

ZASTOSOWANIE METOD FIZYCZNYCH DO OCENY WARTOŚCI SIEWNEJ NASION

Helena Gawda, Barbara Kornas-Czuczwar

Zakład Mechaniki i Fizyki Technicznej
Instytutu Mechanizacji Rolnictwa AR, Lublin

WSTĘP

Jednym z problemów współczesnego rolnictwa jest ocena nasion pod względem ich wartości siewnej. Powszechnie wiadomo, że o wartości siewnej nasion decydują między innymi takie czynniki, jak: jakość wyjściowego materiału siewnego, warunki ekologiczne podczas wzrostu, termin i sposób zbioru, warunki przechowywania. Obecnie stosowanych jest szereg metod do badania wartości siewnej nasion, które można podzielić na biologiczne, chemiczne i fizyczne. Wśród metod fizycznych wyróżniamy: optyczną, kolorymetryczną, fluorescencyjną, przewodnictwa elektrycznego, mikrofotograficzną i rentgenowską.

PRZEGLĄD METOD

Metody optyczne - należą do najpowszechniej stosowanych metod oznaczania uszkodzeń ziarna i oceny wartości siewnej. Oglądanie nasion pod lupą powiększającą 10-krotnie umożliwia w sposób szybki określenie makro- i mikrouszkodzeń ziarna, a w szczególności okrywy owocowo-nasiennej. W celu zwiększenia dokładności barwi się je uprzednio, stosując różne barwniki. Do stwierdzenia makro- i mikrouszkodzeń ziarniaków, a w szczególności uszkodzeń zarodka, używany jest mikroskop.

Metoda kolorymetryczna - jest jedną z nowszych metod stosowanych do badania uszkodzeń ziarna. Wykorzystuje się w niej zależność między adsorpcją barwnika a procentowym

stopniem uszkodzenia ziarna [4]. Stężenie barwnika w roztworze określa się za pomocą spektrofotometru. Stwierdzono, że stopień stężenia roztworu jest proporcjonalny do uszkodzonej powierzchni ziarna.

Metoda fluorescencyjna - polega na wykrywaniu drogą bezpośredniej obserwacji w nadfiolecie fluoryzującej substancji, wydzielanej przez pęczniejące nasiona [5]. Zdolność do kiełkowania nasion określa się na podstawie ilości wydzielonej substancji oraz barwy i intensywności fluorescencji. Metoda ta umożliwia określenie w bardzo krótkim czasie porażenia nasion, lecz może być stosowana tylko do badania nasion suchych o jasnej okrywie nasiennej.

Metoda przewodnictwa elektrycznego - umożliwia określenie wskaźnika wschodów polowych na podstawie pomiaru przewodności elektrycznej roztworu, w którym moczono nasiona [7]. Próbki nasion moczone są przez 24 godziny w wodzie destylowanej. Następnie za pomocą konduktometru działającego na zasadzie mostka Wheatstone'a mierzona jest przewodność elektryczna roztworu, zawierającego elektrolity, które przeszły z nasion do wody. Mała przewodność elektryczna roztworu świadczy o wysokich wschodach polowych, zaś duża przewodność o niskich. Stwierdzono jednak pewne odchylenia od przewidywanych wyników, stąd też przed wprowadzeniem tej metody na szerszą skalę należy wprowadzić jeszcze wiele udoskonaleń.

Metoda mikrofotografii - umożliwia precyzyjne wykrycie mikrouszkodzeń ziarna, niemożliwych do wykrycia nawet przy stosowaniu metody rentgenowskiej. Procedura eksperymentalna polega na sporządzeniu przekrojów ziarna o grubości 30-60 μm poprzez przecinanie ziarna wzdłuż na części zawierające podstawowe histologiczne struktury bądź poprzez wielokrotne zdzieranie kolejnych warstw ziarna przyklejonego do szkiełka mikroskopowego [3]. Zdjęcia mikrofotograficzne wykonywane są w sposób tradycyjny przy ukośnym oświetleniu.

