-30, przeprowadzone przez Jankowskiego (34), wykazały, że przemieszczanie roli przez to narzędzie zmienia się w sposób istotny



Ryc. 9. Pionowe przemieszczanie dolnej warstwy uprawnej (12-16 cm) po frezowaniu, przy odcinaniu długich kęsów ($l = 15$ cm) i różnych prędkościach obwodowych (u) noży glebogryzarki.

tylko wskutek zwiększania prędkości jazdy. Niewiele zmienia się natomiast przy pogłębianiu czy spłycaniu pracy elementów roboczych narzędzia. Jednocześnie autor ten wyodrębnił dwie strefy oddziaływania omawianego pługa na glebę: jedna do głębokości około 15 cm, w której rola jest intensywnie przemieszczana i spulchniana oraz strefę położoną głębiej, w której oddziaływanie narzędzia ogranicza się do częściowego mieszania i przesunięcia agregatów glebowych w kierunku jazdy.

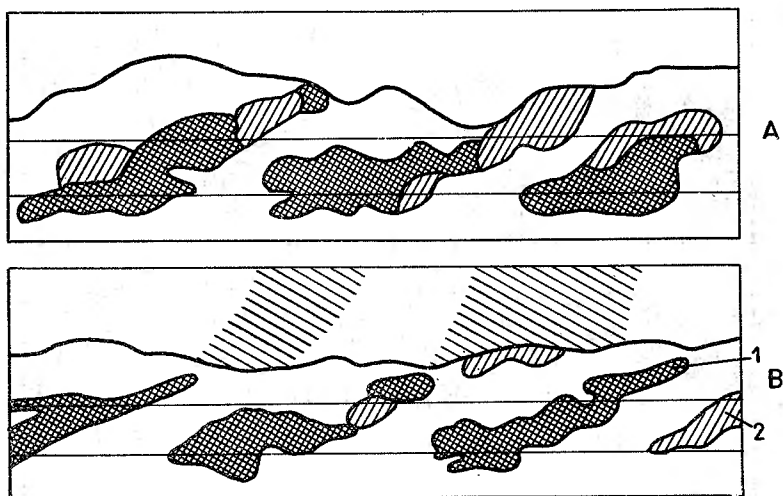
Stosunkowo dobrze przemieszcza, a szczególnie kruszy glebę pługofrezarka. Radomska (56,60) na podstawie dokładnych modelowych badań porównawczych odwracania i przemieszczania roli przez pług odkładnicowy oraz pługofrezarkę wykazała, że warstwa gleby od 0 do 10 cm po uprawie pługofrezarką była rozmieszczona równomiernie w całym przekroju skiby, dochodząc w większym stopniu do dna bruzdy oraz uwidaczniając się na stosunkowo dużych przeszerzeniach na powierzchni roli (ryc. 10a). Natomiast warstwa gleby znajdująca się na głębokości od 10 do 15 cm pozostawała po obu narzędziach głównie w środkowej części skiby, z tym jednak, że po pługofrezarce część tej warstwy została wyniesiona na powierzchnię roli, czego nie było widać po orce pługiem odkładnicowym (ryc. 10b). W głębszych warstwach gleby różnica w oddziaływaniu obu narzędzi wynikała głównie z ich odmiennego działania kruszącego. Pług odkładnicowy wydobywał nie pokruszone bryły, przemieszczając je głównie do górnego poziomu i częściowo na powierzchnię, natomiast pługofrezarka, która stosunkowo dobrze je kruszyła, spowodowała lepsze wymieszanie tej warstwy w całym profilu skiby (ryc. 10c, 10d). Na podstawie tych wyników badań autorka stwierdza, że pługofrezarka również tak jak pług odkładnicowy odwraca warstwę uprawną, jednak lepiej ona kruszy i miesza



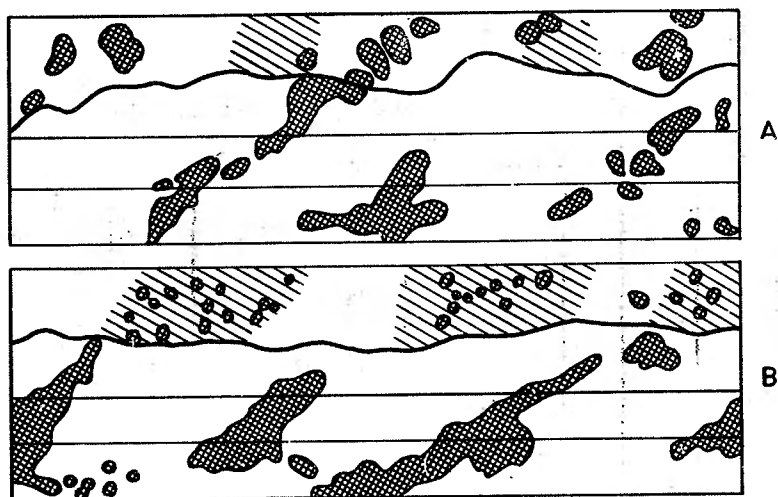
Ryc. 10a. Przemieszczanie wkładki zmielonej cegły z warstwy 0-10 cm przez pług (A) i pługofrezarkę (B).

1 - jednolita masa wkładki

2 - wkładka przemieszczana z głębi.



Ryc. 10b. Przemieszczanie wkładki zmielonej cegły z warstwy 10-15 cm przez pług (A) i pługofrezarkę (B).
(Opis jak na ryc. 10a).



Ryc. 10c. Przemieszczanie wkładki wapna z warstwy 15-20 cm przez pług (A) i pługofrezarkę (B).



Ryc. 10d. Przemieszczanie wkładki wapna z warstwy 20-25 cm przez pług (A) i pługofrezarkę (B).

wyoraną skibę, powodując zarazem silniejszy jej rozrzut, a tym samym pozostawia rolę o wyrównanej powierzchni, gotowej do siewu roślin.

Pośród trzech rodzajów narzędzi aktywnych, porównywanych z pługiem odkładnicowym, najlepsze przemieszczanie warstwy ornej gleby uzyskuje się przy zastosowaniu pługofrezarki. Narzędzie to, podobnie jak pług odkładnicowy, odwraca skibę i lepiej niż ten pług kruszy i miesza glebę.

Co do wpływu glebogryzarki i pługa obrotowego na przemieszczanie warstwy ornej zdania są podzielone. Jednakże wiele danych wskazuje na to, że właściwa praca tych narzędzi zależy w głównej mierze od rodzaju elementów roboczych oraz od parametrów roboczych podczas wykonywania zabiegu uprawowego.

Stan agregacji i struktury gleby

Dla zachowania dobrej struktury gleby niemałe znaczenie ma prawidłowa technologia uprawy. Dotychczas podstawowym narzędziem uprawowym, przeznaczonym do poprawy zgrużlenia gleby, był pług odkładnicowy. Obecnie coraz częściej zwraca się uwagę na rolę aktywnych narzędzi uprawowych w kształtowaniu agregacji i struktury gleby. Narzędzia te zależnie od wskaźników kinematycznych mogą odcinać duże nie pokruszone bryły lub też zbyt silnie rozdrabniać glebę wskutek energicznego oddziaływania części roboczych i w ten sposób niszczyć strukturę gleby (16,21,22,65).

Russel E.W. i Keen B.A. (65) w wyniku przeprowadzonych badań wykazali niekorzystny wpływ glebogryzarki na strukturę gleby. Jednakże okazało się, że w omawianym przypadku główną przyczyną negatywnego oddziaływania glebogryzarki na strukturę gleby była niewłaściwa konstrukcja i zbyt duża prędkość obwodowa czynnych

elementów roboczych tego narzędzia. Prowadzi to do silnego rozbijania gleby przez sprężyste pazury glebogryzarki, a w konsekwencji do rozpylenia wierzchnich warstw roli (53,76). Szczególnie niekorzystne jest intensywne kruszenie glebogryzarką gleb zlewnych, gdyż przy wystąpieniu opadów tak pokruszona gleba zaszlamowuje się, a po wysuszeniu jej powierzchnia ulega większemu zaskorupieniu niż po orce pługiem odkładnicowym (12,39,45,76,79). Poglądów tych nie podziela Rid (63), który w podsumowaniu 8-letnich badań wykazuje, że uprawa glebogryzarką nie pogarsza struktury gleby i nie musi prowadzić do jej większego zaskorupiania niż przy uprawie pługiem, jeśli się tylko wprowadzi odpowiednie udoskonalenia techniczne części roboczych tego narzędzia. Niektórzy inni autorzy (31) potwierdzają wnioski Rida.

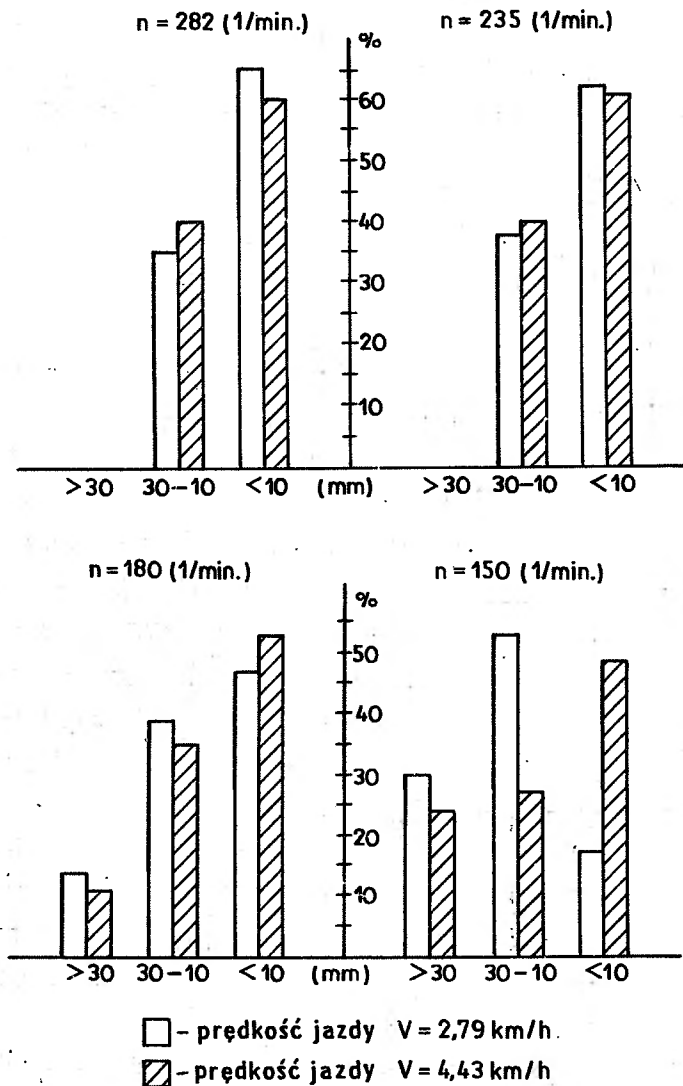
B.J. Foyle, Hidemi Yamada, T.W. Hoyle (31) opracowali metodę "aggresizing" tworzenia struktury gruzełkowatej podczas uprawy gleby glebogryzarką. Polega ona na zraszaniu gleby przez około 4 do 8 godz. (zraszaniem dającym ogółem opad 25 mm wody), a następnie przesuszaniem gleby do momentu, gdy jej powierzchnia zacznie jaśnieć. Tak przygotowaną glebę uprawiano glebogryzarką (uprawa dwukrotna daje lepsze rezultaty niż jednokrotna). Dzięki temu, że duże grudki są mokre i słabe mechanicznie pozwalają się łatwo pokruszyć przez glebogryzarkę. W wyniku procesu "aggresizing" powstaje ustabilizowana warstwa gleby z nielicznymi agregatami glebowymi o średnicy powyżej 12 mm i o zredukowanej liczbie cząstek pierwotnych. Dzięki tej metodzie polepszają się warunki wodno-powietrzne gleby a także staje się ona bardziej odporna na zaskorupianie.

