

problemy agrofizyki

POLSKA AKADEMIA NAUK • ZAKŁAD AGROFIZYKI



Ossolineum

zeszyt 29

rok 1979

**PRZYCZYNY OSYPYWANIA SIĘ NASION
ROŚLIN OLEISTYCH I STRĄCZKOWYCH
ORAZ METODY OCENY TEGO ZJAWISKA**

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

PROBLEMY AGROFIZYKI

29

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

PROBLEMY AGROFIZYKI

29

BOGUSŁAW SZOT, JERZY TYS

**PRZYCZYNY OSYPYWANIA SIĘ NASION
ROŚLIN OLEISTYCH I STRĄCZKOWYCH
ORAZ METODY OCENY TEGO ZJAWISKA**

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

1979

Komitet redakcyjny

prof. dr JAN GLIŃSKI (redaktor naczelny)

prof. dr IGNACY DECHNIK, doc. dr BOGUSŁAW SZOT

Okladkę projektował ZYGMUNT ZIEMKA

© Copyright by Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo. Wrocław 1979.
Printed in Poland

ISBN 83-04-00263-9

Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo. Wrocław 1979.
Nakład: 400 egz. Objętość: ark. wyd. 3,10, ark. druk. 3,25. Papier
offsetowy kl. III, 70 g. 61 x 86. Oddano do drukarni 26 maja 1979.
Druk ukończono w czerwcu 1979. Wrocławska Drukarnia Naukowa
Zam. 129/79 — T-12. Cena zł 18.—

WSTĘP

Zagadnienia osypywania się nasion w okresie dojrzewania roślin oraz w czasie mechanicznego zbioru znane jest rolnikom od dawna. Ta niekorzystna cecha powoduje corocznie nieodwracalne straty materiału siewnego i konsumpcyjnego, zaniżając globalną produkcję cennych płodów rolnych. Stąd też wstępna ocena plonów przed zbiorami nie odpowiada nigdy zebranej masie towarowej z porównywalnych jednostek powierzchni. Przyczyn tego stanu jest wiele i chociaż większość z nich poznano, nie udało się dotychczas uzyskać odmian równomiernie dojrzewających i dostatecznie silnie wiążących nasiona w krytycznym okresie zbiorów. Znaczny postęp w hodowli roślin pozwolił uzyskać wartościowy materiał reprodukcyjny, charakteryzujący się dużą zdolnością plonowania w określonych warunkach glebowo-klimatycznych. Wydaje się jednak, że pewną lukę w naukach rolniczych stanowi w dalszym ciągu brak wystarczających informacji o tych właściwościach roślin, które decydują lub w pewnym stopniu przyczyniają się do powstawania strat, w większości przypadków trudnych do przewidzenia.

Sklonność do osypywania się nasion u wielu gatunków roślin uprawnych jest z zasady cechą trwałą, występującą jednakże w mniejszym lub większym nasileniu. W zależności od współdziałania zespołu czynników, kształtujących zarówno plon, jak i właściwości fizyczne roślin i płodów rolnych, straty nasion mogą być bardzo wysokie lub też ograniczone do minimum przez odpowiednią działalność człowieka.

Rosnące w ostatnim okresie zapotrzebowanie na tłuszcz i białko pochodzenia roślinnego zmusza niejako do bliższego zainteresowania się roślinami oleistymi i strączkowymi, stanowiącymi jeden z podstawowych surowców dla przemysłu spożywczego i paszowego. Jednakże zbiór tych roślin wiąże się z ryzykiem znacznych strat ilościowych obciążających

bezpośrednio producenta. Wynika stąd konieczność zaprogramowania takich warunków uprawy i zbioru, aby uzyskać maksymalną ilość nasion z jednostki powierzchni plantacji.

Jedną z dróg prowadzących do tego celu jest dokładne poznanie właściwości fizycznych roślin w powiązaniu z procesami zbioru i omlotu. Dotychczasowa znajomość tych cech ograniczała się w zasadzie do najbardziej elementarnych, co wynika z bardzo złożonego i trudnego do opisanego charakteru materiałów rolniczych, w których każda cecha zachowuje się inaczej w zależności od odmiany i warunków glebowo-klimatycznych.

W ostatnim czasie ukazało się wiele publikacji [4, 5, 8, 14, 18, 23, 24, 26, 39, 68, 69, 80, 88, 90, 91] podejmujących problem optymalizacji związków zachodzących w układzie gleba - roślina - maszyna. Ciągłe jednak występuje brak dostatecznych informacji na temat licznych cech fizycznych roślin z pełną ich charakterystyką, uwzględniające zakres zmienności dziedzicznej i środowiskowej. Dotyczy to szczególnie roślin oleistych i strączkowych, których uprawa w dobie rozwoju mechanizacji i minimalizacji strat jest znacznie trudniejsza w porównaniu z roślinami zbożowymi, ponieważ większość gatunków nierównomiernie dojrzewa, a niektóre łatwo wylegają i osypują się. Następstwem tego jest systematyczne zmniejszanie się powierzchni upraw roślin strączkowych. W 1965 roku rośliny strączkowe uprawiane były w Polsce na powierzchni około 392 tys. ha, w 1970 r. - 285 tys. ha, a już w 1974 roku na powierzchni około 236 tys. ha, z czego 65-70% przypadało na sektor gospodarki drobotowarowej. Istotną przyczynę zmniejszania arealu upraw roślin motylkowych grubonasiennych stanowią trudności w zakresie mechanizacji zbioru. Konieczne jest więc opracowanie nowych, mniej pracochłonnych i uciążliwych technologii zbioru, uwzględniających równocześnie postulat maksymalnego ograniczenia strat nasion i utrzymania dobrej ich jakości.

Do ważniejszych cech biologicznych [24], które muszą być brane pod uwagę przy mechanicznym zbiorze poszczególnych gatunków należą:

- 1) skłonność do pęknięcia i opadania strąków jako cecha szczególnie charakterystyczna dla łubinu żółtego;
- 2) wysokość osadzania pierwszego strąka oraz ilość i rozmieszcze-

strąków na całej roślinie – cecha ważna dla wszystkich gatunków, a w szczególności dla soi i fasoli;

3) skłonność do wylegania – co ma miejsce przy wszystkich roślinach wiotkołodygowych;

4) nierównomierność dojrzewania, którą obserwuje się zwłaszcza u łubinu żółtego i peluski;

5) dynamika zmian wilgotności łanu w okresie dojrzewania, co wiąże się bezpośrednio z nierównomiernością dojrzewania.

Cechą wspólną roślin strączkowych i oleistych, a mającą zasadniczy wpływ na proces mechanizacji i wielkość plomu, jest podatność owoców na pękanie i osypywanie nasion. Zjawisko to występujące u niektórych roślin motylkowych grubonasiennych, jak soja, łubiny, bobik czy groch, występuje także u rzepaku i innych oleistych z rodziny krzyżowych, jak rzepiki, gorczyce, kapusty, brukwie /19, 25, 27, 36, 37, 38, 40, 41, 73/. Straty, jakie z tego powodu wynikają, wynoszą do 40%, a nawet – jak podają niektórzy autorzy /45, 77/ – do 80% całkowitego plomu (tab. 1).

Problem strat spowodowanych osypywaniem występuje głównie u rzepaku, jako że zajmuje on wraz z rzepikiem ponad 95% arealu obsianego w Polsce roślinami oleistymi (w tym rzepik do 5%, a rzepak jary do 1%). Pozostałe 5% to głównie gorczyce i mak /39, 61/.

Według L88fa /42/ rzepak ozimy jest po gorczycy czarnej i sarepskiej rośliną o najbardziej pękających łuszczynach. Autor ten na podstawie licznych badań podaje następującą kolejność gatunków o rosnącej odporności na pękanie:

- 1) gorczyca czarna,
- 2) gorczyca sarepska,
- 3) rzepak ozimy,
- 4) rzepak jary,
- 5) rzepik ozimy,
- 6) rzepik jary,
- 7) lnianka siewna,
- 8) gorczyca biała.

Żmniejszenie strat u tych roślin można uzyskać (eliminując czynnik

Tabela 1. Niektóre właściwości roślin strączkowych i oleistych związane ze stratami nasion /90/

Cechy roślin	Wartości		Zakres zmienności	
	skrajne	najczęściej spotykane	międzyodmianowej	środkowej
1	2	3	4	5
łubin żółty				
A. Skłonność do pękania i opadania strąków w %	0-40	20	40	30
B. Nierównomierność dojrzewania	średnia i duża	duża	średni	duży
groch siemny				
A. Skłonność do pękania i opadania strąków w %	0-15	5-10	5	15
B. Nierównomierność dojrzewania	średnia i duża	średnia	mały	duży
peluszką				
A. Skłonność do pękania i opadania strąków w %	0-21	4-8	5	10
B. Nierównomierność dojrzewania	średnia i duża	duża	średni	duży
bobik				
A. Skłonność do pękania i opadania strąków w %	0-10	2-5	2	10
B. Nierównomierność dojrzewania	mała	mała	mały	mały
rzepak				
Straty nasion przez samoosypywanie w % plonu				
a) małe	poniżej 5	poniżej 5	duży	średni
b) średnie	5-15	5-15	duży	średni
c) duże	powyżej 15	powyżej 15	duży	średni
Straty nasion przy zbiorze w % plonu				
a) małe	poniżej 5	poniżej 5	duży	średni
b) średnie	5-15	5-15	duży	średni
c) duże	powyżej 15	powyżej 15	duży	średni

1	2	3	4	5
Łatwość pękania łuszczyń po zmoczeniu i szybkim wysuszeniu				
a) po pierwszym namoknięciu	zwiększona	zwiększona	średnie	duże
b) po dwurazowym namoknięciu	duża	duża	średnie	duże

wprowadzania odmian odpornych na osypywanie) jedynie poprzez stosowanie odpowiedniej techniki zbioru i przestrzeganie właściwego jej terminu, albowiem opóźnienie sprzętu poza dojrzałość techniczną prowadzi do nieuchronnych strat. Zapobiec temu można jedynie stosując przyspieszony zbiór, gdy nasiona zawierają jeszcze wysoki procent wody. Jednakże zbyt duża wilgotność nasion przysparza wiele kłopotów związanych z dosuszaniem do stanu normatywnego. Powoduje także obniżenie plonu nasion i pogarsza przemysłową wartość surowca, gdyż zbiór niedojrzałych lub niejednociele dojrzałych nasion, obok zmniejszonej wydajności tłuszczu, daje ten produkt znacznie gorszy jakościowo [39]. L88f [42] podaje, że straty w wydajności oleju przy zbiorze przed pełną dojrzałością oceniane były na blisko 10%. Inni autorzy donoszą, że w niektóre lata około 30% nasion rzepaku dostarczonych przemysłowi nie odpowiadało wymogom norm jakościowych [21].

Nasiona niezupełnie dojrzałe, zagrzone i spleśniałe, często razem magazynowane ze zdrowymi i suchymi, wpływają na obniżenie wartości przemysłowej całej partii surowca. Dlatego też dla przemysłu tłuszczowego największą wartość przedstawiają nasiona rzepaku w pełni dojrzałe i o małej wilgotności. Posiadają one również wyższą zdolność kiełkowania, a otrzymane z nich rośliny odznaczają się lepszą zdrowotnością i bujniejszym wzrostem już w początkach wegetacji, co wpływa korzystnie na wysokość plonu i odporność na działanie chorób i szkodników [9]. Warunki te spełnić mogą jedynie odmiany o trudno pękających łuszczykach, gdyż tylko takie można zbierać mechanicznie bez obawy osypywania w fazie dojrzałości pełnej, gdy nasiona są dobrze wysuszone na pniu. Dotychczasowy brak takich odmian jest powodem dużych strat w plonie,

a ekonomiczne znaczenie tego problemu mobilizuje do poznania czynników, które straty te powodują i do poszukiwań jak najkorzystniejszych rozwiązań.

CZYNNIKI POWODUJĄCE OSYPYWANIE

Pęknięcie łuszczyń i strąków jest zjawiskiem złożonym, na które oprócz cech odmianowych – jak budowa anatomiczna i właściwości fizjologiczne – duży wpływ wywiera również siedlisko wzrostu i rozwoju roślin. Według L88fa /42/ osypywanie w głównej mierze zależy od:

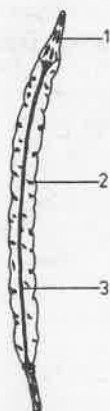
- 1) cech odmianowych,
- 2) czynników agrotechnicznych,
- 3) warunków meteorologicznych,
- 4) chorób i szkodników.

Te podstawowe czynniki należałoby z pewnością uzupełnić wpływem warunków glebowych oraz dobozem terminu i sposobu zbioru.