Metoda rentgenowska - badanie uszkodzeń i żywotności nasion oparte jest na zjawisku pochłaniania promieni X przez materię. Stosowane są bardzo niskie dawki promieniowania, nie wywierające istotnego wpływu na kiełkowanie i rozwój nasion. W badaniach wykorzystuje się fakt, że sole metali ciężkich pochłaniane są wyłącznie przez martwe elementy nasion. W wyniku prześwietlania promieniami X nasion nasyconych solami metali ciężkich wykazano istnienie ścisłej zależności między żywotnością nasion a stopniem pochłaniania promieni [3].

Badania porównawcze uszkodzonych nasion prowadzone metodą rentgenowską i mikrofotografii wykazały, że metoda rentgenowska jest szczególnie przydatna w badaniach uszkodzeń nasion związanych z procesem suszenia, a także z mechanicznym zbiorem i omłotem.

Stosując technikę rentgenowską, przeanalizowano dla pszenicy wpływ odmiany, lokalizacji wysiewu, roku oraz metod zbioru [1]. Analizę przeprowadzono dla zbiorów z lat 1966 i 1967. Stwierdzono, że w związku z wyjątkowo niekorzystną sytuacją atmosferyczną w 1967 r. ziarna pszenicy pochodzące ze zbiorów tego roku były w znacznie większym stopniu uszkodzone w porównaniu z ziarnem pochodzącym ze zbioru 1966 roku. Badania wykazały również, że zastosowanie mechanicznych urządzeń przy zbiorze zbóż zwiększa ilość wielokrotnych pęknięć ziarna, natomiast maleje liczba ziaren o pojedynczych wewnętrznych pęknięciach. Większość pojedynczych pęknięć w ziarnach pszenicy powstała w polu przed zbiorem. Ziarna uszkodzone różniły się od ziaren nieuszkodzonych właściwościami fizycznymi i składem chemicznym i wykazywały mniejszą odporność na działanie sił zewnętrznych i innych czynników niż ziarna nieuszkodzone. Tworzenie się pęknięć w ziarnie spowodowane było głównie przez naprężenia związane z różnicami wilgotności i gradientem temperatury wewnątrz ziarna, wywołanymi przez zróżnicowane warunki klimatyczne i ekologiczne. Szczegółowa analiza pęknięć występujących w ziarnach wykazała, że biegnące w kierunku prostopadłym do bruzdy ziarna pęknięcia niszczą stosunkowo słabe międzymolekularne wiązania, występujące wzdłuż ścian komórkowych i między nimi.

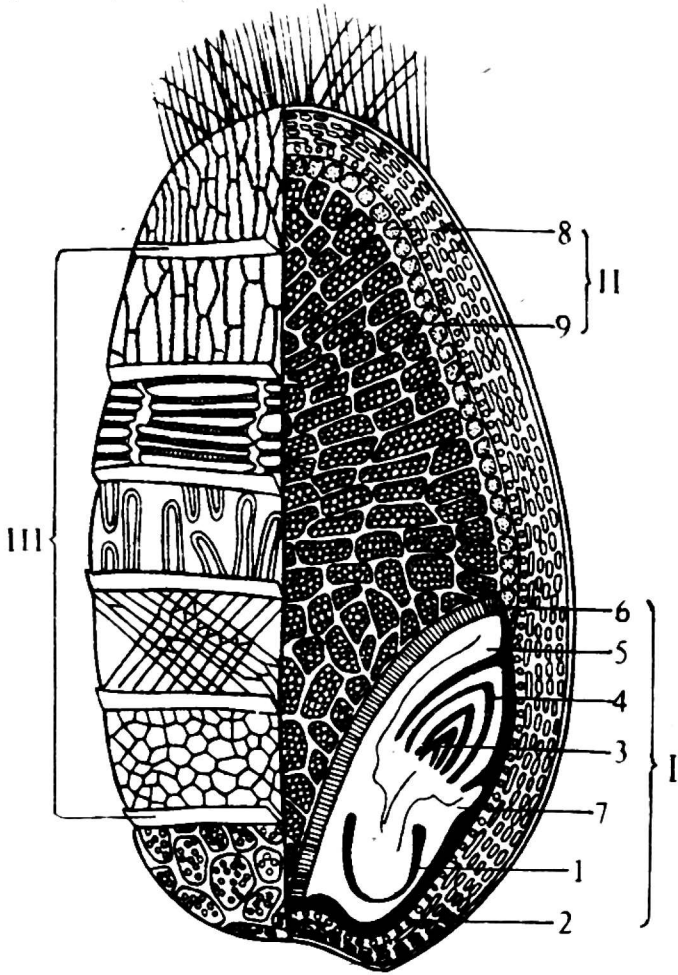
Wszyscy autorzy stosujący metodę rentgenowską do badania ziarna jednomyślnie stwierdzają, że znajomość struktury ziarna jest niezbędna do ustalenia, jakie czynniki spowodowały obniżenie jego wartości siewnej.