Jarmocik (36) uważa, że na stopień rozdrobnienia uprawianej gleby przy uprawie glebogryzarką można wpływać poprzez regulację

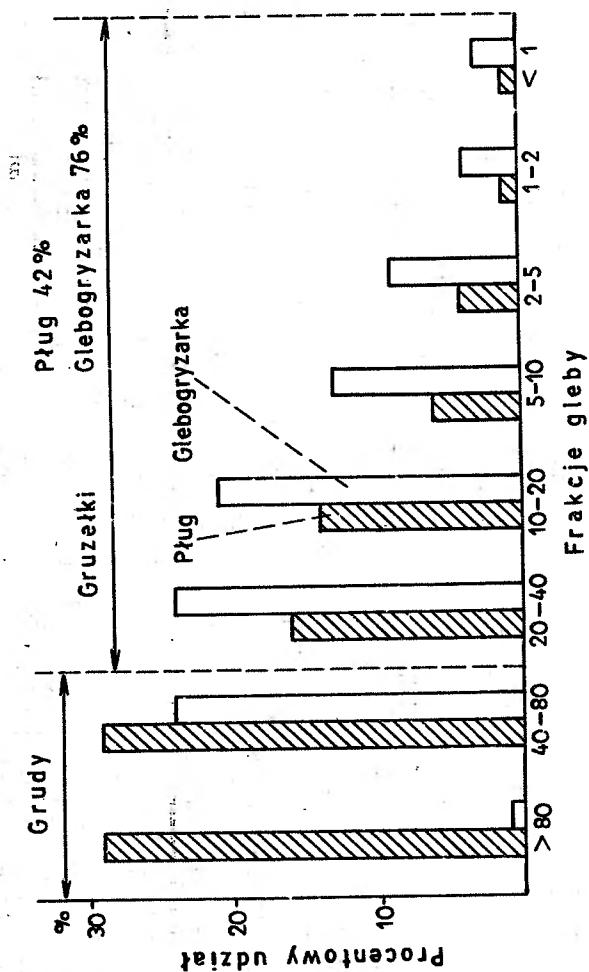
prędkości otwodowej jej noży. Badania przeprowadzone przez tego autora przy uprawie glebogryzarką GGz-200 wskazują, że wraz ze wzrostem obrotów bębna frezującego liczba agregatów mniejszych ($\varnothing$ 10 mm) wzrasta, a wraz ze wzrostem prędkości jazdy liczba tych agregatów maleje (ryc. 11). Aby więc uzyskać odpowiednie rozdrobnienie warstwy ornej, na glebach ciężkich wymagana jest mniejsza prędkość jazdy i większe obroty bębna frezującego, a na glebach lekkich - większa prędkość jazdy i mniejsze obroty bębna frezującego.

Również inni autorzy (5,18,64,80) stwierdzają znacznie lepsze oddziaływanie glebogryzarki na stan agregacji gleby w porównaniu z pługiem odkładnicowym. W glebie uprawianej glebogryzarką można osiągnąć znacznie większy procent gruzełków (ryc. 12) niż po orce pługiem odkładnicowym (5). Przy prawidłowej pracy glebogryzarki na glebach piaszczysto-gliniastych i gliniasto-piaszczystych uzyskuje się wg Riewuta (64) bardzo dobre rozdrobnienie gleby, przy czym w warstwie uprawnej nie występują agregaty większe od średnicy 50 mm, a jednocześnie zawartość agregatów o średnicy 0,25 mm pozostaje taka sama jak przy uprawie płużnej. Glebogryzarka korzystniej też wpływa na agregację gleby w porównaniu z uprawą kultywátorem (30). Na glebach gliniastych ilość agregatów najkorzystniejszych dla uprawy roślin (0,1-20 mm) była wyższa przy uprawie glebogryzarką, a mniejsza po kultywatorze.

Również badania przeprowadzone przez Zakład Agrofizyki PAN wykazały, że przy uprawie glebogryzarką w glebie wytworzonej z lessu były korzystniejsze wskaźniki wodoodporności oraz liczbowy wskaźnik agregacji na mokro w porównaniu z uprawą pługiem lub kultywátorem. Jednakże stan taki był krótkotrwały i dotyczył okresu jesiennego. Natomiast w okresie wiosennym nie stwierdzono



Ryc. 11. Stopień rozdrobnienia gleby uprawianej glebogryzarką przy różnych obrotach bębna frezującego i prędkościach jazdy.



Ryc. 12. Porównanie rozdrobnienia tej samej gleby przez pług odkładnicowy i glebogryzarkę.

korelacji między wymienionymi wskaźnikami a stosowanymi narzędziami uprawowymi (tab. 1 i 2).

Tab. 1. Wskaźnik wodoodporności gleby uprawianej glebogryzarką, kultywátorem i płúgiem odkładnicowym.

Roślina uprawna	Termin pomiaru		Warianty uprawy		
	Rok	miesiąc	Glebogryzarka	Kultywator	Pług odkładnicowy
Pszenica ozima	1973	IV	0,43	0,51	0,73
		X	0,45	0,33	0,35
Jęczmień	1973	IV	0,50	0,37	0,38
		X	0,35	0,24	0,35
Ziemniaki	1974	IV	0,23	0,42	0,37
		X	0,36	0,34	0,29
Gorczyca	1974	IV	0,34	0,30	0,41
		X	0,53	0,47	0,46

Tab. 2. Liczbowy wskaźnik agregacji na mokro gleby uprawianej glebogryzarką, kultywátorem i płúgiem odkładnicowym.

Roślina uprawna	Termin pomiaru		Warianty uprawy		
	Rok	miesiąc	Glebogryzarka	Kultywator	Pług odkładnicowy
Pszenica ozima	1973	IV	183,2	207,0	227,6
		X	215,0	147,0	155,9
Jęczmień	1973	IV	177,2	160,8	168,7
		X	149,7	105,8	149,0
Ziemniaki	1974	IV	114,2	165,2	162,0
		X	135,1	127,8	129,8
Gorczyca	1974	IV	104,6	91,5	151,8
		X	237,1	206,2	191,7

Przeprowadzone przez Sasso Guido (66) badania porównawcze pługa rotacyjnego "Aratore Civallo" i glebogryzarki z pługiem odkładnicowym wykazały istotne różnice w rozdrobnieniu gleby na korzyść obu narzędzi aktywnych. Ten korzystny stan agregacji po uprawie narzędziami aktywnymi wyraził się znacznie lepszą gęstością wschodów, chociaż różnice w plonach nie zostały udowodnione statystycznie.

Przeprowadzona przez Straňáka i Kláškę (71) analiza strukturalno-agregatowa w badaniach wpływu pługa rotacyjnego RP-190 produkcji czeskosłowackiej również nie potwierdziła poglądów o niekorzystnym oddziaływaniu tego typu narzędzi na strukturę gleby. Wprawdzie, jak piszą wspomniani autorzy, przy orce pługiem rotacyjnym dochodziło do częściowego zmniejszenia udziału agregatów glebowych o średnicy powyżej 10 mm i wzrastał udział agregatów o średnicy poniżej 1 mm, to jednakże liczba wodoodpornych agregatów glebowych nie uległa zmianie, co jest korzystne z praktycznego punktu widzenia.

Podobnie jak przy glebogryzance, tak i przy zastosowaniu pługofrezarki rozdrobnienie skiby zależy głównie od prędkości obwodowej freza (46), ale przy tym narzędziu w mniejszym stopniu zależy to rozdrobnienie od prędkości jazdy. Korzystne oddziaływanie pługofrezarki na rozdrobnienie gleby przy odpowiednich obrotach znajduje potwierdzenie w badaniach Pantery (50). Autor ten stwierdza, że na glebach ciężkich przy optymalnej wilgotności roli stopień pokruszenia uzyskany przy jednym przejściu roboczym pługofrezarki ustawionej na 360 obr/min. spulchniaczy jest podobny, jak po wykonaniu trzech czynności uprawowych narzędziami tradycyjnymi, tj. podorywki i orki pługiem odkładnicowym oraz bronowania. Na glebach lekkich do uzyskania podob-

nych efektów pracy pługofrezarki wystarczy 270 obr/min. spulchniaczy.

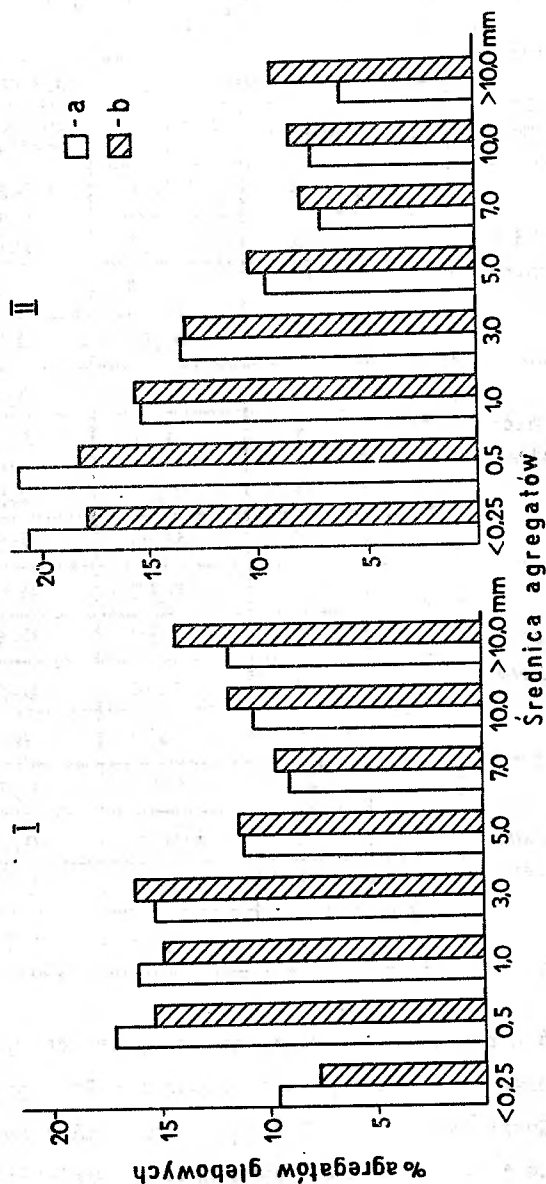
Dobre efekty pracy pługofrezarki w zakresie rozdrabniania gleby uzyskał też w badaniach Sienkiewicz (73). Na glebie ciężkiej korzystniejszy wpływ pługofrezarki uwidocznił się dwukrotnie większą liczbą agregatów o średnicy poniżej 30 mm na powierzchni roli w porównaniu z uprawą płużną.