Pęknięcie owoców jako cecha atawistyczna, utrwalona w wyniku dążenia do utrzymania gatunku, znamionuje rośliny dzikie i prymitywne. Pozwala im bowiem na rozprzestrzenianie się i zajmowanie jak najdogodniejszych dla siebie warunków życiowych. Długotrwała hodowla pozwoliła na wyeliminowanie u wielu gatunków tych cech niekorzystnych, czego najlepszym przykładem jest łubin biały. Jego uprawa i hodowla od paru tysięcy lat pozwoliła uzyskać strąki niepękające i nieodpadające w przeciwieństwie do łubinu żółtego i wąskolistnego, które weszły do uprawy znacznie później i w dalszym ciągu utrzymują niektóre cechy roślin dzikich.

Badania nad anatomiczną budową łuszczyń i strąków łatwo i trudno pękających umożliwiły wyodrębnić tych cech, które w głównej mierze decydują o podatności na pęknięcie.

Przeprowadzone prace nad rzepakiem i rzepikiem /12, 77/ pozwoliły stwierdzić, że u odmian o mniejszej skłonności do pęknięcia proces drewnienia łuszczyń zaczyna się nieco później i przebiega mniej intensywnie. Ich budowa jest delikatniejsza, ma mniej elementów zdrewniałych i grubościennych i stąd też występują mniejsze wewnętrzne naprężenia (siły

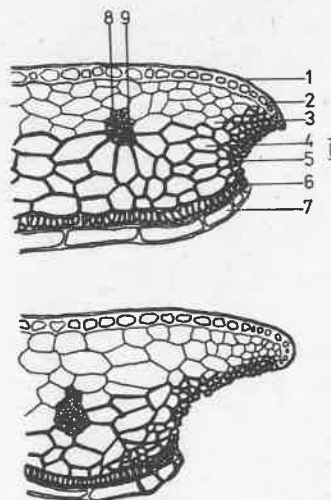


Ryc. 1. Budowa morfologiczna łuszczyzny rzepaku [77]
1 - nosek, 2 - kłapa, 3 - szew

otwarcia) powodujące pękanie. Odmiany rzepaku i rzepiku o łuszczyznach bardziej skłonnych do pęknięcia mają więcej komórek zdrewniałych i grubościennych

na brzegu kłapy (łupiny), mniej komórek parenchymy wewnętrznej o zdrewniałych błonach i grubsze ścianki komórkowe w wiązce szwu (ryc. 1 i 2). Powoduje to występowanie większych sił dążących do otwarcia łuszczyzny. Różnice w budowie błon komórkowych zdrewniałych o ściankach grubych i nie zdrewniałych powodują przy dojrzewaniu nierównomierne wysychanie komórek, co w następstwie wywołuje różnice napięć i szybsze pękanie łuszczyzn. Występuje to szczególnie u rzepaków. Jak wykazały przeprowadzone badania [42, 77], rzepiki są wielokrotnie mniej podatne na pękanie niż rzepaki (tab. 2). Z odmian polskich najkorzystniejszymi cechami pod tym względem charakteryzowały się Mazurski i Ludowy [77].

Tomaszewska [77] podaje następujące morfologiczne i anatomiczne cechy, które powinny być brane pod uwagę w pracach hodowlanych nad otrzymaniem form o niepękających łuszczyznach:



Ryc. 2. Przekrój poprzeczny przez środek kłapy łuszczyzny rzepiku: I - z czterema warstwami zdrewniałej parenchymy, II - z dwoma warstwami zdrewniałej parenchymy [77], 1 - kutikula, 2 - epiderma zewnętrzna, 3 - parenchyma, 4 - parenchyma zdrewniała, 5 - komórki brzeżnej części kłapy, 6 - pas sklerenchymy, 7 - epiderma wewnętrzna, 8 - floem, 9 - ksylem

Tabela 2. Wielkość strat nasion rzepaku i rzepiku na podstawie skielkowanych nasion po zbiorze /42/

Odmiana	Liczba roślin na 1 m ²	Straty plonu (kg/ha) (obliczone z masy 1000 nasion)
rzepak ozimy		
Matador	3550	166
Margo	4950	221
Vestal	3450	174
rzepik ozimy		
Sterrybs	410	12,6
Gruber II	390	12,7
Dure Elite A	445	14,3
Dure Elite B	255	7,2
Rapido	215	6,1

1) mniejsza ilość warstw zdrewniałych komórek w brzeżnej części kłapy,

2) krótsze i bardziej wygięte krawędzie brzeżnej części kłapy (jak u rzepaku Górczańskiego i Bałtyckiego – ryc. 3),

3) grubsza kłapa w części środkowej,

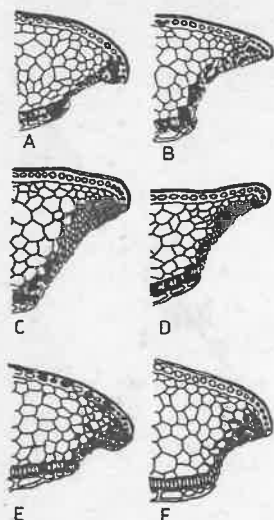
4) większa ilość warstw zdrewniałej parenchymy, występującej w wewnętrznej części kłapy,

5) bardziej zewnętrzne rozmieszczenie wiązek w kłapie (jak u rzepiku Mazurskiego – ryc. 4),

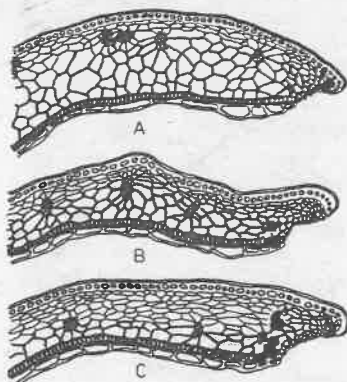
6) występowanie wypustki na krawędzi noska, przytrzymującej kłapy (jak u rzepiku Mazurskiego – ryc. 5),

7) delikatniejsza budowa szwu – mniej elementów zdrewniałych.

Przeprowadzone badania /30, 76, 78/, nad anatomiczną budową roślin strączkowych pozwalają stwierdzić, że parenchyma u wszystkich łubinów zbudowana jest podobnie, natomiast sklerenchyma u odmian pękających ma większą ilość warstw komórek o silnie zróżnicowanej budowie. Warstwy zewnętrzne (od strony parenchymy) posiadają komórki duże i o dużym świetle komórkowym, podczas gdy warstwy wewnętrzne składają się z ma-

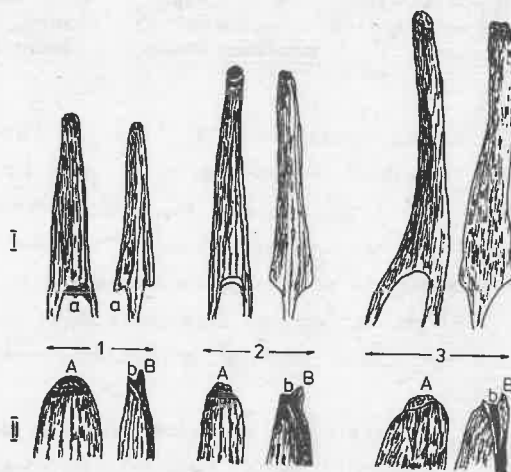


Ryc. 3. Brzeżne zakończenie kłapy, ich kształt i długość u różnych odmian rzepaku i rzepiku [77]
A - Bałtycki, B - Górczański,
C - Warszawski, D - Skrzeszowski, E - Mazurski, F - Ludowy

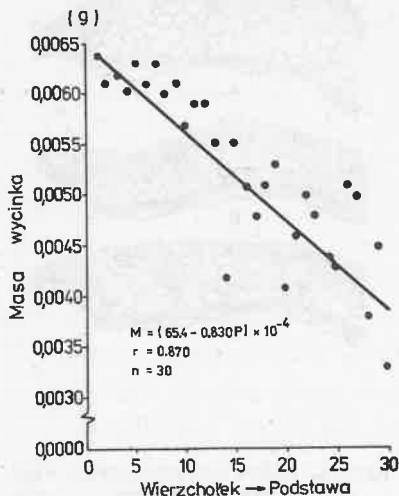


Ryc. 4. Różne rozmieszczenie wiązek w klapie:
A - zewnętrzne jak u rzepiku Mazurskiego, B - środkowe jak rzepaku Nakielskiego, C - wewnętrzne jak rzepaku Warszawskiego

Ryc. 5. Budowa morfologiczna nosków (I) i zakończenie górnych części kłap (II) u rzepaków i rzepików [77]
1 - rzepiku Mazurskiego, 2 - rzepiku Korsolińskiego, 3 - rzepaku Górczańskiego, A - kłapy od strony bocznej, B - kłapy od strony szwu, a - wypustka, b - wgłębienie kłapy

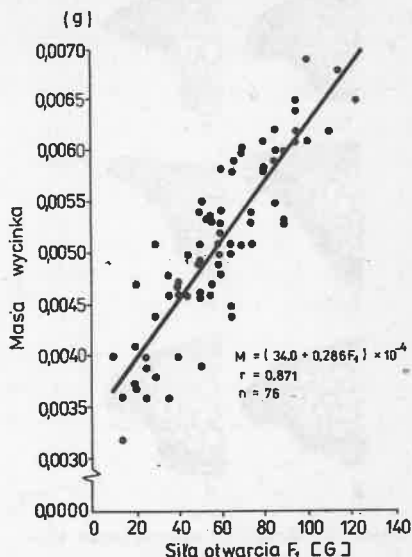


tych komórek o grubych ściankach i bardzo małym świetle komórkowym. Odgrywa to bardzo dużą rolę w procesie pękania i skręcania strąków, ponieważ wysychając w czasie dojrzewania kurczą się silnie i działają jak sprężyny - rozrywają połówki strąka i zwijają je jednocześnie w spirale [51/.



Ryc. 6. Zależność masy wycinka soi od jego usytuowania na roślinie /86/

M – masa wycinka w g, r – współczynnik korelacji, n – liczebność pomiarów, P – położenie strąka na roślinie



Ryc. 7. Zależność pomiędzy siłą otwarcia a masą wycinka strąka soi /86/

M – masa wycinka, r – współczynnik korelacji, n – liczebność pomiarów, F_1 – siła otwarcia

Według Tomaszewskiej /76/ trwałość strąków łupiny zależy od:

- 1) grubości warstw włókien w łupinie (im cieńsza jest ich warstwa, to w ślad za tym zmniejsza się napięcie wywołujące pęknięcie strąków),
- 2) budowy komórek włókien (im będą one delikatniejsze i o cieńszych ściankach, tym pęknięcie będzie słabsze),
- 3) grubość warstwy parenchymy łupiny (im warstwa ta będzie grubsza, tym silniej będzie przeciwdziałać skręcaniu się łupin, a tym samym pękaniu),
- 4) budowy szwów łączących łupiny (im elementy sklerenchymatyczne w szwach będą silniejsze i jednolitsze, tym będą one więcej przeciwdziałać rozrywaniu się łupiny),
- 5) budowy szypułki owocowej (im będzie ona większa i budowa jej silniejsza, tym mocniej strąk będzie z nią związany).

Badania Weeksa i innych /86/ pozwoliły stwierdzić występowanie

istotnych zależności między pękaniem strąków soi a grubością łupiny. Ze względu na szybkość i dokładność pomiaru autorzy ci przyjęli, że najlepszą miarą grubości łupiny strąka będzie masa jego wycinka o stałym przekroju. Współczynnik korelacji między masą tego wycinka a grubością ścianki był bardzo wysoki i wynosił $r = 0,953$. Stwierdzono również, że strąki znajdujące się w górnej części rośliny mają ścianki grubsze niż znajdujące się niżej (ryc. 6). Ponadto grubość ta pozostawała w korelacji z siłami otwarcia, występującymi w obrębie strąka i powodującymi jego pęknięcie (ryc. 7).

Obok innych czynników zabiegi agrotechniczne mają również wpływ na wielkość strat spowodowanych osypywaniem. Decydujące znaczenie w tym przypadku ma niewątpliwie wybór właściwej technologii zbioru, zależnej od gatunku rośliny, wielkości pola, stanu roślin w łanie, zachwaszczenia, obsady na $1m^2$, stopnia dojrzałości, a także przeznaczenia zebranych roślin /6, 28, 35, 42/.