Z przedstawionych metod badania nasion jedynie metoda rentgenowska i mikrofotografii dostarcza informacji niezbędnych do ustalenia przyczyn występowania tych uszkodzeń. Z klisz i mikrofotografii uzyskuje się dane dotyczące charakteru tych uszkodzeń, ich lokalizacji w ziarnie i stopnia nasilenia wad itp. Jednak kosztowna aparatura pomiarowa, pracochłonność wykonywanych badań oraz konieczność przestrzegania przepisów ochrony radiologicznej zadecydowały o niewielkim rozpowszechnianiu tej metody. Pozostałe metody umożliwiają jedynie określenie procentowej zawartości uszkodzonych nasion, nie dają jednak dokładnego obrazu poziomu tych uszkodzeń oraz nie dostarczają informacji umożliwiających ustalenie przyczyn ich powstania. Ponadto wyniki uzyskane przez autorów tych prac nie dostarczają informacji dotyczących różnic w strukturach nasion zdolnych do kiełkowania i nasion niepełnowartościowych pod względem biologicznym.

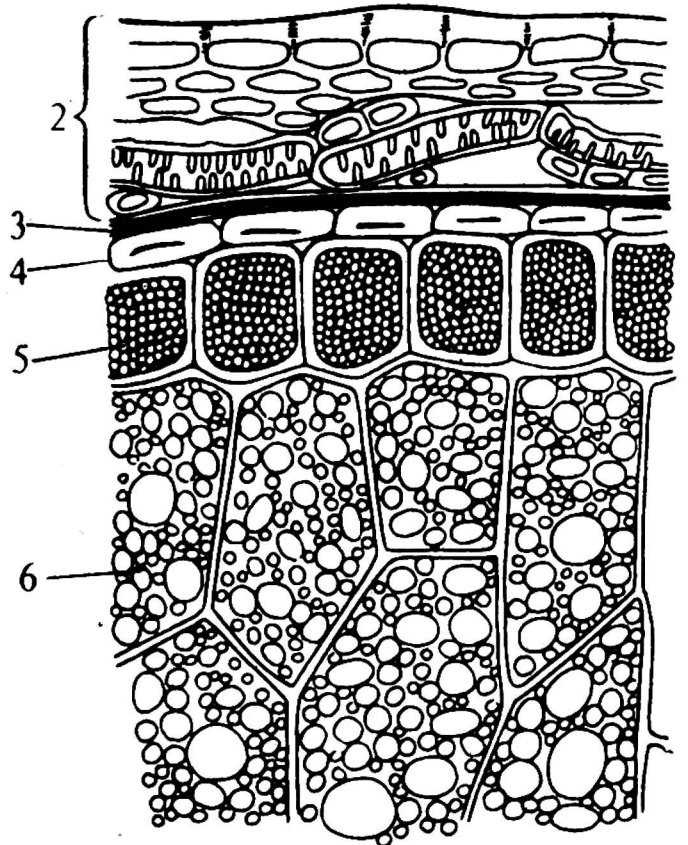
Z przeprowadzonej analizy wynika, że brak jest metody, która umożliwiłaby równocześnie ocenę większej liczby czynników, mających wpływ na wartość biologiczną nasion i mogłaby być powszechnie stosowana w Stacjach Oceny Nasion.