Radomska (59,60) także dochodzi do wniosku, że nawet kilkakrotna uprawa pługofrezarką w okresie kilku lat (ryc. 13) nie tylko nie wpływa destrukcyjnie na glebę, lecz w pewnym stopniu przyczynia się do wzrostu udziału większych agregatów. Z badań tych wynika też, że pługofrezarka działa jakoby ujemnie na stosunek kwasów fulwowych do huminowych, ale nie wpływa to degradująco na strukturę gleby. Także badania mikroskopowe preparatów glebowych nie wykazały ujemnego wpływu zastosowania pługofrezarki w porównaniu z uprawą pługiem odkładnicowym na mikrostrukturę gleby.

Również na podstawie badań w Zakładzie Agrofizyki PAN w Lublinie ustalono, że uprawa pługofrezarką wpływa korzystniej na wodoodporność i agregację uprawianych gleb w porównaniu z uprawą pługiem odkładnicowym (tab. 3 i 4).

Wydaje się, że niejednokrotnie sprzeczne w omówionych publikacjach poglądy dotyczące wpływu glebogryzarki na stan agregacji i struktury gleby wynikają z porównywania wyników doświadczeń przeprowadzonych z glebogryzarkami o odmiennych elementach frezujących i parametrach roboczych.

Większość dotychczasowych badań wskazuje, że narzędzia aktywne nie pogarszają stanu agregacji i struktury gleby. Szczególnie odnosi się to do pługów rotacyjnych i pługofrezarki, przy



Ry. 13. Procentowy udział mechanicznie trwałych agregatów glebowych w glebie uprawianej pługiem (a) i pługofrezarką (b).

I uprawa pługofrezarką 6-krotna w zmianowaniu z poplonami

II uprawa pługofrezarką 4-krotna w zmianowaniu bez poplonów.

Tab. 3. Wskaźnik wodoodporności gleb uprawianych pługofrezarką i pługiem odkładnicowym.

Gleba	Roślina uprawna	Termin pomiaru		Sposób uprawy	
		Rok	miesiąc	Pługofrezarka	Pług odkładnicowy
Czarna ziemia wytworzona z gliny ciężkiej	Buraki oukrowe	1973	IV	0,88	0,63
			X	0,57	0,62
		1974	IV	0,54	0,42
			X	0,52	0,56
	Pszenica ozima	1973	IV	1,08	0,79
			X	0,79	0,92
		1974	IV	1,03	0,52
			X	0,65	0,55
Mada średnia	Buraki oukrowe	1973	IV	0,85	0,73
			X	0,67	0,30
		1974	IV	0,43	0,38
			X	1,10	0,91
	Pszenica ozima	1973	IV	0,9	0,57
			X	0,73	0,82
		1974	IV	0,75	0,61
			X	0,72	0,77

czym należy zwrócić uwagę na fakt, że badań dotyczących wpływu tych narzędzi na omawiany czynnik jest stosunkowo mało. Ogranicza to możliwość jednoznacznego określenia kierunku zmian zachodzących w strukturze i agregacji gleb uprawianych wymienionymi narzędziami aktywnymi.

Tab. 4. Liczbowy wskaźnik agregacji na mokro gleb uprawianych pługofrezarką i pługiem odkładnicowym.

Gleba	Roślina uprawna	Termin pomiaru		Sposób uprawy	
		Rok	miesiąc	Pługo-frezarka	Pług odkładnicowy
Czarna ziemia wytworzona z gliny ciężkiej	Buraki cukrowe	1973	IV	427,3	306,6
			X	272,1	305,3
		1974	IV	250,5	195,3
			X	229,2	254,1
	Pszenica ozima	1973	IV	400,5	351,4
			X	402,1	413,3
		1974	IV	494,2	231,9
			X	235,3	224,9
Mada średnia	Buraki cukrowe	1973	IV	353,9	324,7
			X	275,5	115,9
		1974	IV	180,7	194,7
			X	288,8	287,1
	Pszenica ozima	1973	IV	369,1	243,5
			X	320,0	355,2
		1974	IV	354,0	329,9
			X	272,6	254,4

Porowatość gleby

Porowatość warstwy ornej gleby jest jedną z tych właściwości fizycznych, które w dużym stopniu zależne są od technologii uprawy. Ciągła uprawa, szczególnie gleb z natury zasobnych w próchnię, powoduje zwykle zmniejszenie liczby dużych przestworów. Wiąże się to z obniżeniem się zawartości substancji organicznej w tych glebach.

Badania Nowickiego i Hruszki (48), dotyczące wpływu uprawy glebogryzarką i pługiem odkładnicowym na porowatość gleb ciężkich i średnich, wskazują, że po uprawie glebogryzarką wystąpiła nieco niższa porowatość ogólna niż po uprawie pługiem odkładnicowym. Wyniki te pokrywają się z badaniami Niewiadomskiego (47), który wykazał, że zbyt słabe wypiętrzenie gleby i zarazem jednolite kruszenie jej przez glebogryzarkę powoduje szybsze osiadanie warstwy ornej, a przestwory aeracyjne zajmują mniejszą objętość niż po orce pługiem zwykłym. Ponieważ porowatość po glebogryzarce jest niższa i szybciej zanika niż po pługu odkładnicowym, więc sprawność roli też szybciej zanika, co niekorzystnie odbija się na plonach niektórych roślin.

Wyniki badań innych autorów nie potwierdzają wykazanej uprzednio negatywnej oceny glebogryzarki pod względem jej wpływu na porowatość gleb. Burda (12) uzyskał podwyższoną porowatość ogólną gleby uprawianej glebogryzarką. Jednak porowatość ta zanikała szybciej, powodując pogorszenie stanu wilgotności gleby. Tacy badacze, jak Schnerch (67), Pešik (52), cytowany przez Friedecký (25) Schwindta oraz Nietzsche i Hollack (wg Schnercha (67), wskazując, że glebogryzarka wpływa korzystnie na przepuszczalność i na wzrost zawartości wody w glebie, potwierdzili również korzystny wpływ tej maszyny na przepuszczalność gleby.

Badania Havelca (30) przeprowadzone na glebie ilowo-gliniastej wykazały także wyższą porowatość w całym okresie na poletkach uprawianych glebogryzarką w porównaniu z uprawą kultywaczem.

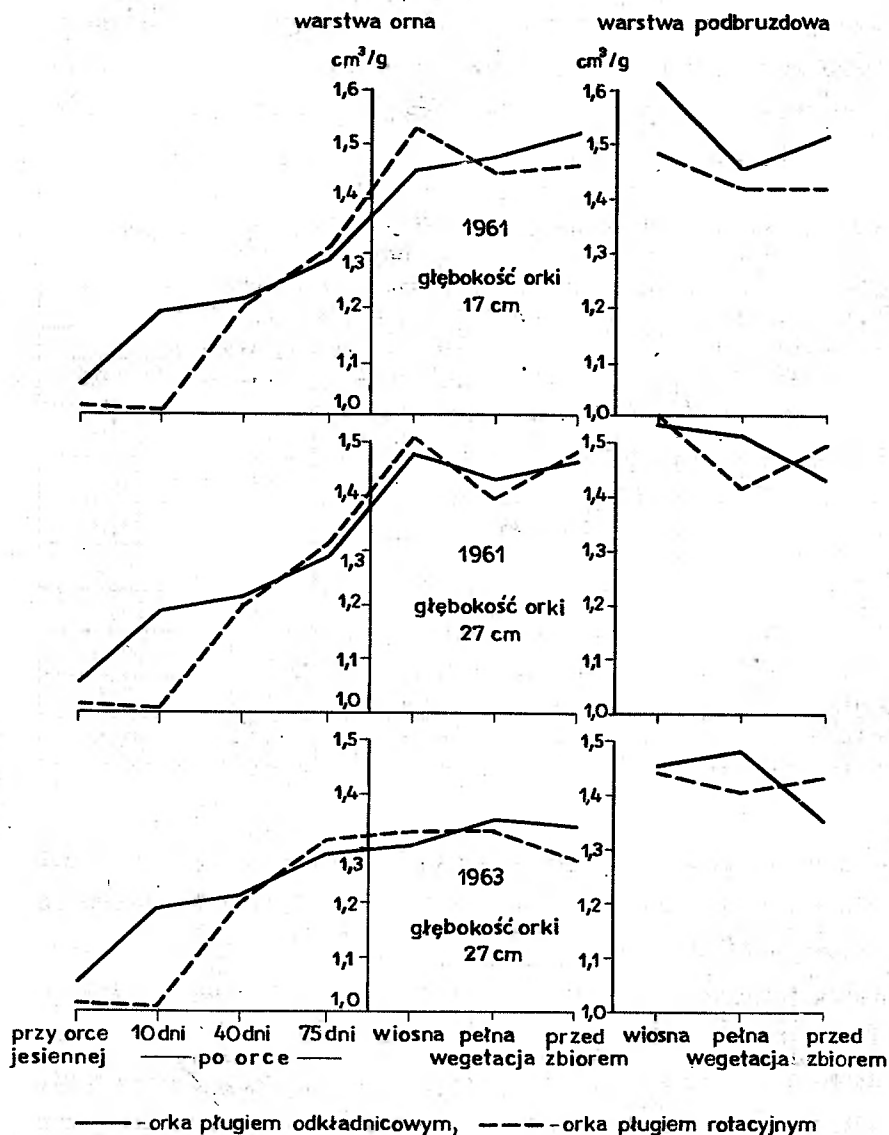
Również wyniki badań przeprowadzonych przez Zakład Agrofizyki PAN na glebie wytworzonej z lessu wskazują, że przygotowanie roli glebogryzarką pod pszenicę ozimą zwiększało porowa-

tość ogólną w porównaniu z orką pługiem odkładnicowym lub uprawą kultywatorem (tab. 5). Przy uprawie innych roślin zastosowane narzędzia uprawowe nie wpływały wyraźnie różnicująco na porowatość ogólną gleby.