Znaczne trudności przy uprawie roślin strączkowych stwarza również określenie właściwego terminu sprzętu, co wiąże się z dużym zróżnicowaniem w okresie dojrzewania. Spowodowane to może być skłonem lub zagłębieniem terenu, nierównomiernym nawożeniem azotowym, gęstością siewu, opanowaniem przez choroby, szkodniki, a także przebiegiem pogody podczas dojrzewania. Z tych względów metoda wieloetapowego sprzętu roślin strączkowych i oleistych znajdowała najwięcej zwolenników z uwagi na możliwość wyrównania dojrzewania /10, 11, 20, 29, 39, 45, 46, 48, 62, 71/. Wówczas nasiona stopniowo tracą nadmierną zawartość wody w stosunkowo długim okresie i w momencie młocki z zasady wszystkie rośliny – niezależnie od pewnych indywidualnych różnic – mogą osiągnąć pełną dojrzałość. Ma to szczególnie duże znaczenie w produkcji nasiennej /6/. Metoda ta jest bardzo upowszechniona w gospodarstwach indywidualnych ze względu na stan ich mechanizacji. W różnych rejonach kraju można spotkać zwolenników bardzo zróżnicowanych sposobów sprzętu rzepaku /22/:

- 1) koszenie żniwiarką w czasie dojrzałości technicznej, wiązanie ręcznie, stawianie w kopki, po wyschnięciu zwózka do młocarni;
- 2) koszenie kosiarką w czasie dojrzałości technicznej, stawianie

w kopki, po wyschnięciu młocka kombajnem spełniającym rolę przewożonej młocarni;

3) koszenie snopowiązałką lub żniwiarką, po częściowym dosuszeniu stawianie snopków w małe sterty z kanałami powietrznymi lub przekładanie snopków słomą, młocka po wyschnięciu;

4) koszenie w czasie dojrzałości technicznej żniwiarką pokosową lub snopowiązałką z wyłączonym aparatem wiążącym, po wysuszeniu na pokosach młocka kombajnem z podbieraczem;

5) zbiór kombajnem w fazie dojrzałości pełnej.

Istnieje szereg modyfikacji ww. sposobów sprzętu zależnie od przebiegu pogody, posiadanych maszyn, zasobów siły roboczej itp. Przy każdym z tych sposobów należy zwrócić uwagę, by proces sprzętu nie trwał zbyt długo, a zatem ilość osypanych nasion była minimalna. Przy zbiorze roślin strączkowych stosowane są następujące technologie /6, 23/:

1) koszenie kosiarką, wiązanie w snopy lub suszenie w luźnych kopkach, zwózka do młocarni;

2) koszenie kosiarką zaopatrzoną w urządzenia podbierające, które podnoszą wylegnięte rośliny, oraz urządzenia oddzielające rośliny skoszone od rosnącego łanu, zgarnianie ściętych roślin na wały (grochu) i młocka kombajnem,

3) koszenie kosiarką na pokos i młocka kombajnem,

4) wrywanie grabiami ciągnikowymi, omłot z wałów kombajnem,

5) wrywanie wyrywaczką do grochu, omłot z wałów kombajnem.

Przedstawione sposoby są w dalszym ciągu przedmiotem kontrowersyjnych dyskusji. Dlatego też kontynuowane są badania nad udoskonalaniem technologii zbioru. Jednocześnie wprowadza się nowe odmiany roślin lepiej dostosowanych do sprawnej pracy maszyn, a więc o niepekających strąkach, umieszczonych na niższej i mniej wiotkiej łodydze i na takiej wysokości, aby aparat tnący maszyn ich nie uszkadzał /6/.

Zbiór jednofazowy jako najwyższy stopień mechanizacji daje niewątpliwie korzyści organizacyjne i ekonomiczne. Należy jednak uwzględnić, że zmieniający tu zasadniczo proces dojrzewania roślin, który w tym przypadku przerywany jest dość gwałtownie. Jeżeli jeszcze nasiona podda się sztucznemu suszeniu, wykluczy to zupełnie możliwość stopniowego osiągnięcia dojrzałości. Należy się więc liczyć z pewnymi konsekwencjami. Nie-

zwykle ważnym elementem będzie w tym przypadku równomierne dojrzewanie wszystkich roślin i właściwy dobór terminu zbioru. Coraz częściej więc przy jednoetapowym sprzęcie roślin grubonasiennych, a także rzepaku stosuje się zabiegi desykacji i defoliacji mające na celu przyśpieszenie i wyrównanie dosychania, szczególnie w czasie mokrego lata, gdy okres kwitnienia jest dłuższy /17, 44, 47, 66, 70, 75, 81/ - tabela 3.

Tabela 3. Plony nasion bobiku (q/ha) po zastosowaniu defoliacji preparatem Reglone /46/

Rok	Doświadczenia ściste		Doświadczenia łanowe zbierane kombajnem	
	kontrola	Reglone 4 l/ha	kontrola	Reglone 4 l/ha
1972	30,1	27,7	24,8	19,4
1973	40,3	41,4	29,5	29,3
1974	41,9	44,3	33,8	38,9
x	37,4	37,8	29,4	29,2

Jak stwierdzono, zabieg ten wyraźnie wpływa na zmniejszenie strat nasion, nawet do 5 q/ha przy sprzęcie bobiku. W lata suche defoliacja jest zbędna, a nawet szkodliwa, gdyż wpływa na zwiększenie strat, jak miało to miejsce w 1972 r., kiedy pomimo słonecznej pogody podczas dojrzewania i sprzętu zastosowano preparat Reglone. Ubytek nasion z tego powodu wynosił około 3 q/ha.

Analiza strat przy zbiorze jedno i dwuetapowym pozwoliła stwierdzić bardzo wyraźnie różnice między dwoma sposobami sprzętu. Dotyczy to w szczególności rzepaku. Wyższość sprzętu dwuetapowego stwierdzają między innymi Gamdzyk i Konowrocki /11/. Badane rzepaki były dobrze wyrosnięte, dość gęste i lekko pochylone, a pogoda podczas dojrzewania i zbioru była słoneczna. Przy sprzęcie jednoetapowym zaobserwowano, że pękanie łuszczyń powoduje rozdzielną, nawet przy koszeniu z jednej strony, a zbiór w godzinach południowych był w zasadzie niemożliwy ze względu na nadmierne osypywanie nasion. Natomiast nocą podczas rosy, lub w okresie wilgotnej pogody straty wynikały z pozostawiania nasion w łuszczykach. W trakcie zbioru dwuetapowego pękanie łuszczyń powo-

dowane było głównie zbyt szybkimi obrotami podbieracza palcowego w stosunku do prędkości ruchu kombajnu, a pokosy rzepaku – przy ich podbieraniu i podawaniu na stół podnośnika ślimakowego – poruszane były zbyt energicznie.

Osypywanie nasion może wynikać w trakcie suszenia rzepaku na pokosach po okresach nie sprzyjającej pogody. Jednak przy zbiorze jednoetapowym straty oceniane na podstawie wschodów z osypanych nasion były wyraźnie wyższe /11/, co podkreślają również inni autorzy /21, 22/. Podzielić je można na dwie grupy:

1) powstałe w zespole ścinania (straty hederu) powodowane pracą listwy nożowej, motowidła, rozdzielacza, ślimaka i transporterów;

2) powstałe w zespole młocącym i czyszczącym kombajnu, powodowane niewłaściwymi obrotami bębna młocarni, niewłaściwym ustawieniem szczeliny między bębniem a klepiskiem oraz złą pracą zespołu czyszczącego.

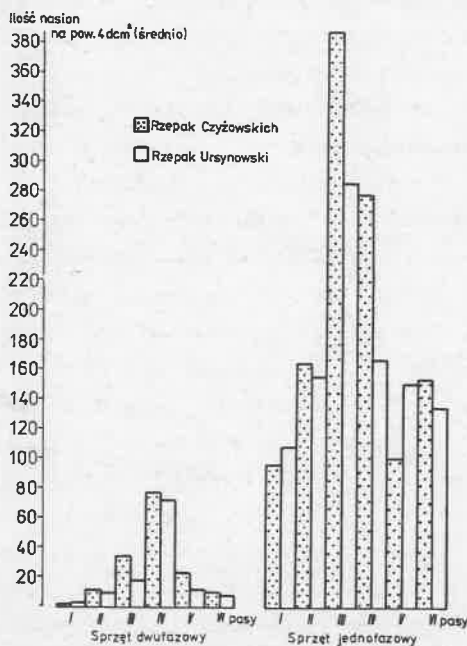
Doświadczenie mające na celu porównanie dwóch sposobów sprzętu wykonał również Jakubiec i Grochowski /22/. Obiektem badań były dwie odmiany rzepaku: Czyżowskich i Ursynowskiego. Sprzęt ręczny pozwolił na uchwycenie plonu bez strat (Czyżowskich 13,5 q/ha, Ursynowskiego 14,7 q/ha). W stosunku do tych liczb obliczono procentową wysokość strat przy sprzęcie dwufazowym i jednofazowym. Realizując pierwszy sposób, rzepaki cięto żniwiarką pokosową i w trakcie tego sprzętu nie zaobserwowano strat wskutek osypywania. Z kolei wysuszone pokosy młociono kombajnem z podbieraczem. Bezpośrednio po młocce ustalono straty przez policzenie ilości nasion, które spadły do poszczególnych waniek rozmieszczonych na szerokości roboczej kombajnu. Sprzęt jednofazowy odbywał się po osiągnięciu przez rośliny dojrzałości pełnej. Wysokość strat przy obu sposobach przedstawiono w tabeli 4.

Otrzymane wyniki wykazują, że rzepak Ursynowski (mniejsze straty nasion) jest bardziej odporny na pękanie łuszczyń od rzepaku Czyżowskich. Podczas sprzętu dwufazowego różnice między odmianami były nieznaczne, natomiast przy zbiorze jednofazowym wielokrotnie większe. Poza ogólnym obliczeniem strat nasion określono również ich rozmieszczenie na szerokości roboczej kombajnu na podstawie ilości nasion spadłych do waniek (położonych w każdym z sześciu pasów). Obliczono średnią

Tabela 4. Straty nasion rzepaku przy dwu i jednofazowym sprzęcie /22/

Odmiana rzepaku i rodzaj sprzętu	Ilość na- sion osy- panych na 1 m ²	Masa 1000 na- sion	Straty (kg/ha)	Straty plo- mu (%)
Sprzęt dwufazowy:				
rzepak Czyżowskich	853	2,7	23	1,6
rzepak Ursynowski	738	3,0	22	1,5
Sprzęt jednofazowy:				
rzepak Czyżowskich	5143	2,9	149,1	10,7
rzepak Ursynowski	4039	3,2	129,2	8,2

wysokość strat na poszczególnych odcinkach w zależności od sposobu sprzętu i odmiany (ryc. 8). Przy sprzęcie dwufazowym najwyższe straty nasion stwierdzono w części środkowej, w miejscu gdzie leżał pokos. Natomiast przy sprzęcie jednofazowym straty nasion były znacznie więk-



Ryc. 8. Rozmieszczenie strat nasion na szerokości roboczej kombajnu przy sprzęcie jedno i dwufazowym /22/

sze, a maksymalne straty stwierdzono w środkowej części szerokości roboczej kombajnu. W znacznej mierze są one powodowane pracą motowidła, które nagarniając splecione rośliny rzepaku na transporter ślimakowy, a następnie na przenośnik pochyły powoduje pękanie łuszczyń i rozpryskiwanie nasion. Przy sprzęcie dwufazowym w czasie cięcia na pokosy w dojrzałości technicznej nie zaobserwowano strat nasion na skutek pękania łuszczyń. Przy tym sposobie sprzętu eliminowane są straty wskutek pracy motowidła, a jedynie w pasie środkowym w wyniku pracy podbieracza i przenośnika pochyłego opada część nasion. Wielkość tych strat była jednak znacznie mniejsza niż przy sprzęcie jednofazowym.

Najnowsze badania z tego zakresu preferują zdecydowanie metodę jednofazowego sprzętu jako najkorzystniejszą /34/. Zbiór kombajnem w porównaniu z innymi metodami daje plon ilościowo i jakościowo znacznie lepszy, zwiększa produktywność prac oraz zmniejsza ryzyko zbioru. Wymaga jednak bardzo dokładnej oceny dojrzałości i właściwego doboru terminu zbioru oraz charakterystyki wilgotności, z którą wiąże się jakość nasion. W związku z tym przed przystąpieniem do zbioru zaleca się stosowanie defoliacji, wyrównującej wilgotność.

Jednoetapowy sprzęt roślin oleistych wiąże się niewątpliwie z szybkim postępowaniem w mechanizacji rolnictwa i rozwiniętymi pracami hodowlanymi nad odmianami o korzystnych cechach fizycznych.

Możliwość zmechanizowania zbioru roślin strączkowych zależy w dużej mierze od właściwości biologicznych poszczególnych gatunków i odmian oraz od wielu zabiegów uprawowych mających wpływ na równomierność dojrzewania i stanu roślin w momencie sprzętu. W przypadku roślin o dość sztywnej łodydze, słabo osypujących się i równomiernie dojrzewających, zbiór jednofazowy kombajnem jest najbardziej wskazany /50, 89/.