BUDOWA I SKŁAD CHEMICZNY ZIARNA PSZENICY

Nasiono jest ciałem niejednorodnym o zróżnicowanej strukturze i właściwościach fizycznych. Ziarniak pszenicy składa się z trzech części: zarodka, bielma i okrywy owocowo-nasiennej /rys. 1./.



Rys. 1. Ziarniak pszenicy w przekroju: I - zarodek; 1 - zawieszka korzenia, 2 - pochwa korzenia, 3 - zawieszka pędu z pączkiem, 4 - koleoptyl, 5 - liście, 6 - skórka tarczki, 7 - drugi liście; II - bielmo: 8 - warstwa aleuronowa, 9 - bielmo skrobiowe; III - wielowarstwowa okrywa owocowo-nasiennej



Rys. 2. Schematyczne przedstawienie komórek występujących w ziarnaku pszenicy: 2 - owocnia, 3 - łupina nasienna, 4 - bielmo, 5 - białko aleuronowe, 6 - skrobia

Części te różnią się między sobą pod względem składu chemicznego jak i właściwości fizycznych /tab. 1/. Poszczególne części ziarniaka zbudowane są z komórek różniących się między sobą wielkością, kształtem i grubością ścian komórkowych /rys. 2/.

Każda z tych części charakteryzuje się więc różną wrażliwością na czynniki uszkodzające, co potwierdzają omówione wyniki badań rentgenowskich i mikrografii.

Tabela 1

Skład chemiczny ziarna
/wg Nosatowskiego/

| Wyszczególnienie | Zarodek | Bielmo | | Okrywa owocowo- nasienna |
|----------------------------------|---------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|
| Udział procentowy w ziarnie | 2-3 | 82-86 | | 12-15 |
| Masa właściwa, kg/m ³ | 1280 | 1470 | | 1110 |
| Składnik chemiczny, % | | warstwa aleuronowa | bielmo skrobiowe | |
| błonnik | - | 48,8 | 0,3 | 76,6 |
| substancje azotowe | 40 | 25 | 10,2 | 9,4 |
| cukry | 23 | - | - | - |
| tłuszcze | 12,3 | 9,1 | 0,9 | - |
| skrobia | - | - | 74,7 | - |
| popiół | 5,6 | 5,3 | 0,5 | 2,9 |
| woda | - | 11,8 | 13,4 | 11,1 |

BADANIA WŁASNE

W ostatnich latach rozwinęła się zupełnie nowa gałąź fizyki - akustyczna spektroskopia polimerów. Wykazano, że parametry charakteryzujące akustyczne właściwości polimerów, takie jak: dynamiczny moduł sprężystości, współczynniki tłumienia i prędkości dźwięku zależą między innymi od składu chemicznego i nadmolekularnej struktury tego materiału [6].