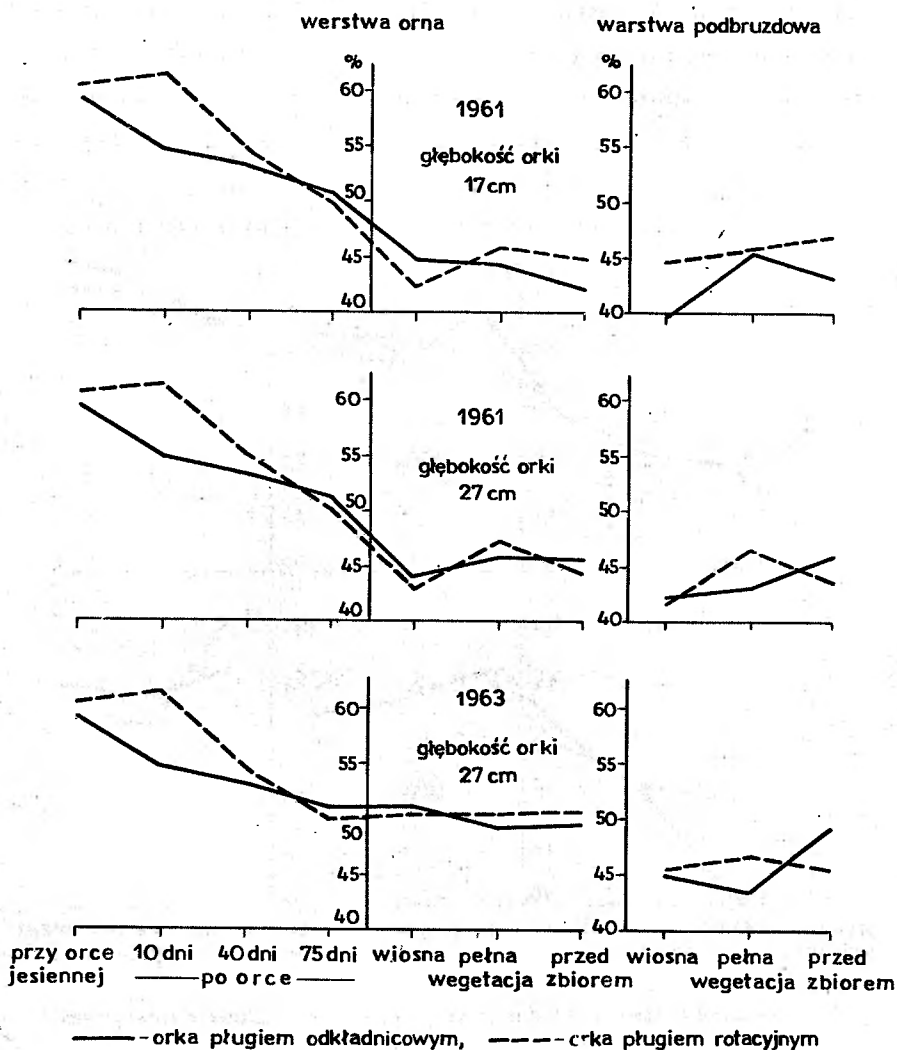
Tab. 5. Porowatość ogólna w % gleby uprawianej glebogryzarką, kultywatorem i pługiem odkładnicowym.

Roślina uprawna	Termin pomiaru		Warianty uprawy		
	Rok	miesiąc	Glebogryzarka	Kultywator	Pług odkładnicowy
Pszenica ozima	1973	IV	50,3	46,3	39,0
		X	50,3	49,8	50,6
Jęczmień	1973	IV	50,3	52,0	51,3
		X	47,7	48,7	46,3
Ziemniaki	1974	IV	51,5	51,0	51,5
		X	53,2	52,1	51,8
Gorczyca	1974	IV	50,4	50,3	50,6
		X	55,4	53,9	53,5

Wpływ pługa rotacyjnego na zmiany porowatości gleby badali wspominani już uprzednio Straňák i Klaška (71). Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzili oni, że różnice we właściwościach fizycznych gleby między uprawą pługiem rotacyjnym RP-190 a pługiem odkładnicowym są krótkotrwałe i najbardziej widoczne do 40 dni od wykonanej uprawy jesiennej. Różnice te wyrażają się istotnym zmniejszeniem ciężaru objętościowego oraz równoczesnym zwiększeniu porowatości gleby przy uprawie narzędziem aktywnym. Zmiany tych właściwości po uprawie pługiem odkładnicowym idą w odwrotnym kierunku (ryc. 14, 15, 16, 17).

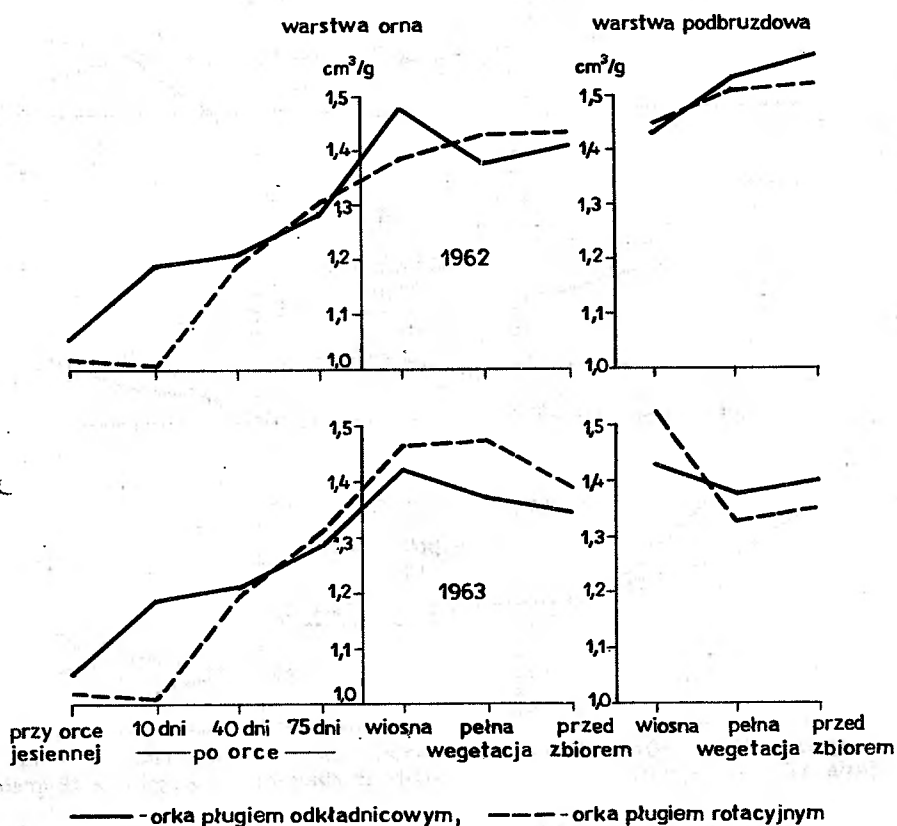


Ryc. 14. Dynamika ciężaru objętościowego gleby po orce pługiem rotacyjnym RP-190 i pługiem odkładnicowym pod pszenicą ozimą.

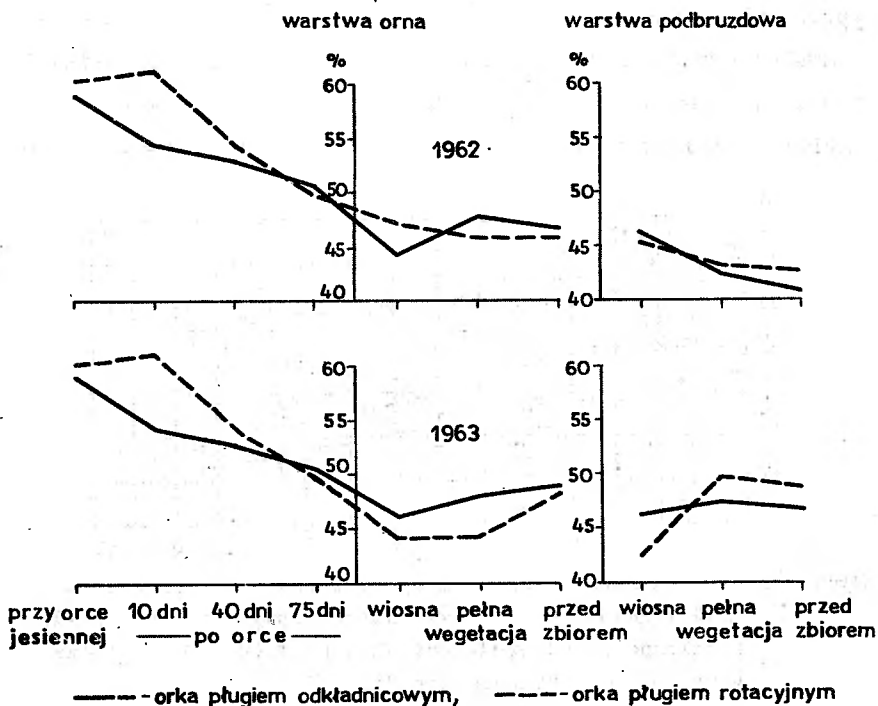


Ryc. 15. Dynamika porowatości ogólnej gleby po orce pługiem rotacyjnym RP-190 i pługiem odkładnicowym pod pszenicą ozimą.

Względnie wyrównany przebieg dynamiki porowatości ogólnej w glebie uprawianej pługiem rotacyjnym autorzy oceniają jako pozytywny wskaźnik warunków glebowych dla wegetacji pszenicy ozimej w odróżnieniu od orki pługiem odkładnicowym, gdzie w okresie wegetacji dochodzi do większych wahań. Wydaje się jednak, że uzyskane przez autorów wyniki wskazujące na większe o kilka pro-



Ryc. 16. Dynamika ciężaru objętościowego gleby po orce pługiem rotacyjnym RP-190 i pługiem odkładnicowym pod burakami cukrowymi.