Sprzęt grochu oraz innych roślin strączkowych wylegających i nierównomiernie dojrzewających (wyka, lędwian) wykonuje się w większości systemu dwuetapowym /10, 11, 20, 74/. Zagadnienie strat nasion przy zbiorze kombajnem soi szczegółowo opisali naukowcy amerykańscy /51, 52, 82, 83, 85/. Określili oni zależność plonu i strat występujących w zespole ścinania, młóćącym i czyszczącym od czynników agrotechnicznych (gęstość siewu i szerokość międzyrzędzi, oraz od ustawienia listwy

Tabela 5. Straty nasion grochu, peluski i wyki podczas zioru jednofazowego (I) i dwufazowego (II) /89/

Lp.	Wyszczególnienie	Groch siewny		Peluszka		Wyka	
		I	II	I	II	I	II
1	wilgotność nasion (%)	16,1-18,7	18,0	19,1-22,1	19,2	16,6-19,1	16,8
2	straty nasion przy zbiorze żniwiarką pokosową (%)	-	9,0-9,5	-	7,1-8,4	-	2,1-5,2
3	straty nasion przy zbiorze kombajnem (%)	4,5-5,0	3,2	4,1-5,7	2,9	3,6-4,0	2,7
	a) straty spowodowane zespołem tnącym (%)	3,9-4,2	2,3	3,4-4,8	2,0	3,1-3,5	2,1
	b) straty spowodowane zespołem młócącym (%)	0,6-0,8	0,9	0,7-0,9	0,9	0,5	0,6
4	łącznie straty nasion (%)	4,5-5,0	12,2-12,7	4,1-5,7	10,0-11,3	3,6-4,0	4,8-7,9

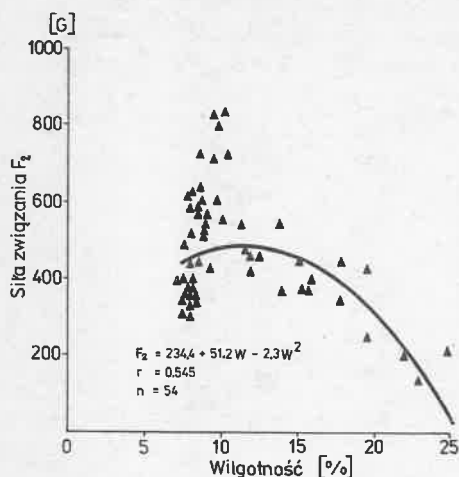
roboczej, motowidła, szybkości jazdy, zastąpienia motowidła strumieniem powietrza itp.

Niektóre prace w Polsce wskazują również, że zbiór jednoetapowy roślin strączkowych jest najbardziej ekonomicznie opłacalny. Dotyczy to zarówno nakładów robocizny, jak i łącznych strat spowodowanych osypywaniem nasion /89/. Stwierdzono, że przy zbiorze jednofazowym ubytek nasion jest około dwukrotnie mniejszy niż przy zastosowaniu sprzętu dwufazowego (tab. 5). Prawidłowość tę zaobserwowano podczas sprzętu grochu, peluszek i wyki.

Spośród wielu czynników powodujących osypywanie nasion ważną rolę spełniają niewątpliwie warunki meteorologiczne. W okresie wzrostu i rozwoju rośliny narażone są na wyleganie, a w fazie dojrzałości technicznej i pełnej – gdy owoce mają niską zawartość wilgoci – najmniejszy bodziec mechaniczny może powodować pękanie łuszczyń czy strąków.

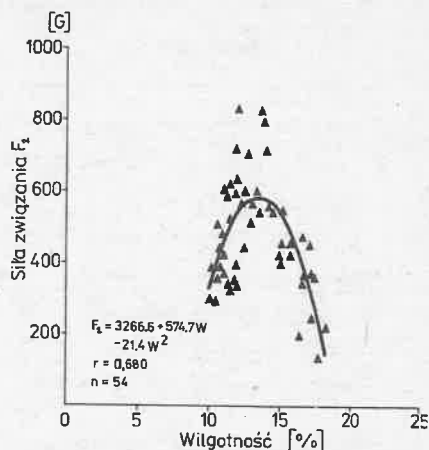
Weeks i współautorzy /86/ badali mechaniczne właściwości strąków soi, wystawionych na symulowane warunki nawilgacania, a następnie szybkiego suszenia. Szukano zależności pomiędzy zawartością wilgoci w strąku i nasionach a siłami związania (spoistość łupin) i siłami otwarcia (ryc. 9-12). Otrzymane wyniki wskazują, że przy bardzo dużej zawartości wilgoci wytrzymałość szwu strąka maleje. Z kolei w trakcie suszenia ulega obniżeniu. Natomiast siły dążące do otwarcia strąka wzrastają ze zmniejszeniem zawartości wilgoci, stwarzając warunki sprzyjające pękaniu strąków.

Na pękanie strąków i osypywanie nasion istotny wpływ mają także silne ulewę i burze gradowe, które mogą powodować osypywanie nasion nawet do 80% /45/. Duże straty powodować mogą także częste deszcze na przemian ze słoneczną pogodą. Występujące wtedy w strąkach i łuszczyinach wewnętrzne naprężenia spowodowane różnicą w wysychaniu wewnętrznych warstw powodują tzw. "strzelanie" strąków. Duże znaczenie ma tu także pokrój rośliny. Łan rzepaku, w którym rośliny są ze sobą splecione tworząc "matę", jest mniej narażony na pękanie spowodowane silnymi wiatrami (co szczególnie podkreślają naukowcy szwedzcy), ponieważ gałązki pojedynczych roślin nie ocierają się wzajemnie o siebie. Przeprowadzone badania wpływu zależności między osypywaniem a pokro-



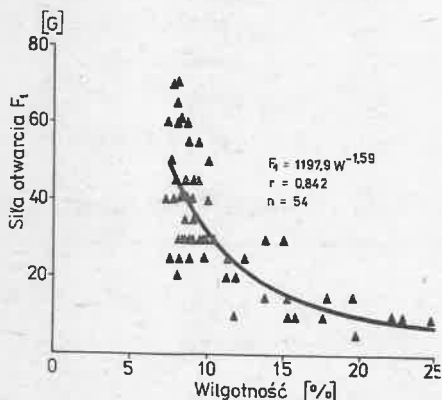
Ryc. 9. Zależność pomiędzy siłą związania a zawartością wilgoci w strąku soi

F_z - siła związania, r - współczynnik korelacji, n - liczebność pomiarów, W - wilgotność



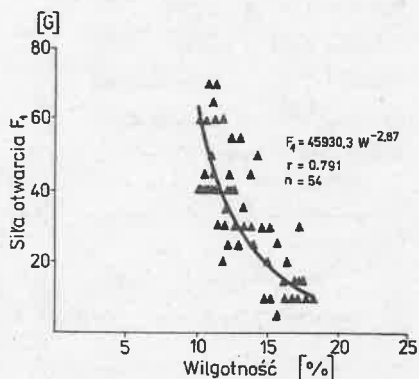
Ryc. 10. Zależność pomiędzy siłą związania a zawartością wilgoci w ziarnie soi /86/

F_z - siła związania, r - współczynnik korelacji, n - liczebność pomiarów, W - wilgotność



Ryc. 11. Zależność pomiędzy siłą otwarcia a zawartością wilgoci w strąku soi /86/

F_1 - siła otwarcia, r - współczynnik korelacji, n - liczebność pomiarów, W - wilgotność



Ryc. 12. Zależność pomiędzy siłą otwarcia a zawartością wilgoci w ziarnie soi /86/

F_1 - siła otwarcia, r - współczynnik korelacji, n - liczebność pomiarów, W - wilgotność

Tabela 6. Korelacje między podstawowymi cechami rzepaku ozimego /28/

Cechy roślin	Liczebność n	Współczynnik korelacji r
Pękanie x sztywność słomy w 1960	152	+0,03 ^o
Pękanie x sztywność słomy w 1961	152	+0,12 ^o
Pękanie x sztywność słomy w 1962	338	+0,58 ^{xxx}
Pękanie x sztywność słomy w 1963	335	+0,31 ^{xxx}
Pękanie x sztywność słomy w 1964	404	+0,17 ^{xxx}
Pękanie x pokrój rośliny w 1962	338	-0,73 ^{xxx}
Pękanie x pokrój rośliny w 1963	501	-0,51 ^{xxx}
Pękanie x pokrój rośliny w 1964	404	-0,59 ^{xxx} (P 0,0005)
Pękanie x odporność na Alternaria w 1961	270	+0,19 ^{xx}
Pękanie x odporność na Alternaria w 1963	500	+0,00
Pękanie x plon w 1962	298	-0,66 ^{xxx}
Odporność na Alternaria x sztywność słomy w 1961	269	+0,26 ^{xxx}
Pękanie 1960 x pękanie 1961	138	+0,33 ^{xxx}
Pękanie 1961 x pękanie 1962	75	+0,26 ^{xxx}
Pękanie 1962 x pękanie 1963	295	+0,22 ^{xxx}
Pękanie 1963 x pękanie 1964	135	+0,22 ^x (P 0,025)
Sztywność słomy 1960 x sztywność słomy 1961	162	+0,22 ^{xxx} (P 0,0005)

Objaśnienia:

^o Brak istotnych różnic; ^x istotność różnic przy poziomie 5%;
^{xx} istotność różnic przy poziomie 1%; ^{xxx} istotność różnic przy poziomie 0,1%.

jem rośliny wykazały wysoką ujemną korelację, która jest dowodem, że rośliny silnie ze sobą splecione są mniej podatne na pękanie /28, 36/ (tab. 6).

Innym czynnikiem mającym wpływ na pękanie łuszczyń i strąków, a występującym szczególnie u roślin krzyżowych, są choroby i szkodniki.

Tabela 7. Analiza strat spowodowanych przez chowacza podobnika na plantacjach rzepaku ozimego
w latach 1961-1965 /54/

Rok	Plon nasion z 1 ha	Powierzchnia zasiewów w tys. ha	Zbiór w tys. ton	Porażenie łuszczyń w %	Rzeczywiste straty plonu	
					w tys. ton	w %
1961	16,3	150	244	7,0	6,3	2,6
1962	15,1	225	340	9,4	12,0	3,5
1963	12,2	173	212	9,4	7,4	3,5
1964	11,5	227	261	11,6	11,3	4,3
1965	18,4	209	385	7,0	9,9	2,6

Z chorób najgroźniejsza jest czerni rzepakowa (*Alternaria brassicae*). Grzyb ten powoduje czarnobrunatne plamy o średnicy 0,5–3,0 mm na łodygach, ogonkach liściowych i łuszczynach. Występowanie jego jest szczególnie nasilone w latach ciepłych i obfitujących w opady. Porażone łuszczyny pękają i osypują nasiona, a przy epifitycznym wystąpieniu pasożyta straty w plonie rzepaku w niektórych latach mogą sięgać 70–90% /32/. Jak podają inni autorzy /63/, u wszystkich krajowych i zagranicznych odmian rzepaku stwierdzono silniejsze porażenie łuszczyn (18,3–27,2%) niż łodyg (17,4–22,6%). Zauważono także nieznaczne zmniejszenie porażenia roślin przez *Alternaria*, gdy na rośliny rzepaku zastosowano CCC /67/.

Być może spowodowane jest to mniejszą skłonnością tych roślin na wyleganie. Josefsson /28/ podaje, że rośliny podatne na wyleganie są jednocześnie bardziej atakowane przez *Alternaria*. Podjęte próby w celu ustalenia korelacji pomiędzy odpornością na *Alternaria* a sztywnością słomy dowodzą o występowaniu zależności pomiędzy tymi cechami (tab. 6). Wyniki te wskazują, że wiotkie łodygi przyczyniają się do wylegania, co z kolei stwarza warunki specyficznego mikroklimatu łanu, korzystnego dla rozwoju szkodliwych grzybów.

Znaczne straty powodują także szkodniki występujące w dużym nasileniu. Mogą one porażać bezpośrednio łuszczyny, które wcześniej żółkną, zasychają i przedwcześnie osypują nasiona /53/. Pietrzak /54/ obliczył straty spowodowane przez groźnego szkodnika – chowacza podobnika – na plantacjach rzepaku i rzepiku (tab. 7). Z badań przeprowadzonych w latach 1961–1965 wynika, że średnio w jednym roku plantatorzy tych roślin stracili 75 600 tys. zł, co odpowiada 9,4 tys. ton cennego surowca. Są to jednak ubytki minimalne – jak podkreśla autor – gdyż były one spowodowane jedynie uszkodzeniem nasion przez larwy szkodnika. Ponieważ jednak uszkodzone łuszczyny pękają przed lub w czasie zbioru, straty wyżej podane należałoby podwyższyc o 100–150%.

METODY OBLICZANIA STRAT NASION PRZY SPRZĘCIE

Dotychczas stosowano kilka metod mających na celu obliczanie strat spowodowanych pękaniem łuszczyn i strąków oraz osypywaniem nasion.

Wybór najodpowiedniejszej zależy od tego, czy główny nacisk kładzie się na szybkość oceny, czy też na jej dokładność. Stosunkowo szybko jest metoda wzrokowa, polegająca na porównawczym szacowaniu strat tuż po zbiorze. Ocenia się ilość popękanych i rozłupanych łuszczyń leżących na ziemi, ilość opadłych nasion oraz młodych roślin, które z tych nasion wyrosły. Ilość osypanych nasion oznacza się w procentach w stosunku do całkowitego plonu z poletka, który byłby możliwy, gdyby nie było żadnych strat [28]. Metoda ta wymaga dużego doświadczenia osoby oceniającej. Szacowanie jest z pewnością bardzo przybliżone w odniesieniu do rzeczywistych strat. Daje jednak przybliżony obraz w odniesieniu do odmian silnie różniących się podatnością na osypywanie.

