

problemy agrofizyki

POLSKA AKADEMIA NAUK • ZAKŁAD AGROFIZYKI



Ossolineum

zeszyt 20

rok 1976

**NIEKTÓRE ASPEKTY ZWIĄZKU
MIĘDZY POZIOMEM MECHANIZACJĄ
PRODUKCJI ROŚLINNEJ
A WŁAŚCIWOŚCIAMI FIZYCZNYMI ROŚLIN**

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

PROBLEMY AGROFIZYKI

20

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

PROBLEMY AGROFIZYKI

20

WŁADYSŁAW BYSZEWSKI, JANUSZ PAŁA

**NIEKTÓRE ASPEKTY ZWIĄZKU
MIĘDZY POZIOMEM MECHANIZACJĄ
PRODUKCJI ROŚLINNEJ
A WŁAŚCIWOŚCIAMI FIZYCZNYMI ROŚLIN**

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

1976

Komitety Redakcyjne
BOHDAN DOBRZAŃSKI (przewodniczący)
JAN GLIŃSKI, BOGUSŁAW SZOT

Okładkę 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 1976.
Nakład: 390 egz. Objętość: ark. wyd. 1,40, ark. druk. 2. Papier offset.
kl. III, 70 g, 61 × 86. Wykonano w lipcu 1976. Wrocławska Drukarnia
Naukowa. Zam. 2164/76 – L-11 Cena zł 12.–

W S T Ę P

Bardzo szybki w ostatnich kilkunastu latach rozwój techniki rolniczej spowodował, że optymalizacja związków zachodzących w układzie gleba-roślina-maszyna wywiera bardzo duży, jeśli nie decydujący, wpływ na uzyskiwane w produkcji roślinnej wyniki.

Zaistniała więc konieczność poznania między innymi właściwości fizycznych roślin, zwłaszcza takich, które wywierają na ten związek wpływ zasadniczy. Wiedza ta jest niezbędna zarówno dla hodowców roślin, agrotechników, jak konstruktorów maszyn rolniczych. Dotychczasowa znajomość produktów roślinnych ogranicza się do najbardziej elementarnych cech geometrycznych i wawgowych, podczas gdy inne cechy fizyczne znane są jedynie wyrywkowo.

Niedoskonała znajomość cech fizycznych roślin wywiera ujemny wpływ na jakość maszyn i narzędzi rolniczych, których rozwiązania techniczne, poza nielicznymi wyjątkami, nie uległy zmianie od dziesiątków lat. Nieznajomości podstawowych cech fizycznych roślin nie udaje się, jak ma to miejsce w wypadku innych dziedzin, zastąpić konstruowaniem modeli bądź ideotypów. Dla prawidłowego rozwoju mechanizacji produkcji roślinnej niezbędna jest znajomość licznych cech fizycznych z podaniem pełnej ich charakterystyki, a więc z uwzględnieniem zakresu zmienności dziedzicznej i środowiskowej. Próbą takiej charakterystyki najważniejszych roślin uprawnych jest "Katalog właściwości roślin

wpływających na wzrost poziomu mechanizacji" wydany przez Komitet Hodowli i Uprawy Roślin przy V Wydziale PAN (51). Katalog ten jest pierwszą próbą zebrania tego typu informacji i wymaga uzupełnienia poprzez dalsze liczne kompleksowe badania. Trudności wynikają stąd, że istnieje ogromna liczba roślin uprawnych i ich cech ważnych dla analizy związku zachodzącego między rośliną a maszyną.

Bardzo złożony i trudny do opisania charakter materiałów rolniczych wynika z ich nieciągłej budowy komórkowej, wielofazowej struktury, w której każdy składnik inaczej reaguje na oddziaływanie zewnętrzne, wreszcie ze wspomnianej uprzednio zmienności tych cech zarówno w czasie jak i w zależności od warunków glebowo-klimatycznych.

Obszerne omówienie piśmiennictwa i wyników nowych badań z zakresu biologicznych skutków wzrostu poziomu mechanizacji podano w poprzednich publikacjach (50,51,52,53,54,55). Na podstawie tych informacji można sądzić, że jednym z najważniejszych czynników decydujących o możliwości optymalizacji związku między rośliną a maszyną jest analiza właściwości fizycznych gleby i roślin (30,52).

Nie ma takiej dziedziny nauki, w której decydującym czynnikiem postępu nie byłyby pomiary. Wszystkie badania naukowe, poszukiwanie nowych prawidłowości rozwoju przyrody, badania właściwości materii i kosmosu są oparte w ostatecznym wyniku na pomiarach. Dzięki pomiarom człowiek jest w stanie określać stosunki ilościowe, wykrywać nowe prawa, syntetyzować nowe związki chemiczne i materiały. Pomiary są więc nieodłączną częścią każdego procesu produkcyjnego. Kontrola jakości substancji wyjściowych, procesów technologicznych oraz produktów w trakcie procesu

produkcyjnego, a także sprawdzanie jakości produkcji - wszystko to wymaga wykonania określonych pomiarów i jest realizowane dzięki tym pomiarom.

Można więc stwierdzić, że każdy proces poznawania zaczyna się od pomiaru i oceny jakiejś wielkości, będącej elementem składowym otaczającego nas świata. Powyższe stwierdzenie dotyczy również nauk biologicznych i rolniczych, które odznaczają się szczególną specyfiką, odróżniającą je od pozostałych dziedzin. Specyfika ta polega przede wszystkim na tym, że badacz pracujący tak w dziedzinie biologii, jak rolnictwa ma do czynienia z organizmami żywymi, odznaczającymi się bardzo dużą zmiennością i różnorodnością. Wprawdzie w działalności praktycznej człowieka ma znaczenie zaledwie znikoma część spośród występujących w przyrodzie gatunków roślin, niemniej konieczność systematycznej ich reprodukcji rodzi całe mnóstwo problemów, których rozwiązaniem zajmują się różne dziedziny biologii, chemii, a w ostatnich czasach w coraz większym stopniu fizyki i nauk technicznych.

Przykładów wykorzystania praw fizyki, chemii, technologii i innych dziedzin nauki dostarcza również praktyczna działalność człowieka związana z uprawą roli, siewem, pielęgnacją, a także zbiorem roślin. Konstruując maszyny i narzędzia, przy pomocy których są wykonywane wyżej wymienione czynności, uwzględnia się przede wszystkim cechy biologiczne, fizjologiczne, biochemiczne oraz właściwości fizykochemiczne roślin.