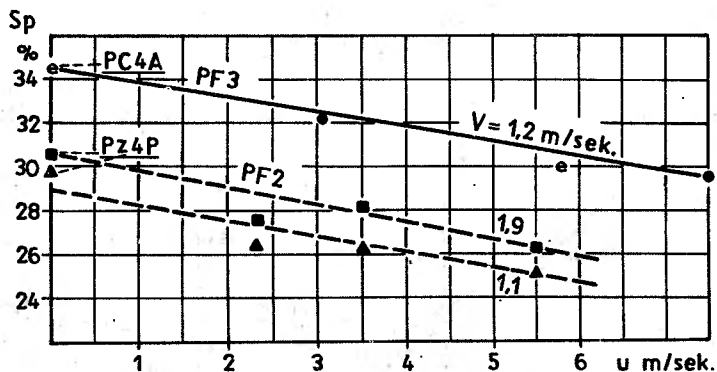


Ryo. 17. Dynamika porowatości ogólnej gleby po orce pługiem rotacyjnym RP-190 i pługiem odkładnicowym pod burakami cukrowymi.

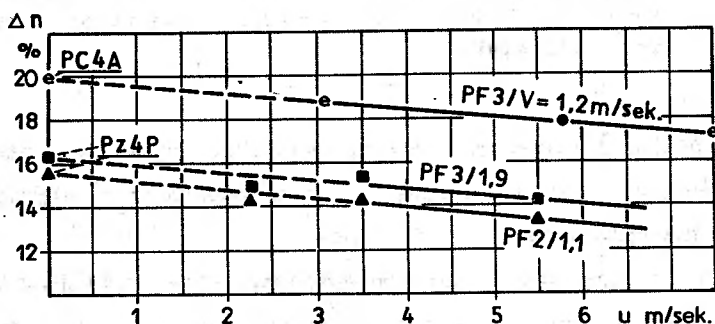
cent różnice w porowatości ogólnej w glebie uprawianej pługiem zwykłym w porównaniu z uprawą pługiem rotacyjnym są zbyt małe, aby można było uznać je za istotne.

Podobnie jak przy pługu rotacyjnym, zbyt mało jest badań dotyczących wpływu pługofrezarki na porowatość gleby. Badania Mirowskiego (46) wskazują, że zarówno stopień spulchniania oraz porowatość i przyrost porowatości zmniejszają się wraz ze wzrostem prędkości obwodowej spulchniaczy pługofrezarki. Poza tym wielkości te mają zawsze mniejszą wartość przy uprawie pługofre-

zarką niż po orce pługiem odkładnicowym (ryc. 18, 19). Natomiast w dwuletnich badaniach przeprowadzonych w Zakładzie Agrofizyki PAN w Lublinie na trzech rodzajach gleb nie stwierdzono znacznych różnic w porowatości ogólnej między uprawą płużną a pług-



Ryc. 18. Stopień spulchnienia gleby po uprawie pługofrezarkami PF-2 i PF-3 oraz pługami odkładnicowymi Pz-4p i Pc-4A, w zależności od prędkości obwodowej (u) spulchniacza, przy różnych prędkościach jazdy V.



Ryc. 19. Przyrost porowatości gleby po uprawie pługofrezarkami PF-2 i PF-3 oraz pługami Pz-4p i Pc-4A, w zależności od prędkości obwodowej (u) spulchniacza, przy różnych prędkościach jazdy V.

frezarką (tab. 6). Jedyniana glebie brunatnej wytworzonej z piasku gliniastego średniego pylastego porowatość ogólna na wiosnę była wyższa po uprawie pługofrezarką, przy czym z badań tych wynika, że w okresie wiosennym porowatość ogólna wzrasta w poszczególnych latach zarówno po uprawie pługofrezarką, jak i pługiem odkładnicowym.

Wilgotność gleby

Stosunki wilgotnościowe gleb uzależnione są pośrednio od technologii uprawy. Burda i współpracownicy (12) stwierdzają, że na obniżenie wilgotności gleby w okresie letnim na poletkach uprawianych glebogryzarką w porównaniu z uprawą płużną wpływa niedostatek kanalików kapilarnych oraz popękania przy wysychaniu rozdrobnionej gleby. Wyjaśnienie to odpowiada twierdzeniu Gawriłowa (27), który zanotował największe straty wilgotności pod wpływem pęknięć i szczelin w wierzchnich warstwach gleby.

Podobnie też Nowicki i Hruszka (48) ustalili, że w okresie wiosennym lepiej magazynowała wodę gleba uprawiana pługiem odkładnicowym w porównaniu z glebogryzarką. Autorzy tłumaczą to większym wysztorcowaniem skiby i głębszym zasięgiem działania orki pługiem odkładnicowym.

Przeprowadzone w Zakładzie Agrofizyki PAN badania wykazały, także, że uwilgotnienie gleby uprawianej glebogryzarką było niższe w początkowej fazie wegetacji jęczmienia, pszenicy ozimej i gorczycy niż po uprawie pługiem odkładnicowym. Natomiast rola przygotowana glebogryzarką pod uprawę ziemniaków miała nieco wyższą wilgotność w porównaniu z uprawą narzędziami biernymi (tab. 7). Różnica ta nie miała jednak istotnego znaczenia w plonowaniu roślin.

Tab. 6. Porowatość ogólna w % gleb uprawianych pługofrezarką i pługiem odkładnicowym.

Gleba	Roślina uprawna	Rok	Termin pomiaru			
			Kwiecień		Październik	
			Warianty uprawy			
			Pługofrezarka	Pług odkładnicowy	Pługofrezarka	Pług odkładnicowy
Czarna ziemia wytworzona z gliny ciężkiej	Okopowe	1973	51,0	51,0	41,3	43,5
		1974	45,3	42,9	50,1	50,6
	Zboża ozime	1973	49,0	49,5	43,5	48,3
		1974	52,6	52,8	46,0	45,0
	Zboża jare	1973	45,0	46,0	46,8	48,5
		1974	52,0	52,4	46,5	48,8
Mada średnia	Okopowe	1973	43,2	40,2	47,0	48,9
		1974	43,8	45,0	43,5	41,5
	Zboża ozime	1973	41,0	40,7	48,3	51,3
		1974	43,0	44,3	46,5	44,5
	Zboża jare	1973	42,0	39,7	46,4	45,3
		1974	45,0	44,4	45,3	44,4
Gleba brunatna wytworzona z piasku gliniastego średniego pylastego	Okopowe	1973	38,5	35,7	46,1	47,6
		1974	47,5	41,5	38,8	38,8
	Zboża ozime	1973	43,5	41,7	44,3	43,3
		1974	36,9	39,2	43,4	42,5
	Zboża jare	1973	37,2	35,0	42,0	43,3
		1974	39,4	37,5	38,8	39,4

Tab. 7. Wilgotność w % wagowych gleby uprawianej glebogryzarką, kultywátorem i pługiem odkładnicowym.

Roślina uprawna	Termin pomiaru		Warianty uprawy		
	Rok	miesiąc	Glebogryzarka	Kultywator	Pług odkładnicowy
Pszenica ozima	1973	IV	22,9	24,9	24,6
		X	18,5	16,0	17,5
Jęczmień	1973	IV	19,6	17,4	20,9
		X	16,6	17,0	17,8
Ziemniaki	1974	IV	17,8	16,7	15,0
		X	14,2	14,5	13,2
Gorczyca	1974	IV	12,5	14,8	17,4
		X	15,3	15,2	18,7

Odmienny pogląd reprezentuje Schnerch (67) oraz cytowani przez niego Nietzsche i Hollack. Twierdzą oni, że przede wszystkim glebogryzarka wydatnie wpływa na przepuszczalność i pojemność gleb oraz, że zawartość wody w glebie wiosną i jesienią po uprawie glebogryzarką jest wyższa niż po orce pługiem odkładnicowym.

Podobnie też Pešík (52) w wyniku czteroletnich badań ustalił, że po obróbce glebogryzarką wilgotność gleby w okresie wegetacji pszenicy ozimej zwiększa się o 1,26% w porównaniu z uprawą płużną.

Pług rotacyjny wpływa również korzystniej na zdolność zatrzymywania wody przez glebę w porównaniu z pługiem odkładnicowym, na co wskazują badania Straňáka i Klaški (71). Autorzy ci uzyskali wyniki wskazujące, że zarówno pod pszenicą ozimą, jak i pod burakami cukrowymi po orce pługiem rotacyjnym wilgotność

gleby była wyższa niż po pługu odkładnicowym. W okresie wegetacji tych roślin po uprawie pługiem rotacyjnym była też wyższa zasobność wody dostępnej dla roślin.

Pługofrezarka w dotychczasowych badaniach nie różni się jednoznacznie od pługa odkładnicowego swym wpływem na wilgotność gleby. Wprawdzie Radomska (60) stwierdziła po uprawie jesiennej większą wilgotność gleby przy pługofrezarce, ale w następnym roku różnice między obydwoimi narzędziami zacierają się. Po uprawie wykonanej wiosną od samego początku wilgotność była prawie jednakowa, zarówno w glebie po pługofrezarce, jak i po pługu odkładnicowym. Wobec takich wyników autorka stwierdza, że między spulchnianiem gleby a jej zasobnością w wodę nie zachodzi prosta zależność, na którą zwraca uwagę Trzecki (78). Podobnie też Dechniki i Lipiec (18) nie stwierdzili różnic w dynamice wilgotności gleby poddanej kilkakrotnej uprawie pługofrezarką w porównaniu z pługiem odkładnicowym (tab. 8).

Ogólnie można przyjąć, że zastosowanie narzędzi aktywnych nie wpływało decydująco na różnicowanie wilgotności uprawianych gleb.

Zwięzłość gleby

Dotychczasowe badania wskazują, że wielkość zwięzłości gleby uzależniona jest obok innych czynników również od rodzaju stosowanego narzędzia uprawowego (8, 26, 60, 77). Zmiany wywołane uprawą utrzymują się co najmniej przez roczny okres, mimo że na zwięzłość wpływają też znacznie warunki przyrodnicze (2, 3).

Furtaki Bichta (26) wskazują, że uprawa glebogryzarką wpływa istotnie na obniżenie zwięzłości gleby w porównaniu z narzędziami biernymi. Również badania przeprowadzone w Zakładzie

Tab. 8. Wilgotność w % wagowych gleb uprawianych pługofrezarką i pługiem odkładnicowym.