Straty oblicza się również na podstawie różnicy w plonach przy dojrzałości technicznej i pełnej. Badania tego typu przeprowadził L88f [42]. Poletka dzielono na dwie równe części, z których jedną kosono kosa, gdy łuszczyzny były żółte a pękanie minimalne, natomiast drugą zbierano kombajnem w późniejszym stadium dojrzałości. Straty określane były w procentach w stosunku do zbioru dojrzałości technicznej. Uzyskane wyniki (tab. 8) potwierdzają jednoznacznie duże ubytki nasion przy opóźnionym zbiorze.

Stosuje się również liczenie nasion spadłych do specjalnych waniek, rozmieszczonych na poletku [22]. Pojemniki te o powierzchni 400 cm^2 i wysokości ścianek bocznych 5 cm wkopuje się w mierzyczą na powierzchni plantacji objętej doświadczeniem, gdy rośliny osiągną dojrzałość techniczną. Schemat rozmieszczenia waniek uwzględnia szerokość roboczą kombajnu. Z ilości nasion osypanych na 1 m^2 oblicza się straty powstałe w czasie dojrzewania i zbioru.

Podobną metodę stosowano w Szwecji [28] porównując ją z innymi sposobami oceny strat (tab. 9). Jedną z nich jest liczenie roślin wyrosłych z nasion osypanych podczas zbioru [28, 42]. Zachowując zasadę odpowiedniej ilości powtórzeń na jednym poletku, notowano ilość wschodów z powierzchni 400 cm^2 lub 250 cm^2 . Znając średnią masę 1000 nasion danej odmiany, obliczano wielkość strat w stosunku do plonu z 1 ha. Przedstawione wyniki są dosyć zróżnicowane i straty zamykają się w przedziale od 2,5 do 13,3% zależnie od metody i roku badania. Według L88fa [42] do najbardziej precyzyjnych zaliczyć należy metodę oceny strat na

Tabela 8. Straty spowodowane osypywaniem nasion rzepaku i rzepiku ozimego przy spręczeniu w dwóch terminach /42/

Odmiana	Plon nasion (kg/ha)				Straty spowodowane osypywaniem (%)		
	1958		1959		1958	1959	średnia
rzepak ozimy							
	5 VII	6 IX	19 VII	27 VIII			
Matador	4020	3095	5310	3995	23	25	24
Vestal	3880	2545	5165	3115	34	28	30
Margo	3940	2730	5160	4010	31	22	27
Średnia	3945	2790	5210	3905	29	25	27
rzepik ozimy							
	25 VII	8 IX	7 VII	28 VIII			
Sterrybs	2855	2585	4030	4120	9	0	4,5
Gruber II	3165	2695	4040	3980	15	1,5	8,0
Dure, Elite A	3310	3125	4060	3815	6	6	6
Dure, Elite B	3560	-	4215	4210	-	0	(0)
Rapido II	3265	2330	4010	3765	29	6	18
Średnia	3230	2685	4071	3980	17	2,2	9,6

podstawie ilości nasion opadłych do waniek, gdyż ten sposób najwłaściwiej obrazuje stan faktyczny badanej cechy.

Ocena strat na podstawie kiełkujących nasion charakteryzowała się natomiast wynikami znacznie zaniżonymi. Należy sądzić, że nie wszystkie opadłe nasiona kiełkują, co uzależnione jest od wilgotności gleby i jej aktualnej powierzchni. Należy przypuszczać, że w tym przypadku również rodzaj gleby odgrywał będzie istotną rolę. Na glebach lekkich przy braku dostatecznej wilgoci kiełkuje nieznaczna ilość nasion, natomiast na glebach o dużej pojemności wodnej prawdopodobieństwo wschodów będzie większe. Stąd też porównywalność tej metody nie odpowiada podstawowym założeniom dla zróżnicowanych warunków glebowych.

Tabela 9. Porównanie metod oceny strat nasion rzepaku ozimego w % /42/

Tabela 10. Straty nasion rzepaku ozimego odmiany Górczański podczas zbioru kombajnem bizon-super

Data	Masa osypanych nasion na 1 m ² (g)	Średni plon (q/ha)	Straty nasion	
			q/ha	%
26.07	25,39	32,2	2,5	7,8
26.07	26,00		2,6	8,0
26.07	32,01		3,2	9,9
28.07	31,44		3,1	9,6
28.07	45,10		4,5	14,0
Średnia	31,99		3,2	9,9

W Zakładzie Agrofizyki w Lublinie adaptowano urządzenie ssące, pozwalające na zebranie osypanych nasion z określonej jednostki powierzchni plantacji rzepaku, bezpośrednio po sprężeniu kombajnem. Przeprowadzono również udane próby oceny strat nasion zbierając wierzchnią warstwę gleby (grubości około 3 cm) z powierzchni 1 m². Z kolei glebę przemywano na sitach o otworach mniejszych od najdrobniejszych nasion rzepaku. Pozostałe na sitach huszczyny i nasiona pozwoliły na obliczenie strat w porównaniu z uzyskanym plonem. Otrzymane wstępne wyniki zestawiono w tabeli 10. Wskazują one, że ogólne straty nasion sięgają 10% plonu. Założenia tej metody praktycznie wykluczają brak dokładności, stąd też wydaje się, że można ją zaliczyć do obiektywnych i wystarczająco precyzyjnych.

METODY OCENY PODATNOŚCI ŁUSZCZYN I STRĄKÓW NA PĘKANIE

Oceniając podatność huszczyn i strąków na pękanie, hodowcy roślin w swoich pracach stosowali różne metody, które nie zawsze gwarantowały dokładność pomiarów oraz porównywalność wyników. Były to bowiem oceny subiektywne pozwalające jedynie w przybliżeniu oszacować tę cechę, a otrzymane wyniki obciążone były zawsze większym lub mniejszym błędem zależnie od doświadczenia i wprawy oceniającego. Niektórzy auto-

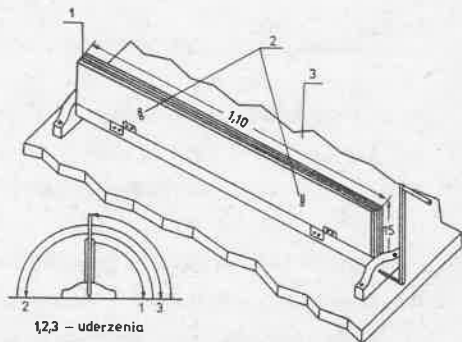
rzy [12, 76, 77, 78] dla oznaczenia stopnia pęknięcia łuszczyń rzepaku i rzepiku oraz strąków łubinu przeprowadzali badania anatomiczne i morfologiczne, co jest omówione w rozdziale "Czynniki powodujące osypywanie" (s. 10).

Tomaszewska [77] przeprowadziła obserwacje nad pękaniem łuszczyń przez ściskanie ich w dłoni. Wytrzymałości określano skalą czterostopniową, gdy łuszczyzny pękały przy dotknięciu, lekkim ściśnięciu, średnim i silnym. Również Fiedziuszko [9] zaleca – przy selekcji roślin odpornych na osypywanie – zwracać uwagę na budowę łuszczyń i wobec braku innej metody ocenić siłę związania łuszczyń przez ściskanie ich w rękę i punktowanie w skali 1–3. Inni autorzy [1, 28, 64] zalecają przetrzymywanie prowokacyjne roślin w polu przez 3–4 tygodnie po dojrzałości technicznej, by ocenić metodą wzrokową w skali 0–10 (gdzie 0 oznacza, że wszystkie łuszczyzny uległy pęknięciu, a 10 – całkowity brak pęknięcia) lub podając plon w dojrzałości technicznej i 4 tygodnie po niej w postaci liczb względnych (tab. 11). Natomiast Lembke [64] zaleca, aby po skoszeniu rzepaków pobrać łuszczyzny, a następnie skręcać je w palcach obserwując jednocześnie, które z nich trudniej, a które łatwiej pękają.

Jakubiec i Grochowski [22] zastosowali w swoich badaniach przyrząd (ryc. 13), który pozwala na dokonanie częściowego omlotu roślin przy użyciu stałej siły mechanicznej. Przyrząd ten składa się z dwóch listw zawiasowo umocowanych na wspólnej osi zakończonej korbą. Badane rośliny

Ryc. 13. Przyrząd do badania odporności na pęknięcie metodą pośrednią [22]

1 – okładzina z gąbki, 2 – śruby regulujące umocowanie roślin, 3 – stół



ny układa się między listwami i przykręca. Przez ruch korbą o 90° umocowane w jednym rzędzie rośliny uderzają o stół. Ruch korbą w przeciwnym kierunku powoduje uderzenie drugiej strony rośliny. Czynność tę po-

Tabela 11. Plony nasion 5 odmian rzepaku ozimego w liczbach względnych przy dwóch terminach sprzętu /7/

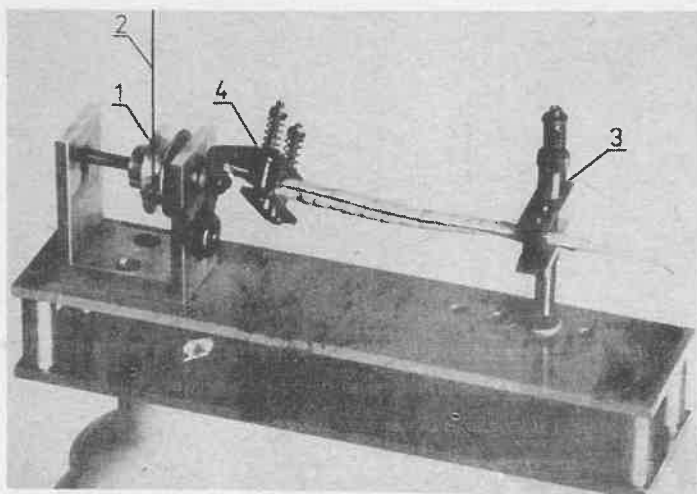
Termin sprzętu	Odmiany				
	Górczański	Warszawski	Lembeks Malcho- wer	Gross Łtsewitzer	Głłzower
Dojrzałość techniczna	100	100	100	100	10
4 tygodnie po dojrzałości technicznej	88	82	83	80	87

Tabela 12. Średnie wartości charakteryzujące odporność na pękanie rzepaków w czasie dojrzałości technicznej i pełnej /22/

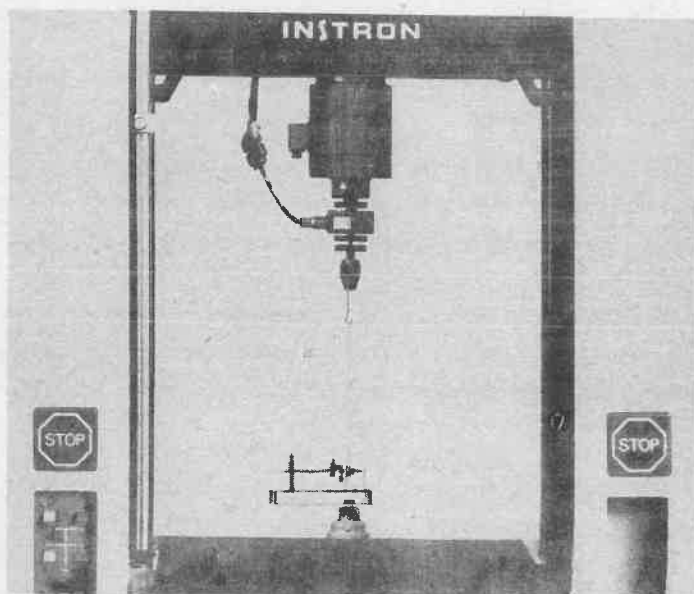
	Rzepak Czyżowskich			Rzepak Ursynowski		
	A					
Dojrza- łość	ilość łuszczyń na roślinie	ilość łuszczyń pęknię- tych po uderze- niach	procent łuszczyń pęknię- tych	ilość łuszczyń na roślinie	ilość łuszczyń pęknię- tych po uderze- niach	procent łuszczyń pęknię- tych
Tech- niczna	89	46	52,5	94	16	16,3
Pełna	102	48	47,0	85	16	19,9

wtarza się ustaloną ilość razy, a następnie oblicza się stosunek łuszczyń popękanych do ich ogólnej ilości. Procent łuszczyń popękanych jest uważany za wskaźnik odporności na pękanie. Uzyskane tą drogą wyniki zamieszczono w tabeli 12.

