

DANUTA KULPA

*Akademia Rolnicza w Lublinie*

## WPLYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA ZDOLNOŚĆ KIELKOWANIA NASION ZBÓŻ

Początki badań nad długością życia nasion sięgają końca XIX wieku. Badania te miały charakter teoretyczny i dotyczyły między innymi żywotności nasion pobranych ze starych zielników (Becquerel) lub przechowywanych w ziemi [3]. Z punktu widzenia praktyki rolniczej znacznie większą rolę odegrały podejmowane w wielu krajach badania zdolności kiełkowania materiału siewnego po okresie kilkuletniego przechowywania w normalnych warunkach magazynowych. W literaturze światowej można znaleźć wiele informacji na temat optymalnych metod krótkotrwałego magazynowania nasion roślin uprawnych, zwłaszcza zabezpieczenia państwowych rezerw nasiennych na wypadek nieurodzaju. Przechowywanie długoterminowe miało wtedy jedynie znaczenie teoretyczne. Nie znane były jeszcze możliwości praktycznego wykorzystania doświadczeń. Dopiero w latach 50 naszego stulecia, wraz z pojawieniem się planu utworzenia światowej sieci banków genów roślin użytkowych, teoria mogła znaleźć zastosowanie w praktyce.

W 1958 r. powstała w Forst Collins (USA) pierwsza w świecie przechowalnia nasion z pomieszczeniami o obniżonej temperaturze powietrza. Właściwy międzynarodowy rozwój przechowalnictwa długoterminowego rozpoczął się w latach 60 pod patronatem FAO, w ramach Eucarpii oraz Międzynarodowego Programu Biologicznego (IBP). Powstały następne przechowalnie długookresowe: w Hiratsuka w Japonii oraz w Izmirze w Turcji. Upowszechniło się też nowe pojęcie: przechowalnictwo długoterminowe, obejmujące z reguły okres przechowywania powyżej 10 lat.

Konieczne stało się określenie optymalnych warunków przechowywania nasion bez utraty przez nie żywotności. W centrum zainteresowania wielu naukowców znalazły się przede wszystkim nasiona zbóż ze względu na ich duże znaczenie gospodarcze oraz w związku z wymogami hodowli roślin w zakresie utrzymania niezmiennych genetycznie materiałów wyjściowych.

Celem własnych badań było określenie wpływu warunków przechowywania (normalne ciśnienie powietrza i próżnia) nasion zbóż o różnej wilgotności na zdolność ich kiełkowania. Była to zarazem próba ustalenia

czynników ograniczających możliwość długotrwałego przechowywania nasion.

### *Materiały i metody*

Badania przeprowadzone zostały w przechowalni długoterminowej Centralnego Instytutu Badania Roślin Uprawnych i Genetyki w Gatersleben w NRD. Jako materiał porównawczy wykorzystano obserwacje z przechowalni żyta Instytutu Hodowli Roślin w Petkus (NRD). Do doświadczeń użyto nasion pszenicy, owsa i jęczmienia umieszczonych w przechowalni 24.09.1976 r., po ich uprzednim kilkumiesięcznym suszeniu przy pomocy  $P_2O_5$ ,  $CaCl_2$  lub żelu krzemionkowego. Nasiona wysuszone do dwóch poziomów zawartości wilgoci (2,4—2,9% i 8,8—9,3%) były przechowywane w słoikach Wecka pod normalnym ciśnieniem oraz ciśnieniem 196 hPa (0,2 at) — zwanym dalej próżnią — w komorach o temperaturze 273,16 K (0°C). Przed rozpoczęciem doświadczenia określono wilgotność i zdolność kiełkowania ziarna. Powtórzną ocenę zdolności kiełkowania nasion przeprowadzono w listopadzie 1978 r., a następną w maju 1981 r. według zasad podanych przez Eggebrechta [4]. Po 10 dniach obliczono ilość nasion skiełkowanych, spleśniałych i rozwijających się anormalnie. Oznaczenia wykonano w 4 powtórzeniach w 1978 i w 6 w 1981 r. Dla danych z 1981 r. dokonano obliczeń statystycznych. Zastosowano metodę testowania istotności różnicy dwóch wartości średnich przy równoległych parach oznaczeń [2]. Za równoległe pary oznaczeń przyjęto: 1) warunki przechowywania (obniżone i normalne ciśnienie powietrza) oraz 2) różną wyjściową zawartość wody w nasionach. Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczono dla równoległych par oznaczeń ze wzoru na półprzedział ufności [6].