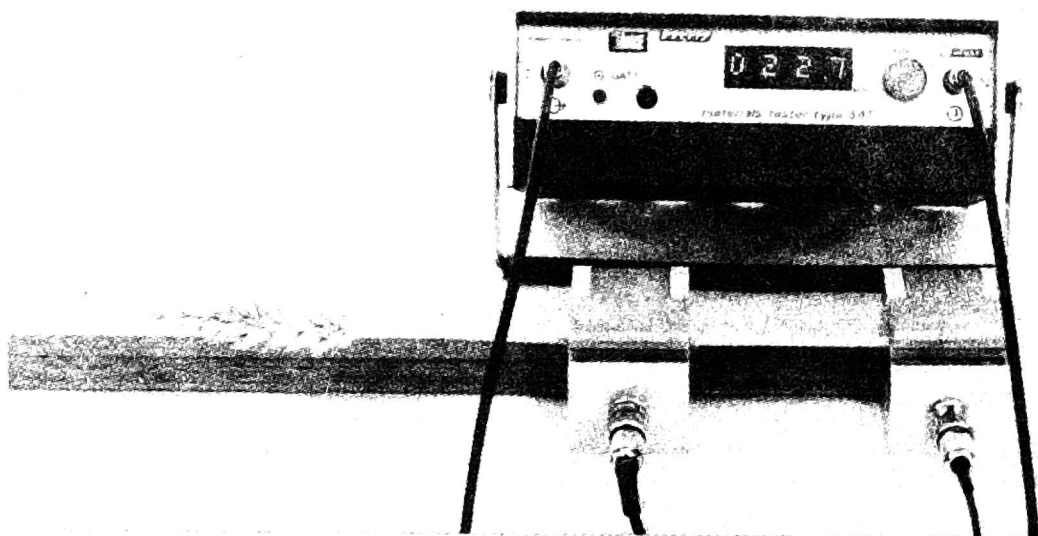
Właściwości akustyczne ośrodka można wyznaczyć za pomocą specjalnej aparatury, wykonując dwa pomiary:

- 1/ pomiar czasu przejścia sygnału akustycznego przez badaną próbkę o znanej długości,
- 2/ pomiar różnicy poziomów amplitud sygnału na wejściu i po przejściu przez próbkę.

Uzyskane wyniki umożliwiają obliczenie prędkości i współczynnika tłumienia w danym ośrodku. Analiza w czasie tych parametrów dostarcza informacji o zmianach zachodzących w badanej substancji pod wpływem gradientu temperatury, ciśnienia czy wilgotności.

Metoda akustyczna jest bardzo czuła i pozwala na stosowanie fal o małych natężeniach (10^{-5} - 10^{-2} Wcm $^{-2}$), co zapewnia, że pomiary nie wprowadzają zmian we właściwościach mierzonego ośrodka ani nie wpływają na przebieg badanego procesu.