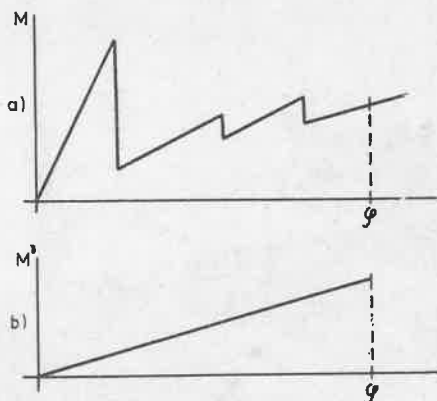
Metodę pozwalającą na dokładne określenie stopnia wytrzymałości łuszczyń opracował Řezniček i inni /57-60/. Polega ona na pomiarze użytej energii niezbędnej do pokonania spoistości szwów łączących łupiny w łuszczyźnie podczas procesu skręcania. Pomiary przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej instron ze specjalnie skonstruowaną przystawką do skręcania łuszczyń (ryc. 14 i 15). Przystawka ta składa się z pod-



Ryc. 14. Przystawka do skręcania łuszczyn rzepaku
1 - krążek, 2 - nitka, 3 - uchwyt nieruchomy, 4 - uchwyt ruchomy



Ryc. 15. Sposób zamocowania przystawki do skręcania łuszczyn w korpusie aparatury instron



Ryc. 16. Ilustracja przebiegu zmian momentu skręcającego w funkcji kąta skręcenia łuszczyzny rzepaku [58]

a) pierwsze skręcenie, b) drugie skręcenie; M – moment skręcający, φ – kąt skręcenia równy π

stawy i układu skręcającego, w skład którego wchodzi krążek (1) z nawiniętą linką (2), połączoną swobodnym końcem z głowicą pomiarową aparatury, oraz dwa uchwyty do umocowania łuszczyzn, z których jeden (3) jest nieruchomy, a drugi (4) obraca się na jednej osi z umocowanym krążkiem. Zasada działania układu pomiarowego polega na stopniowym narastaniu siły oddziaływającej na linkę, wprawiającą w ruch obrotowy krążek połączony z jednym z uchwytów. Łuszczyzny rzepaku umieszcza się w uchwytach i skręca o stały kąt $\varphi = \pi$.

W rezultacie z rejestratora aparatury instron otrzymuje się wykres (ryc. 16a), wg którego energię włożoną w czasie tego procesu oraz pokanie oporu spoistości szwów można przedstawić wzorem:

$$A = \int_0^{\varphi} M d\varphi ,$$

gdzie:

A – energia pierwszego skręcenia,

φ – kąt skręcenia,

M – moment skręcający pierwszego skręcenia.

Tabela 13. Wartości energii niezbędnej do pęknięcia łuszczyń rzepaku w procesie skręcania /58/

Odmiana	Oznaczenie	Ilość pomiarów	Energia (mJ)	Średni błąd (mJ)	Rozstępy wartości (mJ)
Třebičska	A	50	32,18	1,39	55,5 - 15,0 = 40,5
	A'	50	19,02	0,68	39,0 - 9,0 = 30,0
	ΔA	50	13,16	0,68	33,0 - 6,0 = 27,0
Norde	A	50	33,15	0,90	48,0 - 24,0 = 24,0
	A'	50	21,54	0,51	30,0 - 15,0 = 15,0
	ΔA	50	11,61	0,48	21,0 - 6,0 = 15,0
Rapol	A	50	35,94	1,33	64,5 - 19,5 = 45,0
	A'	50	21,00	0,80	36,0 - 10,5 = 25,5
	ΔA	50	14,94	0,66	24,0 - 6,0 = 18,0
Górczański	A	50	40,71	1,92	61,5 - 21,0 = 40,5
	A'	50	23,43	0,97	36,0 - 12,0 = 24,0
	ΔA	50	17,28	1,10	28,5 - 6,0 = 22,5

Objaśnienia:

A - energia pierwszego skręcania

A' - energia drugiego skręcania

ΔA - różnica energii.

Następnie zwalnia się działanie siły, co powoduje swobodny powrót łuszczyzny do pozycji wyjściowej i powtórnie skręca się pękniętą już uszczynę o ten sam kąt (ryc. 16b) wkładając w to energię

$$A' = \int_0^{\varphi} M' d\varphi,$$

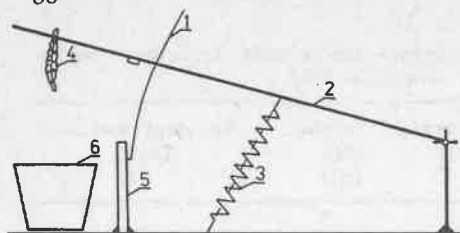
gdzie:

A' - energia drugiego skręcania,

φ - kąt skręcania,

M' - moment skręcający drugiego skręcania.

Obliczona różnica $\Delta A = A - A'$ będzie więc wartością energii potrzebnej



Ryc. 17. Schemat aparatu Pustygina służącego do uwalniania nasion ze strąków [49/]

1 - ramię zębatki, 2 - belka, 3 - sprężyna, 4 - strąk, 5 - kowadełko, 6 - pojemnik

do otwarcia łuszczyzny i oddzielenia kłap, a tym samym jest miarą określającą podatność łuszczyzn rzepaku na pękanie. Otrzymane tą drogą wyniki przedstawiono w tabeli 13.

Dotychczas stosowano kilka różnych metod służących ocenie podatności roślin strączkowych do pękania i osypywania nasion. Najprostsze z nich, podobnie jak przy roślinach oleistych, to metoda wzrokowa oraz sposób prowokacyjnego przetrzymywania roślin na polu przez okres 3-4 tygodni po terminie zbioru. Inna z metod polega na dosuszaniu roślin w temperaturze 30° przez 12 godz. Te z odmian, u których strąki nie uległy pęknięciu podczas tego zabiegu uważane były za odporne [64/]. Mąsar i Paulen [49/] opracowali metodykę pozwalającą na określanie energii oraz siły niezbędnej do usunięcia ziarn ze strąka. Parametry te mierzone były w powiązaniu z wilgotnością i ilością nasion w strąku oraz z wilgotnością łupin. W badaniach tych zastosowano aparat Pustygina (ryc. 17), który wykorzystywany był przez innych autorów [15, 16, 31, 56, 65, 87, 92/ do określania energii niezbędnej do usunięcia ziarn z kłosów zbóż. W aparacie tym wykorzystywana jest energia rozciągniętej sprężyny, której zwolnienie powoduje spadek dźwigni (z zamocowanym strąkiem) z regulowaną prędkością zależną od działania siły na kolejnym stopniu zębatki. Ze znanych wielkości masy nasion i prędkości opadania belki obliczono energię kinetyczną, której miarą jest praca potrzebna do otwarcia strąka:

$$A = \frac{mv^2}{2} \text{ (J)},$$

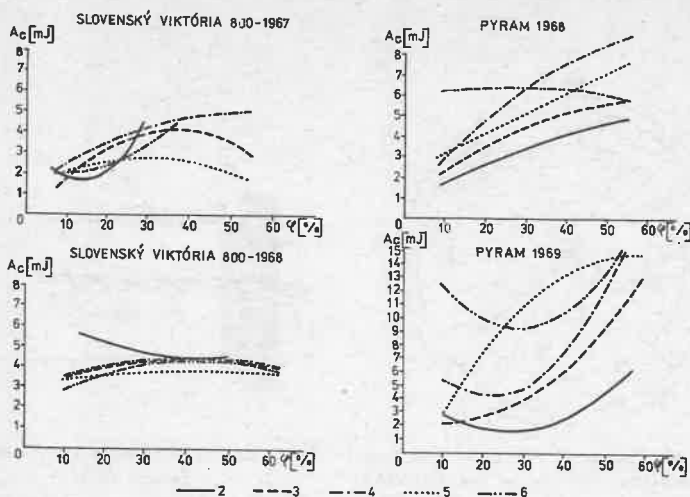
gdzie:

A - włożona praca (J),

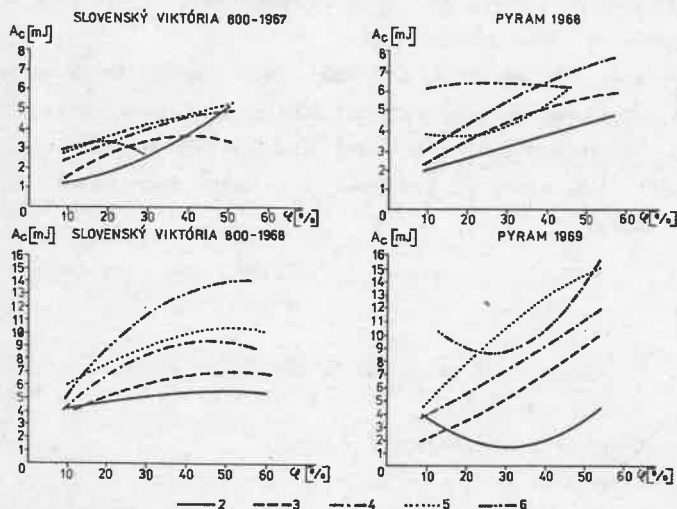
m - masa nasion (kg),

v - prędkość opadania belki ($m \cdot s^{-1}$).

Wielkość zużytej pracy na uwolnienie nasion wahała się w szerokich gra-

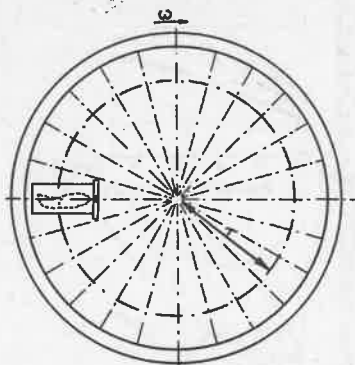


Ryc. 18. Zależność między energią niezbędną do uwolnienia nasion a wilgotnością i ilością nasion w strąku dwu odmian grochu [49]
 A_c - energia uwolnienia nasion, ψ - wilgotność nasion, 2-6 - ilość nasion w strąku

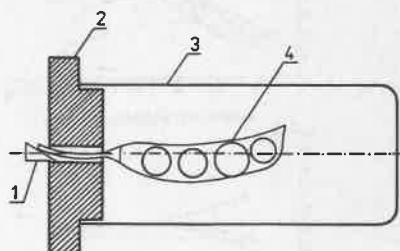


Ryc. 19. Zależność między energią niezbędną do uwolnienia nasion a wilgotnością łupin strąka i ilością nasion w strąku dwu odmian grochu [49]
 A_c - energia uwolnienia nasion, ψ - wilgotność łupin strąka, 2-6 - ilość nasion w strąku

nicach (1,5 - 18 mJ) i zależała od ilości nasion w strąku oraz wilgotności (ryc. 18 i 19). Najwyższe wartości zanotowano przy strąkach



Ryc. 20. Schemat wirówki służącej do uwolnienia nasion ze strąków /43/
 r - promień wirówki, ω - prędkość kątowa



Ryc. 21. Umocowanie strąka w wirówce /49/
 1 - drewniany klin, 2 - korek, 3 - szklany pojemnik, 4 - strąk

5-6-nasiennych, a najniższe przy 2-3-nasiennych i wzrastające wraz z wilgotnością nasion i łupin strąka.

Wielkość siły potrzebnej do uwolnienia nasion ze strąka określono metodą wirówkową /49/. Na rycinach 20 i 21 przedstawiono sposób umocowania strąka w wirówce, w której działanie siły odśrodkowej pokonywało opór, jaki stawia trwałość związania łupin. Wartość siły oblicza się ze wzoru:

$$F_c = m \cdot r \cdot \omega^2 \text{ (N)},$$

gdzie:

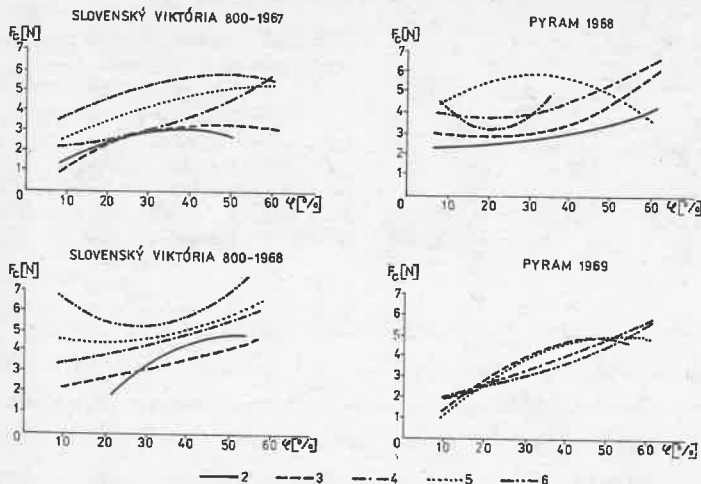
F_c - całkowita siła potrzebna do uwolnienia nasion,

m - masa nasion (kg),

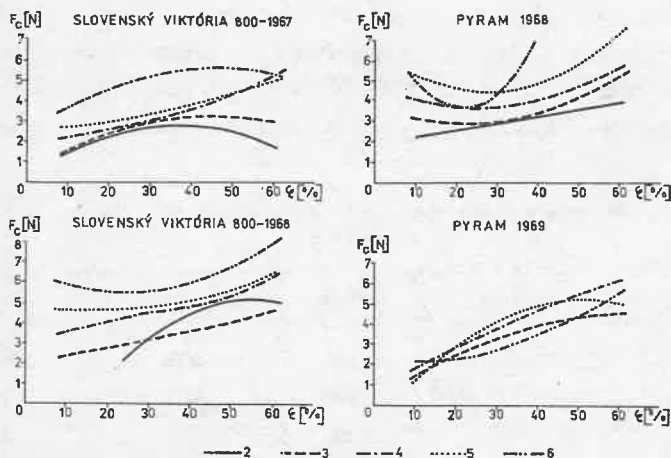
r - promień toru obrotów (m),

ω - prędkość kątowa (s^{-1}).