Wyniki zebranych obserwacji i wyliczeń przedstawiono w tabeli oraz w postaci diagramów.

### *Wyniki badań*

W tabeli przedstawione zostały średnie wyniki uzyskane w 1978 i 1981 r. podczas badania zdolności kiełkowania przechowywanych nasion oraz dla porównania odpowiadające im dane z 1976 r.

Najwyższą początkową zdolnością kiełkowania charakteryzowały się, niezależnie od ilości zawartej w nich wody, nasiona jęczmienia. W obu wariantach wilgotnościowych zdolność kiełkowania wynosiła 99%. Po dwuletnim okresie przechowywania zdolność kiełkowania obniżyła się do 94,5% (ziarno bardziej wilgotne) i 97,7% (silniej wysuszone), zachowując nadal najwyższe wartości spośród wszystkich przechowywanych

Tabel

Wpływ warunków obniżonego i normalnego ciśnienia powietrza  
na przechowywanie nasion zbóż o różnej zawartości wilgoci

| Rodzaj rośliny | Początkowa zawartość wody (1976) w % | Nasiona w % — 1976 |           |                 | Warunki przechowywania | Nasiona w % |                   |           |      |                 |      |
|----------------|--------------------------------------|--------------------|-----------|-----------------|------------------------|-------------|-------------------|-----------|------|-----------------|------|
|                |                                      | skielkowane        | anormalne | pokryte pleśnią |                        | skielkowane |                   | anormalne |      | pokryte pleśnią |      |
|                |                                      |                    |           |                 |                        | 1978        | 1981              | 1978      | 1981 | 1978            | 1981 |
| Pszenica       | 2,4                                  | 97                 | 2         | 1               | obniżone ciśnienie     | 86,0        | 91,0 <sup>c</sup> | 8,3       | 5,0  | 5,7             | 4,0  |
|                |                                      |                    |           |                 |                        | 85,0        | 93,0 <sup>d</sup> | 10,0      | 3,7  | 5,0             | 3,3  |
| Pszenica       | 9,2                                  | 99                 | 1         | —               | obn. ciśn. norm. ciśn. | 82,7        | 95,7 <sup>c</sup> | 12,0      | 2,5  | 5,3             | 1,8  |
|                |                                      |                    |           |                 |                        | 84,7        | 95,5 <sup>d</sup> | 10,5      | 1,8  | 4,8             | 2,7  |
| Jęczmień       | 2,5                                  | 99                 | —         | 1               | obn. ciśn. norm. ciśn. | 97,7        | 97,3 <sup>a</sup> | 0,8       | 1,2  | 1,5             | 1,5  |
|                |                                      |                    |           |                 |                        | 98,5        | 92,6 <sup>a</sup> | 1,3       | 4,7  | 0,2             | 2,7  |
| Jęczmień       | 8,8                                  | 99                 | 1         | —               | obn. ciśn. norm. ciśn. | 94,5        | 98,3 <sup>b</sup> | 4,2       | 0,3  | 1,3             | 1,4  |
|                |                                      |                    |           |                 |                        | 95,5        | 91,6 <sup>b</sup> | 3,0       | 5,2  | 1,5             | 3,2  |
| Owies          | 2,9                                  | 95                 | —         | 5               | obn. ciśn. norm. ciśn. | 92,0        | 88,3              | 2,7       | 6,8  | 5,3             | 4,9  |
|                |                                      |                    |           |                 |                        | 92,7        | 84,3              | 1,3       | 6,2  | 6,0             | 9,5  |
| Owies          | 9,3                                  | 92                 | —         | 8               | obn. ciśn. norm. ciśn. | 88,2        | 85,2              | 4,3       | 5,8  | 7,5             | 9,0  |
|                |                                      |                    |           |                 |                        | 91,7        | 86,8              | 4,3       | 6,0  | 4,0             | 7,2  |

a, b — Istotne różnice w zdolności kiełkowania nasion różniących się warunkami przechowywania.