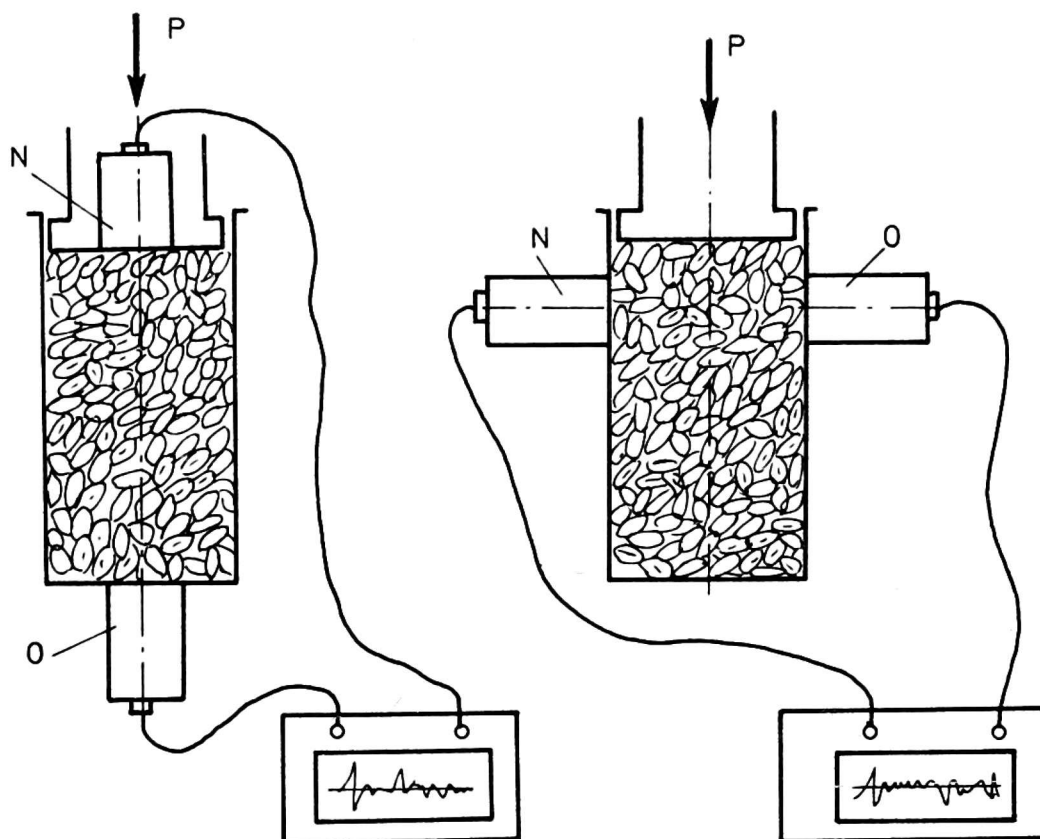
W naszym Instytucie od 1970 r. prowadzone są badania fizycznych właściwości materiałów niejednorodnych /gleby, roślin/ metodami akustycznymi w zakresie częstotliwości ultradźwiękowych. Przedmiotem badań są łodygi pszenicy ozimej Grana, pochodzące z czterech faz dojrzałości biologicznej. Stosując aparaturę ultradźwiękową /rys. 3/ określono, z jaką prędkością rozprzestrzeniają się fale wzdłuż łodyg i wykazano, że istnieje bardzo duże zróżnicowanie we właściwościach akustycznych tego materiału [2]. Prędkość fal w łodygach zmieniała się w przedziale od 500 ms $^{-1}$ do 5000 ms $^{-1}$ w zależności od wilgotności, dojrzałości biologicznej oraz położenia próbki w łodydze.



Rys. 3. Stanowisko do badania materiału łodyg zbóż metodą ultradźwiękową

Równoległe z pomiarami ultradźwiękowymi przeprowadzono na tym samym materiale badania porównawcze: strukturalne, wytrzymałościowe, składu chemicznego i mikroskopowe. Wykazały one, że prędkość rozchodzenia się fal w materiale roślinnym jest uzależniona między innymi od procentowej zawartości błonnika i od nadmolekularnej struktury ścian komórkowych. Z porównania wyników badań łodyg metodą ultradźwiękową w okresie kłoszenia, dojrzałości młeczej, woskowej i pełnej wynika, że w okresie formowania się ziarna zachodzą istotne zmiany w strukturze ścian komórkowych łodyg. W zależności od warunków klimatycznych i siedliskowych zmiany te mają różny charakter.

Przeprowadzono również wstępne próby zastosowania metody ultradźwiękowej do badania parametrów akustycznych masy zbożowej oraz pojedynczych ziarniaków. Przedmiotem badań było ziarno pszenicy ozimej Grana.



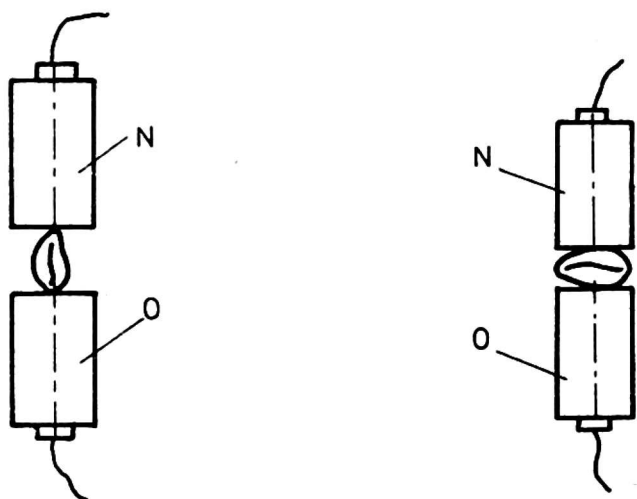
Rys. 4. Schemat stanowiska do badania właściwości akustycznych warstwy ziarna