Analiza i klasyfikacja cech fizycznych materiałów roślinnych jest rozmaicie formułowana przez różnych autorów, brak jest jednolitej metodyki, aparatury, a nawet jednoznacznych pojęć do-
kładnie określających poszczególne cechy roślin. Zadania skoór-

dynowania i ukierunkowania badań z zakresu poznania fizycznych właściwości roślin podjął się Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie, uzyskując na tym odcinku poważne osiągnięcia szczególnie w zakresie wypracowania metodyki i aparatury. Przy czym w pierwszym etapie zajęto się głównie zbożami i burakami cukrowymi. Odnosnie obu tych roślin uwzględnia się wszystkie ważniejsze grupy cech fizycznych.

Konstruktora maszyn rolniczych najbardziej interesują cechy roślin mające największe znaczenie z punktu widzenia funkcji, jakie powinien spełniać nowy model. Niezależnie jednak od przeznaczenia przyszłej maszyny, konstruktor musi uwzględniać cechy morfologiczne roślin i ich własności fizyczne. Spośród innych cech uwzględnia się również wymiary geometryczne, w tym: długość, szerokość i grubość, gładkość powierzchni i jej teksturę, własności mechaniczne, jak: gęstość, ciężar objętościowy, twardość, lepkość, wytrzymałość na ścinanie, ściskanie i rozciąganie; własności cieplne: wilgotność materiału, ciepło właściwe, współczynnik przewodzenia i przenikania ciepła, zdolność absorbcyjna, współczynnik dyfuzji cieplnej, a także wiele innych. Spośród wymienionych, największe znaczenie dla konstruktora maszyn rolniczych będą miały właściwości geometryczne i mechaniczne.

Dla zilustrowania zakresu badań prowadzonych obecnie w kraju podano poniżej schemat tematyki realizowanej w ramach problemu koordynowanego przez Zakład Agrofizyki PAN odnośnie buraka cukrowego (rys. 1). Schemat ten ilustruje wyłącznie tematykę podjętą w ostatnich dwóch latach i nie wyczerpuje całokształtu zagadnień wymagających rozwiązania. W omawianym schemacie uwzględniono badania wstępne, przeprowadzone na małej próbie oraz analizę rozkładu wartości badanych parametrów w różnych populac-

jach. Przy czym w tym ostatnim przypadku podjęte badania mają na celu określenie zakresu tej zmienności.

Uzyskane wyniki pokażą, w jakim stopniu badania te znajdują następnie zastosowanie w hodowli roślin, uprawie i mechanizacji. Już jednak obecnie można stwierdzić, że wiele z nich będzie miało duże znaczenie teoretyczne i praktyczne.

Rozważając fizyczne właściwości roślin, należy rozróżnić charakterystykę poszczególnych roślin, jak i całej populacji. Nie zawsze bowiem właściwości populacji są sumą pomiarów wykonanych na pojedynczych roślinach. Obie te charakterystyki mają duże znaczenie praktyczne. Do cech bardzo ważnych, uwzględnianych przede wszystkim przy konstrukcji siewników i maszyn służących do omłotu, czyszczenia i zbioru roślin należy wielkość i kształt nasion i owoców. Nawet pobieżna analiza wymiaru nasion roślin uprawnych wskazuje na bardzo dużą zmienność tej cechy. Jak bowiem wynika z pomiarów, długość nasion najczęściej uprawianych roślin waha się w granicach od 0,5 mm (mak) do 25,0 mm (słonecznik), szerokość - od 0,4 mm (mak) do 15,0 mm (fasola), zaś grubość - od 0,5 mm (mak) do 9,0 mm (fasola).

W licznych przypadkach wystarczające są pomiary trzech głównych wymiarów nasion, które można określać przez pomiar bezpośredni, lub też drogą zmierzenia powiększonego obrazu. Analiza procesu czyszczenia nasion wskazuje, że ponadto ważne jest określenie środka ciężkości, gdyż dwa ziarna o tej samej długości, lecz o różnie położonych środkach ciężkości zachowują się w bębnie zupełnie odmiennie i wymagają różnych wymiarów wgłębień. W praktyce czyszczalniczej wykorzystuje się własności aerodynamiczne nasion, które nie są związane wyłącznie geometrią bryły ale również z jej kształtem. Może on być kulisty (groch), podłuż-

Rys. 1. Schemat badań właściwości fizycznych buraka cukrowego

Burak przemysłowy - I rok wegetacji		
Część podziemna		Część nadziemna
<u>System korzeniowy</u>	<u>Korzeń spichrzowy</u>	
A. Właściwości poszczególnych roślin. Sila zrywania korzeni bocznych. Opory graniczne pokonywane przez korzenie podczas kiełkowania. Wytrzymałość na zrywanie i ścinanie. Właściwości sprężystości i plastyczności. B. Właściwości populacji jak w p-kcie A.	A. Właściwości poszczególnych korzeni (reprezentatywne próby z jednej miejscowości). a) Cechy geometryczne: współczynnik kształtu, objętość b) Cechy anatomiczne: drewnienie, twardość c) Cechy mechaniczne: masa, masa właściwa, pęcznienie, przesiąkliwość, nasiąkliwość, wytrzymałość na zrywanie i ścinanie, wytrzymałość na ścinanie, moduł sprężystości i plastyczności, budowa histologiczna, krajalność korzeni i właściwości fizyczne krajanki (w dalszych etapach pracy), siła potrzebna do wyrywania korzeni z gleby. d) Cechy termofizyczne: ciepło właściwe, współczynnik dyfuzji ciepła, współczyn. przewodności ciepła, współczynnik przejmowania i oddawania ciepła, ciepło oddychania. e) Cechy morfologiczne: wytawianie główek korzeni nad powierzchnię gleby. B. Właściwości populacji (interakcja odmiany $\times$ miejscowości $\times$ lata). a) Charakterystyka populacji w okresie wzrostu (badane cechy jak w p-kcie A. a-e) b) Charakterystyka korzeni składowanych w pryzmie (dla populacji), (badane cechy jak w p-kcie A. c).	A. Właściwości liści pojedynczych roślin. a) Cechy geometryczne: kształt blaszki liściowej, wysokość liści, ilość liści. B. Właściwości populacji jak w p-kcie A.