Każdy eksperyment przeprowadzono w przedziale 600-1500 obr./min. Po umocowaniu strąków, przez 2 min. stosowano kolejne zakresy obrotów wirówki kontrolując proces pęknięcia poszczególnych strąków. Największej siły (10-12 N) potrzebnej do oddzielenia nasion od łupiny użyto przy strąkach o 5-6 nasionach, a najmniejszej (0,8-1N) przy 2-3-nasiennych (ryc. 22 i 23). Metodę tę z niewielkimi modyfikacjami stosowano również

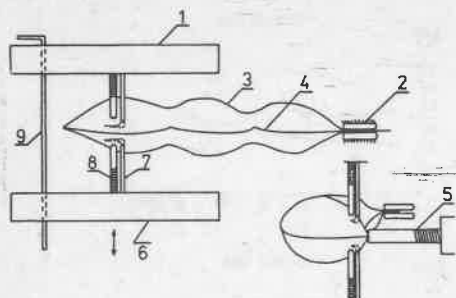


Ryc. 22. Zależność między siłą niezbędną do uwolnienia nasion a wilgotnością i ilością nasion w strąku dwu odmian grochu /49/
 F_c - siła niezbędna do uwolnienia nasion, φ - wilgotność, 2-6 - ilość nasion w strąku



Ryc. 23. Zależność między siłą niezbędną do uwolnienia nasion a wilgotnością łupin strąka i ilością nasion w strąku dwu odmian grochu /49/
 F_c - siła niezbędna do uwolnienia nasion, φ - wilgotność, 2-6 - ilość nasion w strąku

do badania siły wiążącej ziarno w kłosie /1, 2, 13, 33, 43, 55, 72, 79, 84/.



Ryc. 24. Schemat mocowania strąka soi w uchwycie igłowym podczas pomiarów /86/

1 – uchwyt górny nieruchomy, 2 – mocowanie strąka, 3 – strąk, 4 – wewnętrzny szew strąka, 5 – śruba dociskająca strąk, 6 – uchwyt dolny ruchomy, 7 – igły zaczepowe, 8 – śruba dociskająca igły, 9 – prowadnica

Weeks i współautorzy /86/ opracowali metodykę oraz aparaturę badawczą służącą do pomiarów zarówno wytrzymałości szwów na pęknięcie, jak i sił otwarcia działających w obrębie strąka. Sposób otwierania przez rozciąganie niemal dokładnie naśladuje naturalne pęknięcie strąków. Rycina 24 przedstawia schemat urządzenia mocującego i sposób założenia uchwytów rozciągających łuski strąka. Przygotowanie materiału do badań rozpoczynano wykonaniem otworów w łupinach strąka przy nasieniu położonym najdalej od szypułki. Następnie w boki strąka wprowadzono igły zaczepowe, połączone (rozłącznie) z uchwytem. Pomiary przeprowadzono na aparaturze instron z prędkością 0,5 cm/min. Otwarte łupiny strąka zamykano ponownie dla uchwycenia wartości siły charakteryzującej ich cechy sprężyste. Siłę potrzebną do otwarcia strąka nazwano siłą

Tabela 14. Wartości siły związania łupin strąka (G) dla pięciu odmian soi /86/

Clark 63	Williams	Wayne	Beeson	Amsoy 71
308	550	565	400	305
420	370	550	365	220
315	730	590	395	370
490	765	675	215	520
510	775	620	395	480
145	525	620	280	850
Średnia				
337	619	603	342	457

związania lupin, natomiast siłę potrzebną do zamknięcia strąka – siłą otwarcia. Siły te działając stale w obrębie strąka dążą do jego otwarcia. Przeprowadzone za pomocą tej metody badania 5 odmian soi pozwoliły na stwierdzenie istotnych różnic międzyodmianowych (tab. 14), co ma niewątpliwie duże znaczenie zarówno dla hodowców roślin, jak i doboru parametrów maszyn zbierających.

PODSUMOWANIE

Zagadnienie strat nasion przy uprawie roślin oleistych i strączkowych stanowi niewątpliwie bardzo istotny problem, którego choćby częściowe rozwiązanie przysporzyć może gospodarce narodowej znacznych ilości cennego surowca. Jednakże prace zmierzające do tego celu winny skoncentrować się w dwóch podstawowych kierunkach obejmujących hodowlę roślin i technologię zbioru.

Jak wynika z przytoczonych publikacji, tematyka ta znalazła szerokie odbicie na łamach czasopism naukowych i choć przedstawione wnioski czy propozycje są często kontrowersyjne, autorzy zgodnie stwierdzają, że straty nasion uzależnione są od cech gatunkowych, odmianowych i zastosowanego sposobu zbioru oraz omlotu. Na podstawie dostępnej literatury można jednoznacznie stwierdzić, że hodowcy nowych odmian dysponują bardzo skromną bazą metodyczną, która umożliwiałaby obiektywne określenie cech mechanicznych roślin. Stosowane metody są często oparte na subiektywnej ocenie materiału hodowlanego, która całkowicie uniemożliwia badania porównawcze na szeroką skalę. Stąd też bardziej znane i dokładniejsze są sposoby obliczania strat nasion, ale dotyczą one już materiału rozpowszechnionego lub wchodzącego do rejonizacji.

Wydaje się zatem, że gdzieś powstała poważna luka, którą można by scharakteryzować jako brak testowania materiału roślinnego w pierwszym etapie selekcji pod kątem uzyskania pełnych rozkładów cech fizycznych w wartościach bezwzględnych. Eliminacja niekorzystnych cech byłaby wówczas znacznie łatwiejsza i skoncentrowana na parametrach mających istotne znaczenie. Poważną przeszkodą w realizacji tych zamierzeń jest zapewne niedostateczna ilość dokładnych metod pomiaru i odpowiedniej aparatury. Jednakże rozwój badań w tym kierunku gwarantuje polepszenie

sytuacji na tym odcinku. Metody opracowane przez Řeznička /57-60/ oraz Weeksa /86/ są już w pełni obiektywne i zasługują na upowszechnienie. Dają bowiem możliwości przeprowadzenia pomiarów z dużą dokładnością, a uzyskane wyniki charakteryzują najważniejsze cechy mechaniczne łuszczyń i strąków, dotyczące podatności na osypywanie nasion.

Stosując te metody w różnych fazach dojrzałości roślin czy opóźnionego zbioru (przy zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych), uchwycić można pełny zakres zmienności interesujących nas cech. Jest to o tyle istotne, że w warunkach klimatycznych Polski odporność na pękanie łuszczyń i strąków winna obejmować również okres po uzyskaniu przez rośliny dojrzałości pełnej, gdyż opóźnione zbiory nie należą do rzadkości.

Dobór odpowiedniej technologii zbioru jest również ważnym czynnikiem wpływającym na zwiększenie lub ograniczenie do minimum strat ilościowych i jakościowych. W dobie intensywnego rozwoju mechanizacji i chemizacji rolnictwa trudno przypuszczać, aby preferowany przez niektórych autorów zbiór wieloetapowy w dalszym ciągu stanowił jedyne rozwiązanie. Należy sądzić, że z wielu względów (m.in. ekonomicznych) oraz z uwagi na uzasadniony stały postęp w technice rolniczej zbiór jednofazowy w najbliższym czasie obejmie zdecydowaną większość upraw polowych. Wiąże się z tym prawidłowy dobór parametrów technicznych maszyn zbierających określone gatunki roślin. Jednakże zarówno konstruktorzy maszyn jak i technolodzy nie dysponują jeszcze zasobem informacji dotyczących charakterystyki podstawowych cech fizycznych, decydujących o zachowaniu się płodów rolnych przy oddziaływaniu czynników zewnętrznych.

Wprowadzone w ostatnim okresie zabiegi defoliacji przed zbiorem roślin umożliwiają już dostateczne wyrównanie wilgotności materiału roślinnego, co ma wyjątkowo duże znaczenie przy zbiorze oleistych i strączkowych, a zatem jeden z poważnych problemów zostanie rozwiązany. Należy też przypuszczać, że dalszy rozwój badań cech fizycznych tych roślin może przyczynić się do maksymalnego ograniczenia strat, co jest równoznaczne z uzyskiwaniem znacznie wyższych plonów przy zachowaniu ich wysokiej jakości.

LITERATURA

1. Basnakjan G. A.: Ob osypajemosti i obmołodziwajemosti ziarnowych kultur, Wiestn. Sielskochoz. Nauki, 1962, 3, 59-64.
2. Basnakjan G. A.: Primienienije odnorodnych koordinat dla opriedielenija obmołodziwajemosti ziarnowych kołosowych kultur, Ziem. Miech. Sbornik Trudow, 1964, t. VIII.
3. Borodulina A. A.: Puti powysenija kaczestwa rastitelnych masel. Selekcija i semenowodstwo techniczeskich kultur, Kołos 1973, 50-59.
4. Byszewski W.: Ważniejsze czynniki biologiczne, warunkujące wzrost poziomu mechanizacji produkcji roślinnej, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1971, 27-34.
5. Byszewski W., Pala J.: Niektóre aspekty związku między poziomem mechanizacji produkcji roślinnej a właściwościami fizycznymi roślin, Problemy Agrofizyki, 1976, z. 20.
6. Byszewski W., Haman J.: Gleba - maszyna - roślina, Warszawa 1977.
7. Dembiński F., Horodyski A., Jaruszewska H.: Wyniki doświadczeń z krajowymi i niemieckimi odmianami rzepaku ozimego w roku 1961/1962, Pamiętnik Puławski - Prace IUNG, 1964, z. 15, 133-140.
8. Fąfara R., Nowacki T.: Kierunki rozwoju mechanizacji produkcji roślinnej i ich biologiczne aspekty, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1971, z. 112, 17-26.
9. Fiedziuszko J.: Współczesne metody hodowli rzepaku ozimego, Post. Wiedzy Roln., 1953, z. 1, 55-62.
10. Galenko M., Manojło N.: Miechanizacyja uborki ziarnobobowych kultur, Tiechn. w Sielskomchoz., 1961, nr 7, 4-7.
11. Gamdzyk H., Konowrocki A.: Zbiór rzepaku dwufazowy i jednofazowy, Nowe Rolnictwo, 1969, nr 12, 17-18.
12. Garlicka W.: Wstępne badania nad anatomią pękających i trudno pękających łuszczyń rzepaku, Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo, 1961, t. 5, z. 2, 233-256.
13. Gąska R., Ślipek Z.: Metoda wirówkowa w badaniu siły wiążącej ziarno w kłosie, Roczn. Nauk Roln., 1976, t. 72-C-2, 133-138.

14. Georgiew I., Stanew G., Belopitowa M.: Izsledwane na niakoj raz-prostraneni sortowe fasul, Naucznyje Trudy, 1968, t. 10, 55-68.
15. Gieroba J.: Badania omlotowości różnych odmian pszenicy, Biul. Inf. IMER, 1970, nr 6.
16. Gieroba J.: Application of the Shock Method for the Determination of the Grain - to - Car Binding Force, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., nr 203 (w druku).
17. Goranow Ch.: Przemysłowa produkcja soi, Międz. Czasop. Roln., 1977, nr 4, 35-39.
18. Haman J., Zdanowicz A.: O potrzebie rozszerzenia studiów nad reologią materiałów w rolnictwie, Roczn. Nauk Roln., 1969, t. 68-C-2, 195-217.
19. Hoag D. L.: Properties Related to Soybean Shatter, Trans. ASAE, 1972, vol. 15, No 3, 494-497.
20. Iwanow N. J.: Mechanizacja uborki i posleuborocznej obrabotki siemian gorocha, Siel. i Siemienowodstwo, 1962, nr 3, 18-21.
21. Jakubiec J., Ruhowicz K.: Wstępne badania nad rzepakiem o trudno pękających łuszczykach i jego przydatność do zbioru kombajnowego, Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo, 1957, t. 1, z. 5-6, 703-721.
22. Jakubiec J., Grochowski L.: Polowa i laboratoryjna ocena odporności dwóch odmian rzepaku jarego na pękanie łuszczyk, Zesz. Nauk. SGGW - Rolnictwo, 1963, z. 7, 49-65.
23. Jasińska Z.: Wpływ mechanizacji i chemizacji na uprawę roślin strączkowych. Materiały Wydziału V PAN dotyczące prognoz rozwoju nauk rolniczych i leśnych w Polsce do roku 1985, Warszawa 1969.
24. Jasińska Z.: Biologiczne podstawy wzrostu poziomu mechanizacji w uprawie niektórych roślin strączkowych, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1971, nr 112, 277-286.
25. Jasińska Z.: Właściwości niektórych roślin strączkowych wpływające na kierunki rozwoju mechanizacji. Wartości graniczne cech środowiska przyrodniczego wiążących się z pracą maszyn rolniczych, Warszawa 1971, z. 1, 68-76.
26. Jasińska Z.: Wartości graniczne cech roślin strączkowych, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1972, z. 135, 105-110.