Gleba	Roślina uprawna	Rok	Termin pomiaru			
			Kwiecień		Październik	
			Warianty uprawy			
			Pługofrezarka	Pług odkładnicowy	Pługofrezarka	Pług odkładnicowy
Czarna ziemia wytworzona z gliny ciężkiej	Okopowe	1973	16,7	15,1	13,3	12,4
		1974	17,6	18,2	13,0	13,9
	Zboża ozime	1973	16,1	16,9	15,1	13,8
		1974	16,7	16,2	19,1	18,7
	Zboża jare	1973	19,4	15,1	15,0	14,4
		1974	15,1	14,5	17,6	14,8
Mada średnia	Okopowe	1973	17,1	18,6	10,9	12,6
		1974	19,6	20,1	22,3	22,1
	Zboża ozime	1973	17,6	17,3	14,1	15,8
		1974	17,5	18,2	22,8	23,2
	Zboża jare	1973	18,4	20,0	14,4	16,2
		1974	19,2	19,2	23,1	22,3
Gleba brunatna wytworzona z piasku gliniastego średniego pylastego	Okopowe	1973	11,1	11,0	5,2	6,4
		1974	8,1	8,0	11,7	10,7
	Zboża ozime	1973	8,6	10,2	7,4	6,4
		1974	8,0	8,6	11,0	11,0
	Zboża jare	1973	9,8	10,2	8,5	8,2
		1974	9,6	9,6	11,7	11,1

Agrofizyki PAN wykazały, że najniższa wartość zwięzłości wystąpiła po uprawie glebogryzarką w porównaniu z uprawą pługiem odkładnicowym oraz kultywátorem (tab. 9). Jednocześnie stwierdzono, że po uprawie glebogryzarką zwięzłość gleby w sezonie wegetacyjnym wzrastała szybciej niż przy uprawie narzędziami biernymi. Prawdopodobnie wiąże się to z szybszym osiadaniem gleby przy uprawie narzędziem aktywnym, na co zwracają uwagę też inni autorzy (47,48).

Tab. 9. Wpływ uprawy glebogryzarką, kultywátorem i pługiem odkładnicowym na zwięzłość gleby w kg/cm^2 .

	Termin pomiaru		Warianty uprawy		
	Rok	miesiąc	Glebogryzarka	Kultywator	Pług odkładnicowy
Pszenica ozima	1973	IV	19,1	25,2	23,1
		X	9,0	12,9	10,1
Jęczmień	1973	IV	9,7	16,6	16,5
		X	11,2	15,4	8,1
Ziemniaki	1974	IV	17,4	19,6	20,2
		X	10,5	10,6	13,3
Gorczyca	1974	IV	20,2	20,2	19,5
		X	18,9	12,0	10,5

Uprawa pługofrezarką według badań Świętochowskiego (77) i Radomskiej (60) również zmniejszała zwięzłość gleby w porównaniu z orką pługiem odkładnicowym. Autorzy tłumaczą to lepszym i bardziej równomiernym pokruszeniem gleby przez elementy robocze pługofrezarki w całej warstwie ornej.

Inni autorzy (8,54,72) także potwierdzają, że zastosowanie pługofrezarki obniża zwięzłość gleby w porównaniu z innymi narzędziami.

Podobne wnioski wyciągnięto z badań przeprowadzonych w Zakładzie Agrofizyki PAN na glebie brunatnej wytworzonej z piasku gliniastego średniego pylastego, gdzie po uprawie pługofrezarką zwięźłość gleby była mniejsza niż przy uprawie pługiem odkładnicowym. Natomiast badania na czarnej ziemi wytworzonej z gliny ciężkiej oraz na madzie średniej nie wykazały większego zróżnicowania zwięźłości tych gleb przy zastosowaniu różnych narzędzi uprawowych (tab. 10).

Większość omówionych wyników badań przedstawionych w publikacji wskazuje dość jednoznacznie, że zastosowanie narzędzi aktywnych, szczególnie na glebach cięższych, zmniejsza ich zwięźłość w okresie wegetacyjnym w porównaniu z uprawowymi narzędziami biernymi.

Plonowanie roślin

Niektóre badania dość przekonująco przemawiają za tym, że zastosowanie glebogryzarki zamiast pługa odkładnicowego obniża plony zbóż (12,15,22,48). Burda i Černý (12) twierdzą, że wprowadzie w okresie jesiennym glebogryzarka wpływa korzystnie na stan pszenicy ozimej, to jednak wiosną dochodzi do pogorszenia wilgotności gleby oraz jej porowatości i struktury, w wyniku czego na skutek wysychania w glebie powstają głębokie szczeliny i dochodzi do przerywania systemu korzeniowego tej rośliny. Również w Anglii obserwowano na glebach uprawianych glebogryzarką stagnację w plonowaniu zbóż, a nawet niżkę plonów. Według Finneya (22) wpłynęła na to niewłaściwa struktura powstała po uprawie glebogryzarką, która spowodowała nierównomierny rozwój i rozmieszczenie korzeni zbóż w glebie.

Tab. 10. Wpływ uprawowy pługofrezarka i pługiem odkładnicowym na zwięźłość gleb w kg/cm^2 .

Gleba	Roślina uprawna	Rok	Termin pomiaru			
			Kwiecień		Październik	
			Warianty uprawy			
			Pługo-fre-zarka	Pług odkładnicowy	Pługo-fre-zarka	Pług odkładnicowy
Czarna ziemia wytworzona z gliny ciężkiej	Okopowe	1973	28,4	26,4	47,9	38,4
		1974	18,7	19,9	51,3	39,0
	Zboża ozime	1973	44,8	46,2	13,4	18,5
		1974	26,1	28,2	20,9	20,4
	Zboża jare	1973	37,9	35,3	13,7	10,9
		1974	22,1	20,3	26,3	22,1
Mada średnia	Okopowe	1973	13,5	14,7	26,3	32,3
		1974	11,5	13,4	11,6	13,3
	Zboża ozime	1973	22,3	20,2	24,3	15,8
		1974	19,1	18,8	11,7	13,3
	Zboża jare	1973	9,0	7,7	4,7	6,6
		1974	14,2	16,0	11,7	13,3
Gleba brunatna wytworzona z piasku gliniastego średniego pylastego	Okopowe	1973	47,7	49,5	28,2	31,7
		1974	18,9	21,5	29,6	28,8
	Zboża ozime	1973	20,1	46,9	12,2	30,2
		1974	21,2	24,8	11,5	19,2
	Zboża jare	1973	48,1	40,5	16,8	11,6
		1974	20,5	23,4	9,9	16,7

Odmienne go zdania jest Pešik (52), który twierdzi, że po spulchnieniu gleby glebogryzarką, dzięki lepszemu przezimowaniu pszenicy ozimej, nastąpiła zwyżka plonu w porównaniu do uprawy pługiem odkładnicowym. Podobnie też Riewut (64) i Havelec (30) uzyskiwali wyższe plony roślin okopowych przy uprawie glebogryzarką.

Natomiast badania przeprowadzone w Zakładzie Agrofizyki PAN wykazały, że plony roślin okopowych przy uprawie glebogryzarką były niższe w porównaniu z uprawą pługiem odkładnicowym, a wyższe w porównaniu z uprawą kultywATOREM. W plonowaniu zbóż jarych i ozimych nie stwierdzono istotnych różnic między glebogryzarką i pługiem odkładnicowym. Przy uprawie kultywATOREM plony wszystkich roślin były znacznie niższe (tab.11).

Tab. 11. Plonowanie roślin w q/ha na glebie uprawianej glebogryzarką, kultywATOREM i pługiem odkładnicowym.

Rośliny	Rok	Sposób uprawy		
		Glebogryzarka	Kultywator	Pług odkładnicowy
Pszenica ozima	1973	24,6	16,0	24,8
Jęczmień	1973	21,7	17,4	20,3
Ziemniaki	1974	208,3	190,5	221,4
Gorczyca	1974	8,5	7,5	10,0

Inni autorzy (13,20,70) są jednak zdania, że uprawa glebogryzarką nie wpływa ani ujemnie, ani dodatnio na plonowanie roślin w porównaniu z uprawą pługiem odkładnicowym. Również badania porównawcze prowadzone przez Sasso Guido (66) wykazały, że mimo korzystniejszych warunków glebowych po uprawie narzędziami ak-

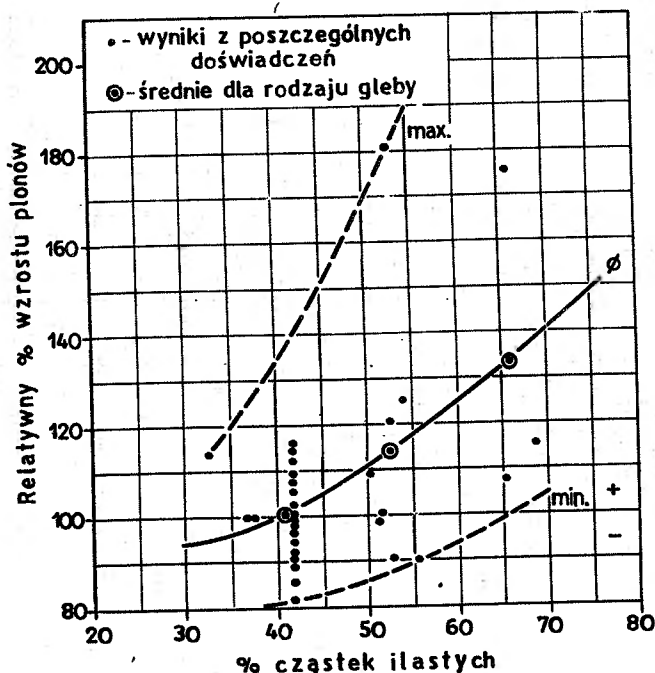
tywnymi, przy których wystąpiły znacznie gęściejsze wschody roślin, nie udowodniono statystycznie różnic w plonach między stosowanymi narzędziami.

Zastosowanie pługa rotacyjnego także nie zawsze wpływało na różnicowanie plonów w stosunku do uprawy pługiem odkładnicowym (66). Stefanelli (69) uzyskał wprowadzić zwyczaję buraków cukrowych przy uprawie pługiem rotacyjnym, ale w doświadczeniach Čermáka (14) uprawa tym narzędziem spowodowała obniżenie plonów okopowych, a szczególnie właśnie buraków. Autor ten przy uprawie pługiem rotacyjnym uzyskał jedynie zwyczaję plonów warzyw oraz roślin pastewnych jarych. Plonowanie innych roślin po orce pługiem rotacyjnym było zbliżone do plonów uzyskanych przy uprawie pługiem odkładnicowym. Średnie rezultaty plonowania wszystkich roślin uprawnych na glebie gliniastej średniej są według Čermáka (14) praktycznie takie same po obu sposobach uprawy, zaś na glebach ciężkich i bardzo ciężkich po uprawie pługiem rotacyjnym wyniki plonowania były nieco wyższe. Wynika stąd, że im większa zawartość frakcji ilastych w glebie, tym relatywnie pomyślniejsze jest oddziaływanie uprawy pługiem rotacyjnym na plony roślin (ryc. 20).