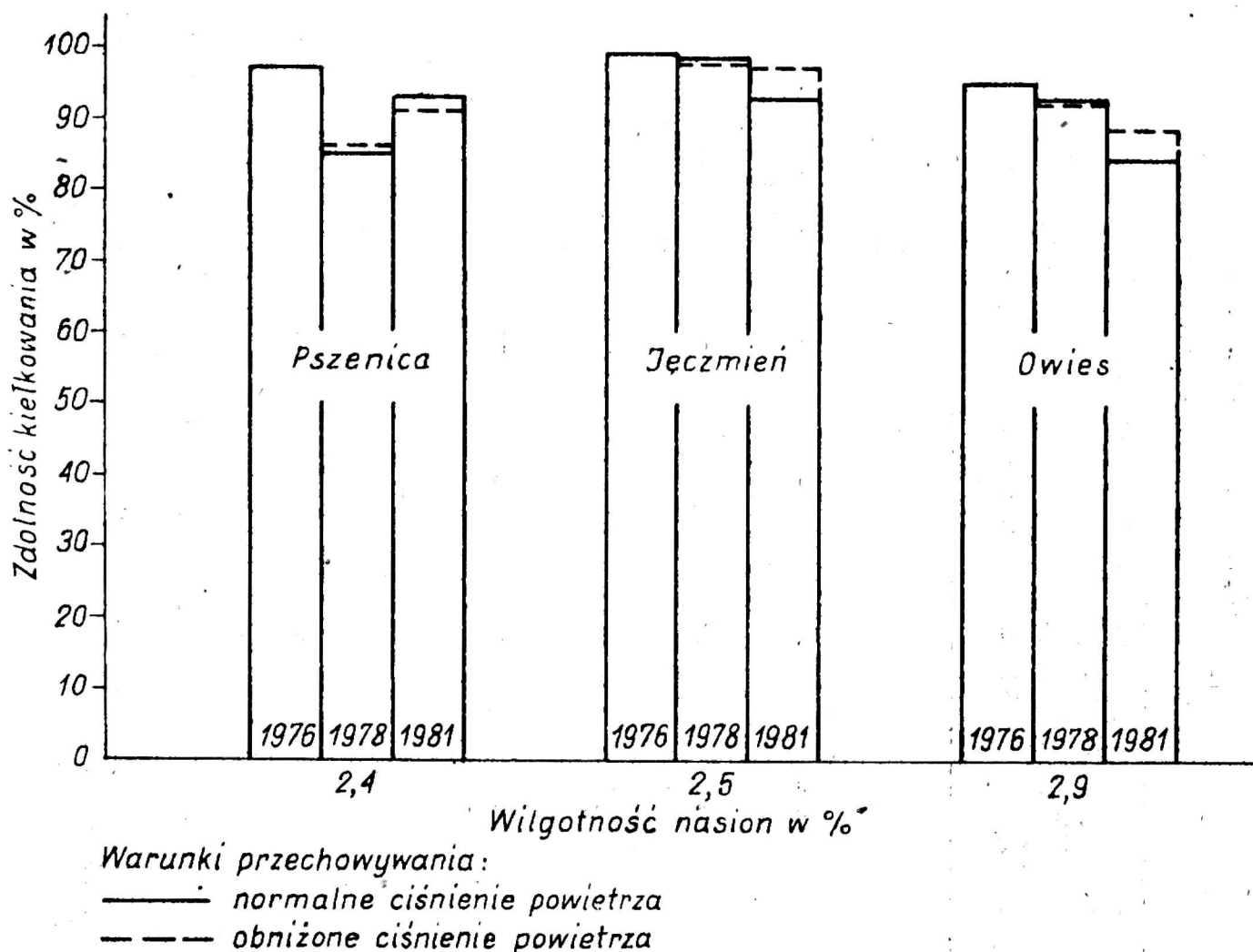
c, d — Istotne różnice w zdolności kiełkowania nasion różniących się początkową zawartością wody.