Rys. 1a. Schemat badań właściwości fizycznych buraka cukrowego

Burak nasienny - II rok wegetacji		
Część podziemna	C z ę ś ć n a d z i e m n a	
<u>Korzenie</u>	<u>Liście</u>	<u>Lodyga</u>
A. Właściwości poszczególnych roślin: Sila zrywania korzeni bocznych. Opory graniczne pokonywane przez korzeń podczas kiełkowania. Wytrzymałość na zrywanie i ścinanie. Właściwości sprężystości i plastyczności. B. Właściwości populacji jak w p-kcie A.	A. Właściwości poszczególnych roślin a) Cechy geometryczne: wielkość liści liczba liści. B. Właściwości populacji jak w p-kcie A.	A. Właściwości poszczególnych roślin: a) Wysokość pędu głównego lub średnia wysokość pędów głównych, b) Wysokość osadzenia i dolnego rozgałęzienia c) Wysokość osadzenia kłębów na dolnych rozgałęzieniach d) Gęstość osadzenia kłębów na pędzie głównym i bocznych e) Liczba pędów staśmionych f) Opory cięcia lodyg w zależności od odmian i typu wysadka. B. Właściwości populacji jak w p-kcie A. <u>Kłębki</u> A. Kłębki z poszczególnych nasienników a) Cechy geometryczne: kształt objętość b) Cechy anatomiczne: jednonasiennność c) Cechy mechaniczne: zgniatanie masa 1000 kłębów. Opory graniczne pokonywane przez kiełek. B. Kłębki pochodzące z populacji (badane cechy jak w p-kcie A. a-c).

nie jajowaty (pszenica, żyto, owies i inne), eliptyczny, nerkowaty (rośliny rdestowate) stożkowaty, lancetowaty itd. Nasiona mogą być ponadto wyposażone w różne twory, ułatwiające ich rozsiewanie. Mogą to być np. włoski, skrzydełka i inne.

Z punktu widzenia wymogów konstrukcyjnych, jak również dokładności i łatwości wysiewu, najlepszy jest kształt kulisty. Dlatego kształt ten nadajemy nasionom niejednokrotnie sztucznie, np. za pomocą szlifowania bądź otoczkowania. Innym celem tego zabiegu może również być stworzenie jak najlepszych warunków kiełkowania oraz zapewnienie kiełkującym nasionom optymalnej zawartości składników pokarmowych w tej części podłoża, z którą bezpośrednio się kontaktują.

Konieczność prowadzenia systematycznych badań nad kształtem i rozmiarem nasion roślin uprawnych wynika nie tylko z dużego zróżnicowania gatunkowego, lecz również odmianowego. Wyprowadzenie wysokoplennych odmian może pociągnąć za sobą konieczność skonstruowania nowych typów maszyn i narzędzi bądź stosowania istniejących. Z powyższego powodu dąży się do tego, aby konstrukcje, będące aktualnie w eksploatacji bądź opracowywane, odznaczały się jak największą uniwersalnością. Biorąc pod uwagę ogromne zróżnicowanie kształtu i wymiarów nasion jest to warunek bardzo trudny do spełnienia.

Sprawną organizacją procesu czyszczenia i szybko jego realizacja są możliwe pod warunkiem, że dysponujemy odpowiednim zestawem maszyn. Zestaw aparatów czyszczących pracuje często w sprzężeniu z suszarniami i silosami zbożowymi. Tak złożony proces technologiczny końcowego etapu produkcji powinien gwarantować uzyskanie ziarna odznaczającego się nie tylko optymalnymi parametrami fizycznymi i chemicznymi, ale również biolo-

gicznymi. Nie należy bowiem zapominać, że uzyskiwany w wyniku tego procesu technologicznego materiał biologiczny - nasiona - bardzo często służy do dalszej produkcji. Jakość materiału reprodukcyjnego zależy zresztą nie tylko od przebiegu końcowej fazy procesu produkcyjnego. Można stwierdzić z całą pewnością, że jakość ta jest uwarunkowana również przez czynniki działające prawie przez cały okres wegetacji. Mogą to być czynniki zależne od woli i działalności człowieka albo też niezależne. Wywierają one bardzo wyraźny wpływ - dodatni albo ujemny - na rozwój roślin i jakość plonu, w tym również na wykształcenie się cech fizycznych. Regulując odpowiednio te czynniki (w miarę możliwości) można w znacznym stopniu modyfikować różne cechy fizyczne roślin.

Procesy czyszczenia są jednym z najważniejszych czynników wpływających na jakość i ich warunki wzrostu. Toteż znajomość czynników i własności roślin, które mogą być wykorzystane w tych procesach, ma zasadnicze znaczenie przede wszystkim dla konstruktorów maszyn, gdyż bez nich nie ma możliwości zaprojektowania ani procesów technologicznych, ani maszyn składających się na ów proces (16,17,20,21,29,50,54).

Również dużo problemów rodzi zbiór różnych gatunków roślin. Zagadnienie to jest znacznie łatwiejsze do rozwiązania dla zbóż niż u roślin okopowych. Badanie charakterystyk wymiarowych ma również duże znaczenie dla zoptymalizowania procesu zbioru. Przy czym w tym przypadku istotne znaczenie dla procesów technologicznych i dla budowy maszyn rolniczych mają również wymiary różnych części roślin, jak np. słomy zbóż, łodyg roślin włókniстых, liści roślin okopowych, wymiary systemu korzeniowego roślin. Jak wiadomo jednym z najważniejszych czynników ograni-

czających możliwości mechanizacji zbioru zbóż jest ich wyleganie. Odporność zbóż na wyleganie ma charakter bardzo złożony. Rozróżnia się wyleganie korzeniowe i źdźbłowe. Wyleganie korzeniowe uwarunkowane jest morfologiczną budową korzeni. Decydujące znaczenie, obok wytrzymałości korzeni odgrywa ich ilość, długość i kształt. Natomiast wyleganie źdźbłowe jest związane z tymi czynnikami, które warunkują jej sztywność. Są to, obok modułu sprężystości, wymiary źdźbła i rozłożenie jego mas oraz pewne szczegóły budowy anatomicznej, przede wszystkim sklerenchymy i parenchymy. Stwierdzono w bardzo licznych badaniach, że istnieje zależność odwrotnie proporcjonalna między długością źdźbła, a odpornością na wyleganie i wprost proporcjonalna pomiędzy średnicą źdźbła a odpornością. Wyniki tych badań o dużym znaczeniu dla hodowli roślin wykazały, że odporność na wyleganie jest wyłącznie funkcją cech geometrycznych źdźbła (42,53).