27. Jasińska Z.: Rośliny strączkowe (lubin żółty, groch siewny, peluska, bobik, wyka siewna, lędźwian afrykański). Ważniejsze właściwości roślin wiążące się z pracą maszyn rolniczych, Warszawa 1975, 111-124.
28. Josefsson E.: Investigations on Shattering Resistance of Cruciferous Oil Crops, Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 1968, Bd. 59, Nr 4, 384-395.
29. Kazański M.: Mechanizacja prac przy zbiorze rzepaku na terenie MBM i KR, Nowe Rolnictwo, 1969, nr 12, 18-20.
30. Kaznowski L.: Studia nad grochem. Pamiętnik Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach, 1926, t. 7, 1-91.
31. Klenin H. I.: Eniergojemkost swiaziej zierna z kołosem, Sbornik Naucznych Trudow, 1973, t. 10, 54-61.
32. Kochman J., Węgorzek W.: Ochrona roślin, Warszawa 1978.
33. Kolowca J., Ślipek Z.: Ustalenie terminu zbioru na podstawie niektórych mechanicznych własności zbóż, Roczn. Nauk Roln., 1976, t. 72-C-2, 37-42.
34. Kroschewski A.: Erfahrungen beim Mähdrusch von Winterraps unter industriemässigen Produktionsbedingungen, Feldwirtschaft, 1975, H. 6, 269-271.
35. Listowski A. i inni: Szczegółowa uprawa roślin, Warszawa 1966.
36. Lityński A.: Ważniejsze osiągnięcia polskiej hodowli roślin oleistych w latach powojennych, Zesz. Probl. "Kosmosu", 1955, z. 1, 78-116.
37. Lityński A.: Niektóre zagadnienia hodowli roślin oleistych, a w szczególności rzepaku, Biuletyn Inst. Hod. i Aklimat. Rośl. 1967, nr 6, 7-11.
38. Lityński A., Trzecki S., Goć K.: Ważniejsze właściwości rzepaku ozimego wpływające na kierunki rozwoju mechanizacji. Wartości graniczne cech środowiska przyrodniczego, wiążących się z pracą maszyn rolniczych, 1971, 49-56.
39. Lityński A.: Wartości graniczne cech rzepaku i rzepiku wiążące się z pracą narzędzi i maszyn rolniczych, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1972, z. 135, 95-104.
40. Lityński A.: Badania nad aklimatyzacją, hodowlą i uprawą soi w Polsce w ostatnim 50-leciu, Post. Nauk Roln., 1973, nr 3, 25-36.

41. Lityński A., Trzecki S.: Rośliny oleiste. Ważniejsze właściwości roślin wiążące się z pracą maszyn rolniczych, Warszawa 1975.
42. L88f B.: Platzfestigkeit als Zuchtproblem bei Ölpflanzen der Familie Cruciferae, Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1961, H. 4, 405-416.
43. Long J. D., Hamdy M. Y., Johanson W. H.: Centrifugal Force and Wheat Separation, Agric. Eng., 1969, vol. 50, No 10, 578-580.
44. Mackiewicz Z., Balcerek W.: Defoliacja łubinów nasiennych, Nowe Rolnictwo, 1963, nr 16, 25-26.
45. Maćkowiak W., Goworko L.: Dwufazowy zbiór - najbardziej wskazana metoda zbioru rzepaku ozimego, Nowe Rolnictwo, 1972, nr 10, 14-15.
46. Majewski A.: Uprawa łubinu żółtego pastewnego na nasiona, Nowe Rolnictwo, 1962, nr 13, 31-33.
47. Majkowski K. i inni: Badania nad defoliacją bobiku na Żuławach, Roczn. Nauk Roln., 1977, S. A, t. 102, z. 3, 33-43.
48. Marszałek T.: Mechanizacja zbioru soi odmiany warszawskiej zestawem maszyn do zbioru grochu, Biul. Inf. IMER, 1967, nr 7/33, 275-278.
49. Masar M., Paulen J.: Príspevok k uvoľnovaniu semien hrachu, Acta Technol. Agric., III, 1975, nr 13, 97-109.
50. Mikołajczyk J.: Nowe typy użytkowe łubinu, Nowe Rolnictwo, 1972, nr 2, 6-10.
51. Monsi V. M.: Untersuchungen über der mechanismus der schleuder - bewegung der sojabohnen - hulse, Japanese Journal of Botany, 1942, 12, 437-474.
52. Nave W. R., Cooper R. L.: Effect of Plant Population and Row Width on Soybean Yield and Harvesting Loss, Trans. ASAE, 1974, vol. 17, No 5, 801-804.
53. Piekarczyk K.: Terminy i sposoby zwalczania najważniejszych szkodników rzepaku, Biul. Inst. Hod. i Aklimat. Rośl., 1967, nr 6, 123-126.
54. Pietrzak K.: Próby oceny strat spowodowanych przez chowacza podobnika, Biuletyn Inst. Ochrony Roślin, 1966, nr 34, 131-146.
55. Preininger M., Malčr J., Maškova H.: Pewnost spojeni zrna s

- klasem u pěstovaných odrud pšenice, Zeměd. Techn., 1968, c. 5, 279-283.
56. Pustygin M. A., Levin J. S.: Klassifikator obmołacziwajemnosti i issledowanije faktorow wlijauszczich na obmołacziwajemost ziernowych kultur, Sbornik Naucznoissledowatielskich Rabot VISCHOM 8, Moskwa 1956.
 57. Řezniček R.: Vyšetřování agrofyzikálních vlastností řepky, Zeměd. Techn., 1973, nr 2, 87-92.
 58. Řezniček R., Patočka K., Kadrmas J.: Agrofyzikální charakteristiky pukavosti šesuli ozime řepky, Rostlinná Výroba, 1977, c. 8, 869-876.
 59. Řezniček R.: Metodika studia agrofyzikálních vlastností ozimé řepky, 1977 (maszynopis).
 60. Řezniček R.: Examination of Agrophysical Properties of Rape, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 203 (w druku).
 61. Rocznik Statystyczny.
 62. Rogers-Lewis D. S., Jarvis R. H.: Harvesting Methods for Dry Peas, Exper. Husb., 1974, No 26, 22-27.
 63. Rożej A.: Podatność różnych odmian rzepaku ozimego (Brassica Napus L var. oleifera) na porażenie przez Alternaria brassicae (Berk.) Sacc., Roczn. Nauk Roln., 1974, S. A, t. 100, z. 2, 67-71.
 64. Ruebenbauer T. i inni: Szczegółowa hodowla roślin, Warszawa 1971.
 65. Sestak J., Paltik J.: K niektorým otázkám vaznej síly zrna s klasom, Sbornik Prevadzko-Ekonomieckej Fakulty VSP v Nitre, XI, 1965, 160-172.
 66. Songin H.: Defoliacja bobiku, Nowe Rolnictwo, 1969, nr 6, 19.
 67. Strzelczyk E., Rożej A.: Wpływ CCC i Alaru na porażenie różnych odmian rzepaku ozimego przez Alternaria brassicae (Berk.) Sacc., Roczn. Nauk Roln., 1974, s. A, t. 100, z. 1, 7-15.
 68. Szot B., Grundas S.: Próba zastosowania symulatora do oceny podatności zbóż na osypywanie, Biul. Inst. Hod. i Aklimat. Rośl., 1973, nry 3-4, 25-27.
 69. Szot B.: Rozwój badań właściwości fizycznych materiałów rolniczych, Problemy Agrofizyki, 1972, z. 5.

70. Szutow G.: Defoliacja łubinu nasiennego i bobiku, *Międz. Czasop. Roln.*, 1963, nr 6, 56-60.
71. Szyrmer J.: Niektóre nowe kierunki w uprawie bobika, *Nowe Rolnictwo*, 1972, nr 3, 5-6.
72. Ślipek Z., Kolowca J.: On the Possibilities of Utilizing the Results of Investigations of the Grain-Toear Binding force at the Optimization of the Regulation Porometers of Harvesting - Threshing Machines, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 203 (w druku).
73. Święcicki W. K.: Perspektywy w hodowli i uprawie grochu w Polsce, *Post. Nauk Roln.*, 1975, nr 3, 27-38.
74. Tabiszewski A.: Nowe metody zbioru grochu, *Biul. Inf. IMER*, 1967, nr 7/33, 271-274.
75. Thomas G. D. i inni: Influence of Defoliation and Depodding on Yield of Soybeans, *J. Econ. Ent.*, 1974, vol. 67, No 5, 683-685.
76. Tomaszewska Z.: Wstępne badania nad anatomią strąków łubinu, *Acta Agrobotanica*, 1954, vol. II, 151-177.
77. Tomaszewska Z.: Badania morfologiczne i anatomiczne łuszczyn kilku odmian rzepaku i rzepiku ozimego oraz przyczyny i mechanizm ich pękania, *Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 1964, t. 8, z. 2, 147-180.
78. Tomaszewski Z.: Hodowla łubinu żółtego o strąkach niepękających i nieodpadających, 1953, *Acta Agrobotanica*, vol. I, 89-104.
79. Tomovcik J., Duris M., Pisar E., Korejtko J.: Vyskum agrofyzikalnych a mechanickych vlastnosti ozimnych pšeníc, *Zeměd. Techn.*, 1963, R. 9 (XXXVI), 65-86.
80. Tomovcik J., Ondrus P.: Nove metody vyskum agrofyzikálnych vlastnosti pol'nohospodarskych produktov a materialov, *Zeměd. Techn.*, 1973, R. 19, nr 5, 245-260.
81. Turska B., Olesiuk D.: Desykacja i defoliacja przy zbiorze roślin uprawnych na nasiona, *Hodowla Roślin. Biuletyn Branżowy*, 1976, nr 4, 4-8.
82. Quick G. R.: Laboratory Analysis of the Combine Header, *Trans. ASAE*, 1973, vol. 16, No 1, 5-12.
83. Wait J. J., Nave W. R., Butler B. J.: Reducing Soybean Cutterbar

- Losses with Low - Pressure Air Jets, Trans. ASAE, 1974, vol. 17, No 5, 817-820.
84. Wasilenko I. F.: Procznost swjazi ziarna z kołosom, Sielchoz-maszina 5, 1936.
 85. Weber C. R., Fehr W. R.: Seed Yield Losses from Lodging and Combine Harvesting in Soybeans, Agron. J., 1966, No 3, 287-289.
 86. Weeks S. A., Wolford J. C., Kleis E. W.: A Tensile Testing Method for Determining the Tendency of Soybean Pods to Dehisce, Trans. ASAE, 1975, vol. 18, No 3, 471-474.
 87. Woroniuk B. A., Piankiw A. I.: Fiziko-miechaniczieskije swojstwa restienij, poczw i udobrienij, Kołos, Moskwa 1970.
 88. Woroniuk B. A., Belowa E. W., Orlikowa T. A.: Pokazateli prigodnosti sielskochozjajstwiennych maszinnoj uborke, Traktory Sielchozmaszina, 1973, nr 8, 31-33.
 89. Wrona T.: Technologia zbioru niektórych roślin motylkowych grubonasiennych, Biul. Branżowy Hod. Rośl. i Nasiennictwa, 1976, nr 4, 21-25.
 90. Zbiorowa: Wartości graniczne cech środowiska przyrodniczego, wiążących się z pracą maszyn rolniczych, Warszawa 1971, z. 1.
 91. Zbiorowa: Ważniejsze właściwości roślin wiążące się z pracą maszyn rolniczych, Warszawa 1975.
 92. Zbiorowa: Metodika izuczenija fizyko-miechaniczieskich swojstw sielskochozjajstwiennych rastienij WISCHOM 1960.

SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
CZYNNIKI POWODUJĄCE OSYPYWANIE	10
METODY OBLICZANIA STRAT NASION PRZY SPRZĘCIE	26
METODY OCENY PODATNOŚCI ŁUSZCZYN I STRĄKÓW NA PĘKANIE	30
PODSUMOWANIE	41
LITERATURA	43