Stanowisko pomiarowe składało się ze specjalnego zbiornika, w którym ziarno poddawano obciążeniu, oraz miernika ultradźwiękowego typu BJ-8R-M66 wyposażonego w głowice o częstotliwości 0,4 MHz. Przy ciśnieniu 0,16 MPa fale rozchodziły się w ziarnie z prędkością 533 ms^{-1} , zwiększenie ciśnienia do 0,8 MPa nie spowodowało wzrostu prędkości rozchodzenia się fal. Po zdjęciu obciążenia fale rozchodziły się z prędkością około 230 ms^{-1} . Przeprowadzone próby wykazały, że masa zbożowa jest ośrodkiem silnie tłumiącym i do jej badania muszą być stosowane fale o dużej energii.

Przedstawiony układ pomiarowy /rys. 4/ umożliwia prowadzenie badań nad zmianą parametrów akustycznych masy zbożowej w różnych warunkach obciążenia, temperatury i wilgotności początkowej ziarna. Metodyka ta pozwala na ustalenie zmian tych parametrów w czasie w sposób ciągły lub dyskretny i może być wykorzystana do prowadzenia modelowych badań nad zmianami zachodzącymi w ziarnie w czasie przechowywania.

Do pomiaru czasu przejścia sygnału akustycznego w pojedynczych ziarniakach zastosowano próbnik materiałów typ 541 produkcji Unipan. Przyrząd ten umożliwia pomiar czasu przejścia fali przez próbkę z dokładnością do $0,1 \mu\text{s}$. Żdźbła z poletka ścięto w dniach 28.07 i 4.08.1978 roku. Ziarno z kłosów wyłuskano ręcznie i wysuszono do 11% wilgotności. Wielkość próby wynosiła 30 ziaren dla każdego terminu zbioru. Badany ziarniak ustawiono między głowicami o częstotliwości 1 MHz wg schematu przedstawionego na rysunku 5 i odczytywano czas przejścia sygnału akustycznego od głowicy nadawczej /N/ do głowicy odbiorczej /O/ na wskaźniku

cyfrowym. Odległości między głowicami określono z dokładnością do 0,1 mm i obliczono prędkość fali. Średnia prędkość rozchodzenia się fal w ziarnach pochodzących z I terminu wyniosła $1400 \pm 120 \text{ ms}^{-1}$, zaś dla drugiego terminu $2100 \pm 100 \text{ ms}^{-1}$. Z teorii sprężystości wiadomo, że moduł dynamiczny materiału jest proporcjonalny do kwadratu prędkości rozchodzenia się w nim fal, to z tych próbnych pomiarów wynika, że różnica w wartościach modułów dynamicznych dla ziaren pochodzących z tych dwóch terminów zbioru jest dwukrotna.



Rys. 5. Szkic położenia ziarniaka w czasie pomiarów ultradźwiękowych

Interpretacja uzyskanych wyników jest jednak bardzo trudna, gdyż - jak wynika z przedstawionej budowy - ziarno składa się z warstw różniących się między sobą składem chemicznym i właściwościami fizycznymi /rys. 2, tab. 1/. Cechy te mają decydujący wpływ na prędkość rozchodzenia się fal w ośrodku. W każdej z tych warstw drgania rozchodzą się z różną prędkością, dlatego trudno na tym etapie badań odpowiedzieć czy wyznaczona prędkość charakteryzuje materiał jednej z warstw, czy jest to wartość średnia. Niezależnie od tego,

do której warstwy odnoszą się te wyniki, traktując pomiary jako względne można postawić wniosek, że właściwości tych dwu materiałów różnią się między sobą.