Bardzo ważne dla praktyki rolniczej są badania dotyczące sił wiążących ziarno z kłosem (22,41,47). Wykazały one dużą tolerancyjność pszenic na termin zbioru oraz konieczność zbierania żyta w ściśle określonej pełnej dojrzałości. Ponadto stworzono warunki dla wprowadzenia w praktycznej hodowli selekcji na tę właściwość zbóż i innych roślin uprawnych.

W procesie omłotu zbóż występują bowiem trzy czynniki ograniczające. Jednym z nich jest niedomłot, drugim niszczenie lub uszkodzanie ziarna, trzecim osypywanie ziarna na pniu lub zespołem żniwnym. Straty, będące wynikiem niedomłotu, można zmniejszyć przez zwięźlenie szczeliny roboczej pomiędzy bębnem i klepiakiem, jak też przez podwyższenie obrotów bębna. Takie zmiany regulacji prowadzą jednak na ogół do zwiększania uszkodzeń ziarna. Zjawiska te występują przede wszystkim przy omłocie odmian, w któ-

rych ziarna związane są silnie z kłosem bądź też podczas zbioru przeprowadzonego w okresie, gdy siła ta w kłosie odmiany o naturalnie słabym powiązaniu jest jeszcze znaczna.

W wypadku dużego opóźnienia zbioru zachodzi, nawet w przypadku odmian o silnym powiązaniu ziarna z kłosem, niebezpieczeństwo osypania się zboża lub wybijania go przez aparat tnący i motowidło maszyn zbierających.

W gospodarstwach nastawionych na kombajnowy zbiór zbóż, w przypadku niekorzystnych warunków przyrodniczych lub kłopotów organizacyjnych zachodzi istotne niebezpieczeństwo znacznego rozciągnięcia zbioru w czasie, tj. rozpoczęcia go przed osiągnięciem pełnej dojrzałości, a zakończenie w momencie naturalnego osypywania ziarna. W takim przypadku wystąpią równocześnie straty spowodowane niedomżotem, uszkodzaniem ziarna i osypywaniem i mogą one wynosić do kilkudziesięciu procent plonu.

Istotne znaczenie posiada więc dobór odmian, które charakteryzując się niezbyt dużymi siłami wiążącymi ziarno z kłosem, miałyby cechę zachowania wartości tej siły, możliwie niezmiennej przez dłuższy okres. Biorąc jednak pod uwagę, że siła ta przybiera losowo zmienne wartości w dużym przedziale, ważny jest również charakter rozkładu prawdopodobieństwa.

Wyniki badań B. Szota wykonane za pomocą symulatora osypywania ziarna działającego przy ustalonej amplitudzie i częstotliwości wykazały, że istnieją duże różnice pomiędzy odmianami i przy różnym czasie badania. Przetrzymywanie niektórych odmian zbyt długo na pniu powoduje nieuchronne straty na osypywanie sięgające kilkudziesięciu procent plonu (tab. 1).

Skutek uderzenia ziarna pszenicy ciężarkiem poruszającym się z rozmaitą prędkością jest ważnym wskaźnikiem odporności

Tabela 1. Podatność zbóż na osypywanie ziarna
(wg B. Szota)

Gatunek	Odmiana	Ziarna osypane %		
		Dojrzałość pełna	7 dni po dojrzałoś- ci pełnej	14 dni po dojrzałoś- ci pełnej
Pszenica ozima	Kaukaz	-	2,9	3,3
	Helenka	13,1	4,5	10,3
	Dana	3,8	10,5	11,2
	Eka Nowa	2,9	6,6	25,1
	Balta	-	-	1,1
	Poros	-	5,1	6,3
	Promesse	-	-	-
Jęczmień jary	Lubuski	12,8	8,1	6,1
	Piast	6,8	8,8	10,0
	Bomi	15,2	12,4	9,8
	Elgina	7,5	3,1	7,4
Żyto	Pancerne	-	1,1	1,0
	Dańkowskie Selekcyjne	-	7,4	2,4

ziarn na uszkodzenie mechaniczne. Wyraża się on spadkiem siły kielkowania. Jest ona tym większa, im większa jest prędkość uderzenia i wilgotność, podczas gdy ilość uszkodzeń maleje ze wzrostem wilgotności (tab. 2).

W przypadku zbóż zagadnienie zbioru jest rozwiązane stosunkowo dobrze, posiadamy bowiem sprawne kombajny i jedynie do rozwiązania pozostało dalsze ich doskonalenie zwłaszcza w kierunku obniżenia strat. W przypadku roślin okopowych, pomimo istnienia wielu typów maszyn do ich zbioru, nadal oczekujemy na konstrukcje jeszcze doskonalsze. Również w tym przypadku decydujące znaczenie mają fizyczne właściwości roślin. Pilną sprawą jest doko-

Tab. 2. Skutki uderzenia mechanicznego ziarna pszenicy zależnie od ich wilgotności i prędkości uderzenia (wg Mitchell)

Wilgotność %	Prędkość uderzenia m/min:					
	0	1000	1250	1550	1850	2150
Procent uszkodzonych ziarn						
15	-	9	12,7	7	19,3	24,7
20	-	4,7	6	7,3	5,7	7,7
25	-	2	5,7	6,3	4,7	7,3
Siła kielkowania ziarn nie uszkodzonych						
15	96,7	95,2	92,1	83,2	71,0	65,8
20	95,3	96,1	86,9	80,1	59,6	52,2
25	90,3	91,8	90,8	83,3	50,6	37,9

nanie charakterystyki tych cech fizycznych ziemniaka, które wpływają na wielkość strat przy zbiorze (27,28,30,31,35,37).

Sprawę komplikuje jednak fakt, że kłęby ziemniaczane rosną w glebie często na różnej głębokości, dlatego przy konstrukcji maszyn służących do zbioru należy uwzględnić opór, jaki częściom roboczym będzie stawiać gleba. Wykopane kłęby ziemniaczane muszą być oczyszczone z gleby, oddzielone od zanieczyszczeń twardych, jak np. kamienie oraz posortowane.