NIR<sub>a</sub> = 1,7  
NIR<sub>b</sub> = 3,0  
NIR<sub>c</sub> = 4,4  
NIR<sub>d</sub> = 2,1

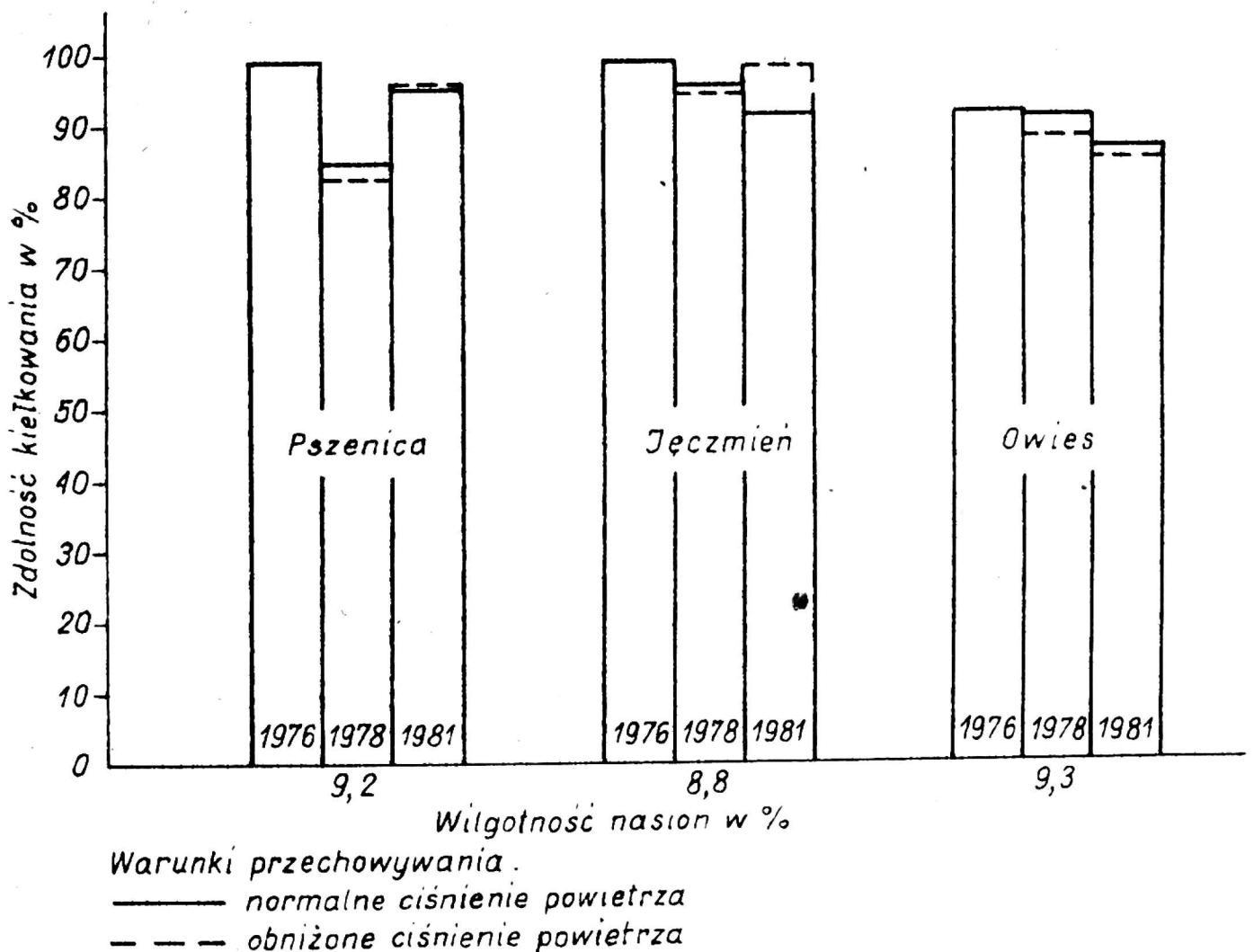
nasion. Ziarno pszenicy wykazywało początkowo również wysoką zdolność kiełkowania (97—99%), jednak obniżka tej wartości po 2 latach przechowywania była znacznie większa niż w przypadku nasion jęczmienia (82,7—86%). Przyczyny tak znacznej i szybkiej utraty zdolności kiełkowania materiału siewnego, nie notowane zarówno w podobnych pracach innych autorów, jak i u przechowywanych w tym samym warunkach nasion owsa i jęczmienia, są trudne do wytłumaczenia ze względu na brak danych o wyjściowych właściwościach fizjologicznych materiału.