Uprawa pługofrezarką nie wykazuje wpływu na istotne zróżnicowanie w plonowaniu (72), mimo że właściwości fizyczne gleby po pługofrezarce były korzystniejsze niż przy pługu odkładnicowym.

Przeprowadzone badania w Zakładzie Agrofizyki PAN wykazały, że uprawa pługofrezarką czarnej ziemi wytworzonej z gliny ciężkiej oraz mady średniej wpływa korzystniej na plony roślin okopowych, natomiast różnice w plonowaniu zbóż ozimych i jarych były niewielkie w porównaniu z uprawą pługiem odkładnicowym (tab. 12).

Odmienne wyniki uzyskał Borowiec (8), który wraz z najkorzystniejszymi właściwościami fizycznymi przy pługofrezarce otrzymał także najwyższe plony ziemniaków.



Ryc. 20. Korelacja między wzrostem plonów roślin przy uprawie pługiem rotacyjnym RP-190 na różnych typach gleb.

Ogólnie można przyjąć, że oddziaływanie narzędzi aktywnych na wysokość plonów w porównaniu z uprawą narzędziami biernymi uzależnione jest od rodzaju i gatunku gleby oraz od gatunku uprawianej rośliny.

Tab. 12. Plonowanie roślin w q/ha na glebach uprawianych pługofrezarką i pługiem odkładnicowym.

Gleba	Roślina	Sposób uprawy					
		Pługofrezarka			Pług odkładnicowy		
		1973	1974	$\bar{X}$	1973	1974	$\bar{X}$
Czarna ziemia wytworzona z gliny ciężkiej	Okopowe	373	374	373,5	375,0	358,0	366,5
	Zboża ozime	37,5	35,0	36,2	35,0	34,7	34,8
	Zboża jare	32,2	30,6	31,4	32,2	31,3	31,7
Mada średnia	Okopowe	514,0	486,0	500,0	518,0	466,0	492,0
	Zboża ozime	29,4	43,3	36,3	32,6	41,5	37,0
	Zboża jare	34,6	14,1	24,3	33,7	14,5	24,1
Gleba brunatna wytworzona z piasku średniego pylastego	Okopowe	268,0	251,0	259,5	288,0	233,0	260,5
	Zboża ozime	46,3	35,9	41,1	44,8	34,6	39,7
	Zboża jare	40,9	54,6	47,7	41,4	50,2	45,8

PODSUMOWANIE

Najbardziej znanymi dotychczas narzędziami aktywnymi są: glebogryzarki, pługi rotacyjne i pługofrezarki. W dotychczasowych badaniach zmiany właściwości fizycznych glebi plonowanie roślin przy zastosowaniu tych narzędzi w większości przypadków porównano z właściwościami gleb uprawianych pługiem odkładnicowym. Prawie brak jest porównań pomiędzy poszczególnymi narzędziami aktywnymi.

Najwięcej badań było prowadzonych z glebogryzarką. Aczkolwiek wielu autorów wypowiada się, że narzędzie to gorzej niż pług odkładnicowy przemieszcza glebę oraz źle wpływa na stan jej agregacji i struktury, to jednak bardziej udokumentowane są twierdzenia innych autorów o lepszym oddziaływaniu glebogryzarki na wymienione czynniki. Również większość materiału badawczego przemawia za korzystniejszym oddziaływaniem glebogryzarki niż pługa odkładnicowego na porowatość ogólną i zwięźłość gleb.

W wyniku tak pozytywnej oceny wpływu glebogryzarki na właściwości fizyczne gleb należałoby też oczekiwać zwiększonych plonów przy zastosowaniu tego narzędzia w porównaniu z uprawą pługiem odkładnicowym. Tymczasem tylko w nielicznych przypadkach wystąpiły istotnie wyższe plony przy uprawie glebogryzarką. Wynika stąd, że względnie korzystny wpływ glebogryzarki na niektóre właściwości fizyczne gleb nie znalazł odzwierciedlenia w wysokości plonów uprawianych roślin. Stan taki można tłumaczyć tym, że zmiany właściwości fizycznych nie były na tyle istotne, aby różnicować wysokość plonów.

Stosunkowo mało jest badań dotyczących oceny wpływu pługów rotacyjnych na właściwości fizyczne gleb i plonowanie roślin. Istniejące w tym zakresie publikacje wskazują na korzystniejsze oddziaływanie tego narzędzia niż pługa odkładnicowego.

Pozytywnie też jest oceniany wpływ pługofrezarki na badane czynniki w porównaniu z pługiem odkładnicowym. Jednakże podobnie jak przy pługach rotacyjnych, tak i w przypadku pługofrezarki literatura naukowa dotycząca oceny tego narzędzia w zakresie wpływu na fizyczne właściwości gleb i plonowanie roślin jest stosunkowo niewielka.

Należy podkreślić, że dotychczasowe badania wpływu narzędzi

aktywnych na wymienione właściwości agrofizyczne nie obejmowały jednocześnie całego kompleksu czynników decydujących o plonowaniu roślin. Wskazane jest, aby dalsze badania dotyczące omawianych narzędzi były prowadzone bardziej kompleksowo, a wyniki poddawane ocenie statystycznej, co pozwoli na lepszą konfrontację wyników uzyskiwanych przy uprawie różnymi narzędziami.

PIŚMIENNICTWO

1. Bączkowski S. - Badania nowych maszyn uprawowych - modeli pługów kombinowanych PF-2 i PF-3 PIMR, Poznań 1965.
2. Bender J., Rząsa S. - Wstępne badania nad zwięzłością gleb rolniczych. Rocz.Glebozn. (dod.) 1960, IX, 179-182.
3. Bender J., Rząsa S. - Mechaniczna uprawa roli a dynamika zwięzłości piasków gliniastych. Zeszyty Probl.Post.Nauk Roln. 1963, 40a, 171-191.
4. Bernacki H. - Uprawowe maszyny czynne. Nowe Roln. 1963, 17, 15-18.
5. Bernacki H. - Gleba i mechaniczna jej uprawa. Mechanizacja Roln. 1963, 6, 9-10.
6. Bernacki H., Haman J., Kanafojski Cz. - Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. 1, PWRiL 1967. W-wa.
7. Bernacki H. - Nowa technika uprawy roli. PWRiL 1967. W-wa.
8. Borowiec M. - Wpływ różnicowanych zabiegów agrotechnicznych na zmiany właściwości fizycznych gleby i plonowanie ziemniaków. Nowe Roln. 1974, 1, 11-12.
9. Bosse O., Kunze A. - Badania spulchniającego działania różnych narzędzi do uprawy gleby i dynamiki zlegania się gleby słabo gliniastej. A.-Thaer-Archiv 1970, 14, 813-828.

10. Bražda Z. - Rotační pluh RP-190. Zeměděľ. Techn. 1964, 12, 685-706.
11. Bukowiecki F. - Ważniejsze zasady stosowania glebogryzarek na użytkach zielonych. Wiad.Melior. 1971, 1, 23-25.
12. Burda V., Černý V., Snop J. - Contribution to the determination of the effect produced by rotary cultivation of clay loam on its physical conditions and on the winter wheat. Rostlinná Výroba. 1965, 11, 10, 1021-1030.
13. Byers G.L., Webber L.R. - Tillage practices in relation to crop yields, power requirements and soil properties. Canadian Journal of Soil Science. 1957, 37, 2, 71-78.
14. Čermák J. - Vliv rotační orby na vynosy plodin. Rostlin. Výroba. 1969, 6, 635-644.
15. Černý V. - Wpływ nowoczesnych technologii na glebę i jej uprawę. Zeszyty Probl.Postęp.Nauk Roln. 1971, 112, 35-42.
16. Clausing H. - Fräse oder pflug? Landtechnik. 1956, 11, 17, 562-563.
17. Crow P.K. - Rotary cultivation. Its place in the farming system. Farm.mechanization. 1960, 12, 126, 50-51.
18. Dechnik I., Lipiec J. - Dynamika wilgotności i wodoodporności agregacji gleb uprawianych narzędziami aktywnymi. Polish Journal Soil Science 1975 (w druku).
19. Dohne E.-Maszyny do uprawy gleby napędzane wałkiem przekątnikowym mocy. Landmasch.-Markt. 1971, 50, 2, 12-15.
20. Dougall B.M., Davies P.J. - A comparison of the effects of rotary and conventional cultivations. Farm. Mechanization 1962, 6, 198-199.
21. Feuerlein W. - Die Fräse im landwirtschaftlichen einsatz. Grundlagen der Lantchnik. 1957, 9.

22. Finney J. - Cultivations for cereal crops. Pwr. Fmg, London 1971, 46, 4, 12-13.
23. Fischer-Schlemm W.E., Moser E. - Untersuchungen an einem schneckenpflug. Landtechnische Forschung, 1958, 8, 4, 95-101.
24. Frąckowiak L. - Glebogryzarki do uprawy użytków zielonych. Wiad.Melior. 1971, 2, 48-51.
25. Fridický A. - Obrábání půdy. Bratislava SVPL 1963, 328.
26. Furtak J., Bieluga H. - Badania eksploatacyjne glebogryzarki Hakcrette w szkółce drzew owocowych i uprawach polowych. Roczn. Nauk Roln. 1971, 68-c-4, 611-624.
27. Gawriłow N.F. - Vlijanie trešcinovatosti na vlasnost poczwy. Poczwowiedeniye. 1961, 7, 118-121.
28. Gradock T.H. - Screw Plough. V Farm Mechanization, 1955, 73, 179.
29. Grote G.F. - Untersuchungen über die einwirkung rotierender bodenbearbeitungswerkzeuge auf Boden und Pflanze. Zeitschrift für Acker - und Pflanzenbau, 1954, 97, 155-176.
30. Havelec St. - Použití rotačního kyprilče pro přípravu půdy a kultivaci. Vestník výzkumných ústavů zemědělských X, 8-12.
31. Hoyle B.J., Hidemi Yamada, Hoyle T.D. - Tworzenie struktury gruzełkowatej "aggresizing" eliminuje niepożądane zbrylenie gleby. Calif.Agric. 1972, 26, 11, 3-5.
2. Hruška L., Daniel J. - Vliv rotačního hrobkovače na některé fyzikální vlastnosti obtížnější zpracovatelných půd při pěstování brambor. Rostlinná Výroba. 1970, 2, 125-132.
3. Jankowski A. - Narzędzie rotacyjne pionowe "Aratore Civello" w świetle badań polowych. Nowe Roln. 1962, 17, 23-25.
4. Jankowski A. - Badania przemieszczania roli przez narzędzie "Aratore Civello" PM-30. Roczn.Nauk Roln. 1971, 4, 567-580.