Skonstruowanie maszyn wykonujących wyżej wymienione czynności było możliwe po poznaniu cech fizycznych i geometrycznych bulw ziemniaczanych. Spośród nich, do najważniejszych można odnieść: twardość miąższu i skórki, kształt i inne. Konieczność mechanicznego wykonywania wyżej wymienionych czynności stawia określone zadania również przed hodowcami roślin. Dąży się więc ostatecznie do tego, by ze względu na zbiór mechaniczny, kłęby rosły skupione w gnieździe o jak najmniejszej średnicy, by gniazdo było umieszczone w miarę możliwości płytko, by kłęby

miały kształt okrągły, gdyż nieregularny znacznie utrudnia ich sortowanie. Kształt kulisty i płytkie umieszczenie oczek są cechami bardzo ważnymi z punktu widzenia gastronomii i przemysłu przetwórczego, które posługują się obieraczkami mechanicznymi. Geometria kłębów wpływa na procesy sortowania, tak samo było to przedstawione przy rozważaniu sortowania nasion. Szczególnie warto zwrócić uwagę na to, że normatywna ocena wielkości ziemniaków następuje przez pomiar ich szerokości, a więc wymiaru średniego. Rozdzielenie według tego wymiaru wymaga użycia sit o oczkach okrągłych, co ze względu na trudności wykonawcze jest bardzo rzadko praktykowane. Przeważa użycie sit o oczkach kwadratowych. Przy nieregularnych kształtach ziemniaków jakość rozdzielania jest bardzo zła.

Wymiary kłębów decydują również o konstrukcji przenośników prętowych w kopaczkach i kombajnach do zbioru ziemniaków.

Wymiary kłębów mają również pewien wpływ na dopuszczalną siłę, jaką wytrzymują one w procesie zbioru, na przykład w bębnach pneumatycznych przeznaczonych do rozgniatań brył (1,2). Przyjmuje się, że dopuszczalny jednostkowy nacisk na ziemniaki małe o powierzchni przekroju od 15 cm^2 wynosi $3,0 \text{ kg/cm}^2$, podczas gdy na ziemniaki większe waha się w granicach $3,5\text{--}3,7 \text{ kg/cm}^2$.

Bardzo ważne znaczenie dla prawidłowego zbioru plonu mają właściwości fizyczne innej rośliny okopowej, a mianowicie buraka cukrowego (13,15). Kształt korzeni, wysokość wystawiania nad powierzchnią ziemi, siła, jaką należy zastosować do wykopania lub wyciągnięcia korzenia z gleby i inne cechy zależą od głębokości siewu kłębów, ubicia gleby przez maszyny rolnicze, od ilości opadów i od wielu innych czynników. Niezależnie od tego, stosowane maszyny rolnicze powinny gwarantować prawidłowe ogłowiecie bu-

raka, tj. takie, przy którym straty masy korzeniowej byłyby minimalne, zaś całe i czyste liście, po zakiszeniu nadawałyby się do skarmienia. Spełnienie powyższych postulatów jest możliwe pod warunkiem dokładnego poznania zakresu zmienności cech geometrycznych korzeni różnych gatunków i odmian buraka. W świetle bowiem potrzeb mechanizacji, hodowcy powinni dążyć do uzyskania biotypów, zapewniających wysoki plon korzeni o wyrównanych cechach geometrycznych. W trakcie uprawy należy stworzyć warunki zapewniające jednakową rozstawę korzeni i umieszczenie szyjki korzeniowej na tym samym poziomie.

Prawidłowy zbiór powinien zabezpieczyć właściwe ogłowienie buraka, w przeciwnym razie mogą powstać straty plonu rzędu 20%. Również zbyt duża długość korzenia, przy jego małej średnicy bywa przyczyną znacznych strat masy sięgającej 10%. Bliższa analiza zmienności tych cech wykazała, że zależą one zarówno od czynników uprawowych (homogenizacji środowiska glebowego, wilgotności gleby, techniki nawożenia, obsady roślin itp.) jak również cech odmianowych. Dostosowanie agrotechniki buraka do tych wymagań ma duże znaczenie, gdyż nie jest praktycznie możliwe dobre ogławianie buraków o różnicy wysokości ponad 100 mm (8,9,10,11).

Charakterystyka wymiarów korzeni jest obok charakterystyki ich wytrzymałości niezbędna dla prawidłowej konstrukcji kombajnu lub ogławiacza do buraków (32,34,36,37,43).

Pomiar cech mechanicznych roślin i ich odkształceń, a nawet uszkodzeń powodowanych przy sprzęcie mechanicznym jest tym trudniejszy, że budowa anatomiczna tkanek roślinnych i ich odporność, np., na zgniatanie, jest często cechą odmianową. Tendencja więc do maksymalnego zmechanizowania wszystkich prac polowych powinna

także nakreślać zadania dla hodowców, by ci, projektując i tworząc nowe odmiany, uwzględniali fakt, iż po wprowadzeniu do uprawy powinny one nadawać się do zbioru mechanicznego.

Mimo iż zbiór roślin okopowych ma swoją określoną specyfikę, niezależnie od tego czy dokonywany jest ręcznie, czy też mechanicznie - zawsze wymaga zastosowania określonej siły. Na przykład w wypadku buraków cukrowych zachodzi najpierw konieczność ogłowienia, a następnie wykopania bądź wycorania korzeni z ziemi. Siła, jaką należy przy tym przyłożyć, będzie zależeć od sposobu zbioru, zwięzłości gleby, głębokości osadzenia, a także cech geometrycznych korzeni. Tylko po poznaniu wszystkich niezbędnych parametrów i czynników wpływających na siłę, z jaką korzenie są utrzymywane w glebie, jesteśmy w stanie skonstruować maszyny służące do zbioru mechanicznego.

Dotychczasowe wyniki naszych badań wskazują np., że na glebie ugniatanej zmienia się kształt korzenia spichrzowego, którego średnica się zmniejsza i budowa anatomiczna i morfologia, gdyż wzrasta udział korzeni rozwidlonych. Również udział korzenia wyrastającego ponad glebę zależy w znacznym stopniu od warunków środowiskowych. Jest on modyfikowany między innymi przez wilgotność gleby, jej zagęszczenie, sposób nawożenia i obsadę roślin (tab. 3).

Tabela 3. Wpływ różnych czynników na wyrastanie z gleby głowy buraka (średnie za 3 lata)

Badane czynniki	Różnica (cm)
Nawadnianie	0,4
Sposób uprawy	0,8
Obsada roślin	0,5
Poziom i sposób nawożenia	1,7

Pomiary, dotyczące siły potrzebnej do wydobycia korzenia z gleby wykazały, że jest ona większa w przypadku rzadszego rozmieszczenia roślin w rzędzie, nawadniania i słabszego nawożenia roślin azotem. Ponadto wyraźne są różnice międzyodmianowe (tab. 4).