Zdolność kiełkowania nasion owsa wynosiła w roku 1976 92—95%, zaś w 1978 r. 88,2—92,7%, a więc uległa obniżeniu w stopniu podobnym jak u jęczmienia.

Warto zwrócić uwagę, że jednak nasiona o osłabionej wyjściowej żywotności mogą w wyniku 2-letniego przechowywania zbliżyć się do wartości minimalnej, dopuszczanej Polską Normą [8]. Stanowi to potwierdzenie ogólnie znanej zasady, że do dłuższego przechowywania nadaje się głównie materiał nasienny o wysokiej żywotności.



Rys. 1. Porównanie zdolności kiełkowania nasion o niskiej początkowej zawartości wody przechowywanych w warunkach normalnego i obniżonego ciśnienia powietrza (rok badania 1976, 1978 i 1981).



Rys. 2. Porównanie zdolności kiełkowania nasion o wysokiej początkowej zawartości wody przechowywanych w warunkach normalnego i obniżonego ciśnienia powietrza (rok 1976, 1978 i 1981)

Z własnego doświadczenia wynika, że nasiona silnie wysuszone (2,4—2,9% wilgotności) są mniej podatne na utratę zdolności kiełkowania.

Dalsze przechowywanie materiału (1978—1981 r.) nie wpłynęło w sposób zdecydowany na zmianę wartości siły kiełkowania nasion owsa i jęczmienia. Materiał przechowywany w warunkach obniżonego ciśnienia wykazał jedynie niewielkie zmniejszenie zdolności kiełkowania (maksymalnie o 3,7%) lub nawet jej wzrost (ziarno jęczmienia o wilgotności 8,8%), większy spadek dał się zauważyć w przypadku nasion przechowywanych pod normalnym ciśnieniem powietrza (do 8,4% w okresie 1978—1981 r.).

Po 4,5-letnim okresie przechowywania nie stwierdzono istotnych różnic w zdolności kiełkowania nasion o niskiej i wysokiej początkowej zawartości wody. Wilgotność ziarna nie była badana w 1978, ani też w 1981 r. Brak warunków zapewniających utrzymanie zawartości wody w nasionach na stałym poziomie pozwala sądzić, że próbki ziarna różniące się początkowo wilgotnością, po 4,5 latach przechowywania osiągnęły zbliżony stopień uwilgotnienia.

W przeciwieństwie do nasion owsa i jęczmienia, ziarno pszenicy wykazało w 1981 r. zdecydowany wzrost zdolności kiełkowania (od 5 do 12,9%) w stosunku do 1978 r., uzyskując tym samym wartości podobne, jak u pozostałych gatunków.

Na rysunku 1 i 2 przedstawiony został wpływ różnych warunków przechowywania na żywotność materiału siewnego o niskiej i wysokiej zawartości wody. Nie zaobserwowano, zarówno po 2-letnim, jak i po 4,5-letnim okresie przechowywania, istotnych różnic pomiędzy wpływem próżni i normalnego ciśnienia powietrza na żywotność nasion. Jedynie w przypadku ziarna jęczmienia, przechowywanego przez okres 4,5 lat, stwierdzono istotne różnice między żywotnością nasion przechowywanych w warunkach obniżonego ciśnienia i pod normalnym ciśnieniem powietrza, na korzyść tego pierwszego wariantu.