35. Jankowski A. - Wyniki obserwacji polowych pracy narzędzia do uprawy roli "Aratore Civello" PM-30. Roczn.Nauk Roln. 1972, 69-c-1, 7-19.
36. Jarmocik E. - Badania porównawcze glebogryzarek prod. polskiej GGz-200 i japońskiej NTR-180 c. Masz. i ciąg. roln. 1974, 3, 19-23.
37. Kraszewski J. - Aktywne narzędzia uprawowe. Gryzowania gleby. Nowe Roln. 1962, 2, 33-35.
38. Kraszewski J. - Aktywne narzędzia uprawowe. Piugi obrotowe. Nowe Roln. 1962, 3, 30-31.
39. Kraszewski J. - Aktywne narzędzia uprawowe. Frezy glebowe jako narzędzia do uprawy popłucznej. Nowe Roln. 1962, 20, 32-33.
40. Kraszewski J. - Czy kierunek rozwoju frezów glebowych? Nowe Roln. 1963, 17, 18-19.
41. Kraszewski J. - Przegląd rotacyjnych narzędzi uprawowych. Mechaniz. Roln. 1964, 7, 19-20-23.
42. Kraszewski J. - Badania nad możliwością pogłębienia warstwy ornej glebogryzarką. Zesz.Nauk. SGGW - Roln. 1971, 14, 101-107.
43. König K. - Der oldenswoiter schraubenpflug. Grundlagen der Landtechnik 1957, 11, 53-56.
44. Licht H. - Ein neuartiges Bodenbearbeitungsgerät. Agrartechnik 1955, 5, 7, 269.
45. Linsenhoff F. - Howard Rotawator EMU-70. DLz Landtechn. 1972, 23, 2, 70-73.
46. Mirowski Z. - Piugofrezarka - wyniki badań polowych. Maszyny i ciąg. roln. 1966, 10, 261-266.
47. Niewiadomski W. - Samopis do oznaczania pionowych ruchów wierzchnicy glebowej. Roczn.Nauk Roln. 1950, 54, 553-571.

48. Nowicki J., Hruszka M. - Efektywność uprawy roli glebogryzarką na tle technologii płużnej. Puławy. 1972, 38, 269-287.
49. Oehring J. - Schraubenpflung für schwere Böden. Landtechnik. 1957, 12, 5, 148.
50. Pantera B. - Badania rolniczej przydatności pługofrezarki. Pamiętn. Puław. 1972, 51, 5-16.
51. Petersen W. - Ocena glebogryzarki. Dt. Landw. Presse 1971, 94, 23, 5.
52. Pešik J. - Wpływ rotacyjnej i płużnej orki na stosunki wodne w glebie, strukturę zasiewu i plon pszenicy ozimej. Rostl. Výrob. 1970, 4, 349-358.
53. Praca zbiorowa - Podstawy agrotechniki PWRiL 1971, W-wa.
54. Przeobrażeński J. - Różne sposoby uprawy gleby pod ziemniaki oraz ich pielęgnacji. Biul. Inf. IMER 1970, 8, 10-12.
55. Radomska M. - Zastosowanie pługofrezarki PF-3 w uprawie pod pszenicą ozimą w świetle doświadczeń produkcyjnych PGR Wysoka i PGR Mokre. Zesz. Nauk WSR Wrocław 1967, 66, 111-119.
56. Radomska M. - Badania porównawcze nad jakością uprawy wykonanej pługofrezarką i pługiem. Roczn. Nauk Roln. s. A, 1970, 1, 49-63.
57. Radomska M. - Możliwość ograniczenia liczby przejazdów ciągnika w procesie uprawy przedsiębnej przez zastosowanie nowo skonstruowanej polskiej maszyny uprawowej - pługofrezarki, Postęp. Nauk Roln. 1970, 1/2, 147-153.
58. Radomska M. - Wstępna ocena agrotechniczna kombajnu uprawowo-siewnego do zbóż i poplonów MIR-1. Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu Roln. XXVIII. 1971, 92, 265-273.
59. Radomska M. - Wpływ parokrotnego stosowania pługofrezarki na właściwości gleby. Roczn. Nauk Roln. 1971, A, 97, 3, 169-181.

60. Radomska M. - Ocena przydatności rolniczej nowej polskiej maszyny uprawowej - pługofrezarki. Zesz.Nauk. WSR we Wrocławiu Roln. XXVIII 1971, 92, 237-264.
61. Rausendorf & Co: Kreiselpflug - ein neues system. Technik und Landwirtschaft. 1961, 13, 357-358.
62. Regge H. - Die ergebnisse bisheriger Untersuchungen an Lichtschen Rotoren. Deutsche Agrartechnik, 1960, 10, 56-58.
63. Rid H. - Versuchsergebnisse mit Bodenfräsen. Zeitschr. für Acker und Pflanzenbau. 1963, 3, 210-230.
64. Riewut I.B. - Wpływ wzrastającego stopnia mechanizacji na dynamikę wzrostu i plonowanie roślin. Zesz. Probl. Nauk Rolnicz. 1971, 112, 77-84.
65. Russel E.W., Keen B.A. - Studies in soil cultivation The results of a six-year cultivation experiment 1941. The Journal of Agricultural Science. 1941, XXXI, 326-347.
66. Sasso Guido - Primi Risultati di prove sperimentali Sulla Lavorazione del Terreno con Attrezi Rotativi e Rovesciatori Annata 1956-1957, Atti del centro nazionale agricolo Torino II 267.
67. Schnersch J. - Wirkt die Bodenfräse strukturzerstörend? Agrartechnik. 1954, 4, 11, 330-331.
68. Souček J. - Narzędzie do uprawy gleby z rotacyjnymi elementami roboczymi. Opis patentowy. Deutsche Agrartechnik 1962, 1, 43-44.
69. Stefanelli G. - Gli attrezii rotetivi Civello al vagio dell esperienza Rivista Agricoltura. 1957, 9.
70. Stojniew K., Rakow K. - Izuczenie vlijanija poczwoobrabatywajuszozich orudi i skorosti predposewnoj obrabotkina urożaj ozimnoj pszenicy. Poczwoznanie i agrochimija 1974, 2, 102-107.

71. Straňák A., Klačka F. - Vliv rotační a plužní technologie orby na dynamiku fyzikálních vlastností půdy a její vodní režim. Zemědělská technika. 1964, 12, 723-750.
72. Szeptycki A. - Wpływ przedsięwzięcia przygotowania roli na prawidłowość sadzenia i plon ziemniaków. Biul. Inf. IMER 1970, 8, 13-16.
73. Sienkiewicz J. - Wpływ uprawy roli pługofrezarką oraz pługiem do orki pogłębionej na plony i niektóre właściwości gleby. Post. Nauk Roln. 1969, 6, 63-70.
74. Sienkiewicz J., Pantera B. - Przydatność pługofrezarki do uprawy gleb ciężkich. Zalecenia Agrotechniki 1969, 63-66.
75. Sienkiewicz J., Pantera B. - Przydatność glebogryzarki na użytkach zielonych. Zalecenia Agrotechniki 1969, 66-76.
76. Świętochowski J., Jabłoński B. - Uprawa roli. PWRiL 1966, W-wa.
77. Świętochowski B. - Możliwości uproszczenia uprawy roli przez zastosowanie pługofrezarki. Post. Nauk Roln. 1967, 2, 65-73.
78. Trzecki S. - Czy głębokie spulchnienie rzeczywiście zwiększa zdolność magazynowania wody w glebie. Nowe Roln. 1969, 17, 16-18.
79. Uprawa gleby narzędziami rotacyjnymi. DIZ. Landtech. 1971, 22, 7, 389-390.
80. Vez A., Vulliod P. - Wpływ obróbki gleb na rozwój i plon buraków cukrowych (wyniki dośw. 1968-70). Rev. Suisse Agri-cult. 1971, 3, 1, 3-7.
81. Voss W. - Pflügen "Mit Dreh" Agros, 1957, 9, 513-517.

SPIS TREŚCI

	Str.
I. WSTĘP	5
II. PRZEGŁĄD UPRAWOWYCH NARZĘDZI AKTYWNYCH . .	6
III. WPŁYW NARZĘDZI AKTYWNYCH NA ZMIANY WŁAŚCI- WOSCI AGROFIZYCZNYCH GLEBY	12
Przemieszczanie warstwy ornej gleby	12
Stan agregacji i struktury gleby	19
Porowatość gleby	29
Wilgotność gleby	37
Zwięzłość gleby	40
Plonowanie roślin	43
IV. PODSUMOWANIE	48
V. PIŚMIENNICTWO	50

Dotychczas ukazały się następujące numery

PROBLEMÓW AGROFIZYKI

1. Jan Gliński, Witold Stępniewski - Zastosowanie chromatografii gazowej w badaniach gleboznawczych.
2. Piotr Kowalik - Podstawy teoretyczne pomiarów potencjału wody glebowej.
3. Jan Gliński, Jerzy Duliban - Potencjał oksydoredukcyjny w glebach.
4. Małgorzata Dąbek-Szreniawska - Mikrobiologiczne aspekty tworzenia się agregatów glebowych.
5. Bogusław Szot - Rozwój badań właściwości fizycznych materiałów rolniczych.
6. Ignacy Dechnik, Janusz Stawiński - Powierzchnia właściwa w badaniach fizykochemicznych i fizycznych właściwości gleb.
7. Adam Pukos, Ryszard Walczak - Podstawy teoretyczne badania właściwości mechanicznych gleb.
8. Bogusław Szot, Grażyna Kolemba - Metody oceny wylegania zbóż.
9. Janusz Haman, Bogusław Szot, Wanda Woźniak - Zagadnienie wymiany ciepła i masy w materiałach roślinnych.
10. Materiały seminarium poświęconego fizyce wody glebowej. Praca zbiorowa.
11. Henryk Czachor, Ryszard Walczak - Zamknięte źródła radioizotopowe w badaniach fizycznych właściwości gleb.
12. Zastosowanie analizy spektralnej w badaniach rolniczych. Praca zbiorowa.
13. Krystyna Konstankiewicz, Adam Pukos, Ryszard Walczak - Domenowa teoria histerezy dla termodynamicznych procesów w glebie.

14. Jerzy Szczypa, Zofia Sokołowska - Zastosowanie radioizotopów do badania fizykochemicznych właściwości gleb.
15. Janusz Haman, Adam Pukos - Aktualne zagadnienia mechaniki gleb.
16. Jan Gliński, Zofia Stępniewska - Zastosowanie elektrod selektywnych w badaniach gleboznawczych.
17. Ignacy Dechnik, Jerzy Lipiec - Zwięzłość gleby jako czynnik środowiska rozwoju roślin.

PROBLEMY AGROFIZYKI można nabyć w Księgarni ORPAN -

Pałac Kultury i Nauki, 00-901 Warszawa.