Tabela 4. Wpływ różnych czynników na wielkość siły potrzebnej dla wydobycia z gleby korzeni buraka (średnia za 3 lata)

Badane czynniki	Różnica w kg na roślinę
Różnice między odmianami	10,1
Nawadnianie	4,0
Sposób uprawy	3,5
Poziom i technika nawożenia	6,3

Uniwersalność maszyn służących do zbioru roślin okopowych będzie w dużym stopniu zależeć od stopnia, w jakim konstruktorzy przewidzieli wszystkie zakresy zmienności parametrów, wpływających na wydajność pracy maszyn i jakość zbioru. Część z tych parametrów wymieniono wyżej, lecz należy również podkreślić wpływ czynników wpływających na pracę maszyn w sposób zupełnie nie przewidziany. Mamy tu na myśli czynniki klimatyczne, a przede wszystkim opady atmosferyczne, które mogą całkowicie zmienić nie tylko wydajność maszyn, ale również jakość pracy. Nadmierna ilość opadów atmosferycznych zwiększa straty korzeni i liści wskutek gorszej pracy urządzeń kopiących i czujników. Jeśli gleba z korzeni jest usuwana przez cukrownię w trakcie procesu technologicznego i rolnik ponosi jedynie straty w postaci większych potrażeń na wadze, to zanieczyszczenia liści są znacznie kłopotliwsze. Pozbycie się ich wymaga bowiem dużych ilości wody

i specjalnych myjni w gospodarstwie. Zabiegu tego się zresztą na ogół nie stosuje, gdy tymczasem zjadanie przez zwierzęta dużych ilości kiszzonek zanieczyszczonych ziemią obniża istotnie mleczność krów wskutek niestrawności, a niejednokrotnie powoduje nawet ich śmierć.

Uszkodzenia mechaniczne korzeni buraka wywierają ujemny wpływ na ich jakość, gdyż sprzyjają infekcjom oraz utrudniają usunięcie zanieczyszczeń. Straty spowodowane tymi uszkodzeniami są jednak tym niższe, im krócej korzenie są magazynowane (4,6,8).

Nieco inaczej jest w wypadku ziemniaka. Wskutek długotrwałego przechowywania po zbiorze, kłęby uszkodzone są szczególnie łatwo zakażane przez patogeny, przy czym liczne zanieczyszczenia ziemią przyspieszają i pogłębiają proces gnicia. Zagadnienie czystości zbioru i jego jakość nabierają więc szczególnej wagi w wypadku ziemniaka, w związku z czym w stosunku do konstrukcji kombajnów ziemniaczanych stawia się bardzo wysokie wymagania. Postulaty rolnictwa będą mogły być spełnione pod warunkiem, że konstruktorzy będą dysponowali pełną informacją nie tylko na temat warunków pracy przyszłej maszyny, lecz również biologii, cech morfologicznych, a więc geometrycznych i fizycznych rośliny. O wadze zagadnienia niech świadczy fakt, że roczne straty wynikające z uszkodzenia mechanicznego kłębów ziemniaczanych przy zbiorze wynoszą około 1,5 mld złotych. Liczbę tę trudno uznać za zawyżoną, jeśli uwzględnimy fakt, że około 70% kłębów trafiających do konsumenta ma rozmaite uszkodzenia zewnętrzne i wewnętrzne. Powyższy fakt potwierdziły tak badania krajowe, jak zagraniczne.

Przytoczone przykłady znaczenia pomiaru cech mechanicznych roślin dla usprawnienia procesu zbioru ograniczono do kilku roś-

lin. Oczywiście, że to samo dotyczy wszystkich uprawianych gatunków roślin, gdyż informacje te określają ich przydatność do zbioru. Należy jednak zastrzec się, że określenie to wcale nie jest równoznaczne z dojrzałością fizjologiczną. Często bowiem zdarza się, że zbiór mechaniczny jest możliwy tylko przed osiągnięciem stanu dojrzałości fizjologicznej. Za przykład mogą służyć pomidory, brzoskwinie i owoce innych roślin, które w stanie pełnej dojrzałości nie wytrzymałyby nacisku części roboczych maszyn zbierających.

Zbiór mechaniczny polega w większości wypadków na oddzieleniu owocu bądź organu zapasowego od reszty rośliny za pomocą części roboczej maszyny. Wykonanie tego zabiegu wymaga określonego nakładu energii z jednej strony, zaś z drugiej - jest związane z uszkodzeniem części rośliny bądź nawet całkowitym jej zniszczeniem.

Istnieje wiele cech geometrycznych, których określenie jest niezbędne zarówno dla konstrukcji maszyn, jak też dla ustalenia prawidłowych parametrów technologii uprawy. Dla przykładu można podać wysokość łodyg roślin włóknistych, wysokość łodyg kukurydzy, wymiary głów kapusty. Bardzo ważne są ponadto wspomniane badania dotyczące odporności owoców na uszkodzenia mechaniczne (3,44,45), pęknięcia strąków i ziarn przy omłocie roślin strączkowych (23,24,25,50,52), pęknięcia łuszczyń i cech nasion roślin oleistych (33), różnych właściwości fizycznych, a zwłaszcza wrażliwości roślin na zgniatanie odnośnie koniczyzny i lucerny (26,52,53) itd.

Przytoczone wyżej przykłady roli cech biologicznych, geometrycznych, fizycznych i innych, w mechanizacji zbioru i innych procesów produkcyjnych w rolnictwie, nasuwają kilka wniosków.

Niewątpliwa wydaje się przede wszystkim konieczność badania tych cech. Zagadnienie informacji jest w tym wypadku o tyle ważne, że dotychczasowe rozwiązania konstrukcyjne stosowane w rolnictwie są dalekie od doskonałości i jak widzieliśmy na przykładzie ziemniaka, przyczyniają się do ogromnych strat w skali kraju. Udoskonalenie maszyn i narzędzi będzie możliwe po dostarczeniu konstruktorom obiektywnej informacji dotyczącej materiału roślinnego, warunków pracy przyszłych konstrukcji i wymagań, jakie powinny one spełniać.

O celowości prowadzenia badań w tym kierunku świadczą przykłady bardzo udanych rozwiązań wielu maszyn i narzędzi rolniczych. Jednym z nich może być nasz kombajn marki "Bison", przy pomocy którego można zbierać nie tylko zboża, ale również rośliny oleiste, jak np. rzepak. Innym przykładem może być kosiarka rotacyjna, w której całkowicie zmieniono zasadę pracy urządzeń tnących. Zamiast ruchu posuwisto-zwrotnego noży zastosowano ruch obrotowy urządzenia tnącego. Dzięki temu rozwiązaniu nie tylko uproszczono sam proces ścinania, ale znacznie zwiększono wydajność pracy kosiarek. Rozwiązanie to znalazło zastosowanie na razie w kosiarkach służących do zbioru traw pastewnych.