Przeprowadzone badania własne dowodzą, że nasiona zbóż przeznaczone do długoterminowego przechowywania powinny być magazynowane w warunkach obniżonej temperatury otoczenia oraz niskiej zawartości wody w nasionach.

### *Dyskusja wyników*

Wpływ przechowywania nasion na ich wartość siewną zależy od wielu czynników, takich jak: gatunek rośliny, warunki przechowywania, fizjologiczne właściwości ziarna, zawartość w nich wody. W tej pracy szczególną uwagę zwrócono na stopień wilgotności nasion oraz warunki przechowywania ziarna pszenicy, jęczmienia i owsa. Badaniem objęto jedynie dwa warianty materiału nasiennego znacznie różniące się między sobą wilgotnością.

Większa żywotność przechowywanych nasion o niskiej zawartości wody w porównaniu z próbką o 8,8—9,3% wilgotności (obserwacje z roku 1978) wskazuje na konieczność wydatnego dosuszania ziarna przeznaczonego do długoterminowego przechowywania. Na podstawie własnych badań trudno jest określić jaki jest optymalny poziom wilgotności nasion. Według Harringtona [5] optymalna wilgotność powinna kształtować się w granicach 4—6%.

Za interesujące zjawisko można uznać zdolność do długotrwałego utrzymania żywotności nasion dosuszonych do 2,5—2,9%. Należy podkreślić, że dotychczas brak ścisłych badań na temat wpływu znacznego odwodnienia nasion na ich przechowywanie. Większość obserwacji dotyczy materiału dosuszonego do 6—4% zawartości wody. Dla ilustracji można powołać się na znaną regułę Harringtona [5], według której u nasion o wilgotności 4—14% 1% ubytku wody podwaja długość ich życia. Harrington, podobnie jak i wielu innych autorów, podał, że obniżenie wilgotności

ziarna poniżej 4% grozi destrukcją żywych tkanek w wyniku zmian chemicznych i fizykochemicznych. Na podstawie własnych badań można jednak przyjąć, że przynajmniej w odniesieniu do nasion zbóż materiał o wilgotności 2,4—2,9% nie wykazuje uszkodzeń biologicznych i dobrze się przechowuje. Zasadniczą wadą tak wydatnego ograniczenia wilgotności są względy ekonomiczne (techniczne trudności w uzyskaniu tak niskiej zawartości wody i w utrzymaniu jej w przechowalni). Obserwacje z roku 1981 nie potwierdzają pozytywnego wpływu znacznego dosuszenia nasion na ich długowieczność. Nie wolno jednak zapominać, że 2,4—2,9% oraz 8,8—9,3% zawartości wody w nasionach stanowiło jedynie wyjściowe wartości, które nie kontrolowane przez prawie 5 lat, z biegiem czasu ulegały zmianie.

Ważną sprawą dla przechowywania nasion jest również dostęp tlenu atmosferycznego. Własne obserwacje dotyczące jęczmienia przechowywanego przez 4,5 roku wydają się świadczyć, że dla kilkuletniego przechowywania nasion bardziej korzystne są warunki obniżonego ciśnienia. Obserwacje dotyczące pozostałych gatunków i wariantów nie wykazały istotnych różnic między obydwoma metodami przechowywania.

Dane te wymagają jednak sprawdzenia na szerszym materiale, tym bardziej, że brak jest zdecydowanego poglądu naukowców co do wyższości którejś z metod.

Peters i wsp. [7] z Instytutu Hodowli Roślin w Petkus, NRD stwierdzili w 8-letnim doświadczeniu pozytywny wpływ próżni na żywotność nasion żyta ozimego o wilgotności 6%. Zdolność kiełkowania ziarna umieszczonego w próżni obniżyła się po 8 latach o 6%, podczas gdy w normalnych warunkach magazynowych aż o 98%.