Oprócz trudności interpretacyjnych w badaniach ultradźwiękowych pojedynczych ziarniaków występuje cały szereg trudności metodycznych, związanych ze specyficznym kształtem i małymi ich wymiarami.

Biorąc pod uwagę dotychczasowe wyniki uzyskane dla materiału łodyg zbóż z badań ultradźwiękowych i porównawczych oraz te wstępne wyniki dla ziarna, celowe wydaje się podjęcie studiów nad ustaleniem możliwości pomiarowych tej metody do badań nadmolekularnej struktury ziarna i wpływu tej cechy na jego wartość biologiczną. Po odpowiednim opracowaniu metodyki badań technika ta mogłaby być powszechnie stosowana w Stacjach Ceny Nasion.

LITERATURA

1. Do Sup Chung, Hary H. Converse: Internal Damage of Wheat Analyzed by Radiographical Examination, Transactions of the ASAE 13 /3/ 295, 1970.

2. Gawda H.: Ultrasonic Investigations of the Mechanical Properties of the Stalks of a Wheat. Proceedings FASE, Warszawa 1978.
3. Hogan J.T., Larkin R.A., Mac Masters M.M.: Cereal Quality Measurement, X-Ray and Photomicrographic Examination of Rice, 1954, vol. 2, nr 24, s. 1235-1238.
4. Mafazzal H. Chowdhury, Wesley F. Buchele: Colorimetric Determination of Grain Damage. Transactions of the ASAE, 1976, vol. 19, nr 5, s. 807-808.
5. Naumowa N.: Fitopatologiczna ocena nasion. PWRiL Warszawa 1973.
6. Pieriepieczko I.I.: Akusticzeskije metody issledowanija polimerow. Moskwa 1973.
7. Urbaniak Z.: Przewodność elektryczna jako wskaźnik wschodów polowych motylkowych, grubonasiennych i kukurydzy. Biul. Inst. Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 1973, nr 5-6, s. 133-135.

Г. Гавда, Б. Корнас-Чучвар

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОСЕВНОГО КАЧЕСТВА СЕМЯН

Р е з ю м е

Проведенный в труде анализ физических методов оценки биологического качества семян показал отсутствие такого, который бы делал возможной одновременную оценку более крупного числа факторов и мог бы применяться повсеместно в станциях оценки сортов.

На основании исследований по структуре, устойчивости, химическому составу и микроскопных исследований растительного материала, а также скорости распространения ультразвуковых волн в этом материале, можно признать акустический метод наиболее пригодным для определения содержания клетчатки и сверхструктуры клеточных мембран. В связи с этим проводились предварительные пробы применения ультразвукового метода для исследования акустических параметров зерновой массы и отдельных зерновок.

На фоне полученных до сих пор результатов представляется весьма целесообразным проведение дальнейших исследований с использованием этого метода по определению сверхмолекулярной структуры зерна и по влиянию этого признака на биологическое качество зерна.

H. Gawda, B. Kornas-Czuczwar

APPLICATION OF PHYSICAL METHODS FOR ESTIMATION OF THE SOWING
VALUE OF SEED

Summary

The analysis of physical methods of estimation of the biological value of seed has proved a lack of such one, which would enable simultaneous estimation of greater number of factors and could be applied generally in the stations of crop variety estimation.

The investigations on structure, resistance and chemical composition and microscopic investigations of plant material as well as on the rate of propagation of ultrasound waves in this material have proved that it is, the acoustic method, which is most suitable for determination of the cellulose content and superstructure of cell membranes. In this connection preliminary trials on application of the ultrasound method for determination of acoustic parameters of the grain mass and single kernels were carried out.

While taking into account the hitherto results of the investigations, it seems quite purposeful to carry out further investigations at application of this method for determination of supermolecular structure of grain and of the effect of this feature on biological value of grain.