Przykładem uniwersalności rozwiązań konstrukcyjnych mogą być maszyny do zbioru truskawek. Jeden z amerykańskich prototypów podnosi rośliny z ziemi za pomocą strumienia powietrza, wyczesuje owoce, oczyszcza je z liści i innych zanieczyszczeń i w końcu zasypuje do skrzynek. Kombajn kanadyjski do zbioru truskawek jest lekką, jednoosiową i samobiezną konstrukcją, w której grzebień wyczesujący owoce połączono z małymi skrzynkami, do których są one zrzucone. Poniżej skrzynek jest umieszczony pojemnik. Gdy skrzynki przemieszczają się do góry i obróca,

wysypujące się owoce wpadają do zbiornika. Wydajność obu kombajnów jest bardzo duża, gdyż w ciągu 8 godzin zbierają owoce z powierzchni około 1 ha. Skonstruowanie tak udanych maszyn, zastępujących pracę dziesiątków ludzi jest możliwe po dokładnym poznanu biologii wzrostu i rozwoju truskawki, a przede wszystkim cech fizjologicznych, fizycznych i geometrycznych roślin zielonych i owoców oraz po dobraniu odmian truskawek poddających się zbiorowi mechanicznemu, a więc równomiernie dojrzewających i owocujących na zewnętrznej powierzchni rośliny.

Przytoczone powyżej przykłady stanowić mogą uzasadnienie rozwoju prac badawczych, prowadzących do zaopatrywania każdej nowej odmiany roślin wprowadzanych do produkcji w szczegółową metrykę, zawierającą informacje ważne zarówno dla konstruktora maszyn, jak i dla ustalenia prawidłowej agrotechniki produkcji. Brak tych informacji staje się bowiem coraz dotkliwszy i niesie za sobą duże straty.

P I Ś M I E N N I C T W O

1. Bieluga B.: Określenie odporności ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne. R.N.R. 1968, t. 68-C-2.
2. Bieluga B.: Biologiczne skutki mechanizacji na podstawie światowej literatury (ziemniaki). Materiały Wydziału V PAN dot. prognoz rozwoju nauk rolniczych i leśnych w Polsce do r. 1985. Wyd. PAN, Warszawa 1969.
3. Bieluga B.: Nowe kryteria oceny wartości gospodarczych niektórych odmian jabłek w aspekcie wzrastającego poziomu mechanizacji. Zeszyty Problemowe Post.Nauk Roln. 1971, nr 112.
4. Byszewski W.: Einfluss eines höheren Mechanisierungsgrades auf den Zuckerrübenbau. Wiss zeit. Univ. Halle 1966, Z. 20.

5. Byszewski W.: Kierunki przemian w produkcji roślinnej. PWRiL, Warszawa 1974, wyd. II.
6. Byszewski W., Błaszczyk D.: Główne kierunki przemian w uprawie buraków cukrowych i ziemniaków. Nowe Rolnictwo 1967, nr 2.
7. Byszewski W.: Prognozy rozwojowe nauk w zakresie uprawy roślin do 1985 r. Materiały Wydziału V PAN, PAN 1969, z. 32.
8. Byszewski W., Ostrowska D.: Skutki wzrostu poziomu mechanizacji uprawy buraków cukrowych. Międzynar. Czas. Roln, 1969, nr 6.
9. Byszewski W., Szklarska J.: Wartość użytkowa a ważniejsze cechy morfologiczne buraków półcukrowych. P.N.R. Seria A, 1969, t. 9, z. 3.
10. Byszewski W., Ostrowska D.: Biologiczne skutki wzrostu stopnia mechanizacji produkcji roślinnej. Wyd. PAN, 1971, s. 42.
11. Byszewski W.: Ważniejsze czynniki biologiczne, warunkujące wzrost poziomu mechanizacji produkcji roślinnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1971, nr 112.
12. Byszewski W., Ostrowska D., Mildner P.: Omówienie bibliografii dotyczącej wpływu mechanizacji rolnictwa na człowieka i jego środowisko. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1971, z. 145.
13. Byszewski W.: Wartości graniczne cech roślin korzeniowych. Zeszyty Problemowe Pos. Nauk Roln. 1972, z. 135.
14. Byszewski W., Dobrzański B.: Wzrost intensyfikacji produkcji roślinnej a zagadnienie zmian w naturalnym środowisku przyrodniczym. Post. Nauk Roln. nr 5, 1972.
15. Byszewski W., Kiełbaska M.: Właściwości fizyczne buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1972, z. 135.
16. Fafara R.: Biologiczne skutki mechanizacji zbioru i konser-

wacji ziarna zbóż. Materiały Wydz. V PAN dot. prognoz rozwoju nauk rolniczych i leśnych w Polsce do roku 1985, PAN Warszawa 1969.

17. Grochowicz J.: Niektóre zagadnienia odporności nasion na uszkodzenia mechaniczne. Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln. 1971, z. 112.
18. Haman J. i inni: Zagadnienia wymiany ciepła i masy w materiałach roślinnych. Probl. Agrof. 1973.
19. Haman J., Zdanowicz A.: O potrzebie rozszerzenia studiów nad reologią materiałów w Rolnictwie. Roczn. Nauk Roln. Ser. C, 1969, t. 68, z. 2.
20. Haman J., Byszewski W.: Właściwości fizyczne gleby i roślin uprawnych. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln. 1972, z. 135.
21. Haman J., Gawda H., Skorzyńska Z., Zdanowicz A.: Własności dynamiczne i reologiczne produktów rolnych i gleby. Międzyn. Czasop. Roln. 1973, nr 5.
22. Haman J., Szot B.: Badanie sił wiążących ziarno z kłosem. R.N.R. t. 71, C. 2, 1974.
23. Jasińska Z.: Wpływ mechanizacji i chemizacji na uprawę roślin strączkowych. Materiały Wydz. V PAN dot. prognoz rozwoju nauk roln. i leśn. w Polsce do roku 1985. Warszawa 1969.
24. Jasińska Z.: Biologiczne podstawy wzrostu poziomu mechanizacji w uprawie niektórych roślin strączkowych. Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln. 1971, z. 112.
25. Jasińska Z.: Wartości graniczne cech roślin strączkowych, Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln. 1972, z. 135.
26. Jelinowska A.: Wpływ mechanizacji na plony wieloletnich roślin motylkowych. Materiały Wydz. V PAN dot. Prognoz rozwoju nauk roln. i leśnych w Polsce do roku 1985. Warszawa 1969.