Tittel i Trapp [9] nie stwierdzili natomiast w swych doświadczeniach z nasionami roślin paszowych i warzyw różnicy wpływu próżni i opakowań nieprzepuszczalnych dla pary wodnej na zmiany zdolności kiełkowania. W kilku przypadkach przechowywanie w warunkach obniżonego ciśnienia powietrza było nawet mniej korzystne. Tittel tłumaczy nierentowność tej metody tym, że jednorazowe odpowietrzanie pozostawia w pojemnikach 5—10% normalnego ciśnienia gazu. O pozytywnym działaniu próżni można mówić jedynie w przypadku obniżenia ciśnienia powietrza poniżej 1% w stosunku do ciśnienia atmosferycznego. Tym też tłumaczyć można brak pozytywnego wpływu warunków próżniowych na nasiona przechowywane w Gatersleben. Tak zwana próżnia była w rzeczywistości rozrzedzonym do 196 hPa powietrzem, a więc pojemniki z nasionami zawierały około 20% normalnego ciśnienia powietrza.

Bass [1] podał, że pozytywny wpływ warunków próżniowych na długość życia nasion był niezauważalny w pierwszych latach przechowywania, co mogłoby tłumaczyć uzyskanie nieistotnych różnic w żywotności

nasion przechowywanych w warunkach obniżonego i normalnego ciśnienia powietrza przez pierwsze dwa lata prowadzonych badań, Pozytywny wpływ próżni zaczął się uwidaczniać dopiero po 4,5-letnim okresie magazynowania.

Ogólnie wiadomo, że żywotność przechowywanego ziarna zależy od temperatury pomieszczeń. We własnych badaniach stosowano tylko jeden wariant temperatury (273,16 K), który uchodzi za wystarczający dla dłuższego przechowywania. Z doświadczeń innych autorów wynika jednak, że dla długoterminowego przechowywania nasion większości gatunków optymalna temperatura powinna wynosić około 253,16 K ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) przy wilgotności ziarna 4—6%.

### Wnioski

1. Tempo utraty żywotności przechowywanych nasion zbóż zależy od warunków przechowywania (ciśnienia powietrza, temperatury, wilgotności ziarna), wyjściowej zdolności kiełkowania materiału oraz gatunku.

2. Suszenie nasion do 2,4—2,9% zawartości wody nie zmniejszyło ich żywotności. Nasiona te wykazały po 2 latach przechowywania o 4% niższe straty zdolności kiełkowania niż ziarno o wilgotności 8,8—9,3%. Ze względów ekonomicznych tak znaczny stopień dosuszenia materiału siewnego wydaje się być jednak mało efektywny.

3. W okresie dwóch pierwszych lat przechowywania żywotność badanych nasion nie wykazywała pozytywnej reakcji na obniżenie ciśnienia powietrza do 196 hPa. Dodatni wpływ obniżonego ciśnienia powietrza dał się zauważyć u nasion jęczmienia po dalszych 2,5 latach przechowywania.

### LITERATURA

1. Bass L.N.: Seed Sci. & Techn. Aas-NLH Norway 1, 2, 463—492, 1973.
2. Bożyk Z., Rudzki W.: Zarys metod statystycznych stosowanych przy badaniu jakości produktów żywnościowych. WPLiS, Warszawa, 1967.
3. Crocker W., Barton L.: Physiology of seeds. Waltham, Mass., USA, 1957.
4. Eggebrecht H.: Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch) — Die Untersuchung von Saatgut. Neumann-Neudamm. Hamburg, t. V, 1949.
5. Harrington J.F.: IBP Handbook 11, 501—521, 1970.
6. Oktaba W.: Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa. PWN, Warszawa, 1980.
7. Peters Ch., Schneider E., Toepel E.: Der Zuechter, t. 34, z. 4, 135—138, 1964.
8. Polska Norma, PN-78/R-65023, Materiał siewny, Nasiona roślin rolniczych.
9. Tittel C., Trapp H.: Saatgutlangzeitlagerung. Teilbericht aus dem Abschlussbericht zum Forschungsauftrag, Zentralinstitut fuer Genetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben, 1971 (manuskrypt).