27. Kandaulew J.M.: K woprosu obrazewanija i rozruszenija poczwiennych komkow kartofielnoj griadki pro mechanizirowannoj uborkie kartofiela. Trudy, I, Mińsk 1963.
28. Karwowski T.: Wartości graniczne cech roślin bulwiastych. Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln. 1972, z. 135.
29. Konieczna M.: Wstępne badania niektórych sposobów zbioru pszenicy na jakość ziarna siewnego. Biul. Infor. IMER 1967, z. 7.
30. Kupers L.J.P.: Planf en machine. H. Veenman i Zonen N.V., Wageningen 1964.
31. Kupers J.L.P.: Einige biologische Folgen der Neuzeitlichen Kartoffelbau. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln. 1971, nr 112.
32. Kuźdowicz A.: Wymagania mechanizacyjne a możliwości hodowlane buraka. Zeszyty Problem. Post. Nauk Roln. 1971, z. 112.
33. Lityński A.: Wartości graniczne cech rzepaku i rzepiku wiążące się z pracą narzędzi i maszyn rolniczych. Zeszyty Problemowe Post. Nauk. Roln. 1972, z. 135.
34. Lachowski J., Szydłowska I.: Niektóre zagadnienia mechanizacji a wzrost i wartość technologiczna surowca buraków cukrowych. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln. 1971, z. 112.
35. Macepuro M.E.: Technologiczeskije osnovy mechanizacji uborki kartofiela. Mińsk 1959.
36. Martens M.: Verlaufige Beobachtungen über die Verholzung der Zuckerrüben, die in Belgien im Jahre 1958 durchgeführt wurden. Publ. Techn. Inst. Belge. Ameliorat. Betterave, 1960, z. 6.
37. Mikołajewski J.: Modelowe badania niektórych własności dynamicznych ziemniaka. Maszynopis. WTR - Lublin 1974.
38. Nowacki T., Zdun K.: Poglądy dotyczące badań nad oddziały-

waniem maszyn na rośliny i glebę. Materiały Wydz. V PAN.
dot. prognoz rozwoju nauk roln. i leśnych w Polsce do roku
1985. Warszawa 1969.

39. Nowacki T., Byszewski W.: Wpływ zabiegów pielęgnacyjnych
w różnych stopniach mechanizacji na dynamikę wzrostu, plon
i wartość technologiczną buraków cukrowych. Zeszyty Naukowe
SGGW, Rolnictwo 1967, z. 10.
40. Pabis S.: Znaczenie znajomości niektórych właściwości roś-
lin w technice suszarnictwa i przechowywalnictwa. Zeszyty Pro-
blemowe Post. Nauk Roln. 1972, z. 135.
41. Preininger M., Maler I., Moškova H.: Pevnost spojeni zrna
s sklaseu u pestovanych odrud pšenice. Zemedelska Technika,
c 5, 1968.
42. Rezniček R.: Experimental examination of bond strength of
grain on the ear. Journal of Agric. Eng. Res., vol. 15, 1970.
43. Siwicki St.: Wpływ niektórych cech morfologicznych odmian
buraków cukrowych na jakość pracy maszyn. Zeszyty Probl.
Post. Nauk Roln. 1971, z. 112.
44. Słowik K.: Wpływ ugniatającego działania maszyn na właści-
wości fizyczne gleb i wzrost jabłoni. Materiały Wydz. V PAN
dot. prognoz rozwoju nauk roln. i leśn. w Polsce do roku
1985. PAN, Warszawa 1969.
45. Słowik K.: Wpływ sztucznego zagęszczania gleby na wzrost
i korzenienie się jabłoni. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.
1971, nr 112.
46. Styk B., Gieroba J., Wilczek M.: Wartości graniczne cech
roślin zbożowych wpływających na kierunki mechanizacji.
Zeszyty Problemowe Post. Nauk Roln. 1972, z. 135.

47. Szot B., Grundas S., Grochowicz M.: Metodyka określania siły wiążącej ziarno z kłosem. Roczn. Nauk Roln. C. 60-3, 1973.
48. Trzecki S.: Niektóre właściwości fizyczne nasion różnych gatunków roślin uprawnych. R.N.R. Ser. A., z. 4, 1973.
49. Zdun K.: Optymalizacja uprawy roślin okopowych w warunkach wysokiego poziomu mechanizacji. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln., nr 112, 1971.
50. Zbiorowa: Biologiczne skutki powodowane wzrostem stopnia mechanizacji produkcji roślinnej. Wyd. Biuro Planowania i Koordynacji Badań Naukowych PAN, Warszawa 1969, z. 42.
51. Zbiorowa: Rezultaty issledowanij po mechanizacji kartofielowodstwa. Moskwa 1960.
52. Zbiorowa: Biologiczne skutki powodowane wzrostem mechanizacji w produkcji rolniczej. Zeszyty Probl. PWR. z. 42, Warszawa 1969.
53. Zbiorowa: Ważniejsze właściwości roślin, wpływające na wzrost poziomu mechanizacji. Zeszyty Probl. PWR. 1970.
54. Zbiorowa: Właściwości fizyczne gleby i roślin uprawnych. Zeszyty Problemowe Post. Nauk. Roln. 1972, s. 135.
55. Zbiorowa: Wpływ poziomu mechanizacji na wzrost i plonowanie roślin. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln., z. 112, 1971.

Dotychczas ukazały się następujące numery

PROBLEMÓW AGROFIZYKI

1. Jan Glišński, Witold Stępniewski - Zastosowanie chromatografii gazowej w badaniach gleboznawczych.
2. Piotr Kowalik - Podstawy teoretyczne pomiarów potencjału wody glebowej.
3. Jan Glišński, 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 - Zwięźłość gleby jako czynnik środowiska rozwoju roślin.
18. Ignacy Dechnik, Stanisław Tarkiewicz - Zmiany właściwości agrofizycznych gleb pod wpływem działania narzędzi aktywnych.
19. Ryszard Walczak, Barbara Witkowska - Metody badania i sposoby opisywania agregacji gleby.

Problemy Agrofizyki można nabyć w księgarni OR PAN
Pałac Kultury i Nauki, 00-901 Warszawa