

PRZEBIEG PROCESU KIEŁKOWANIA NASION BRUKWI (*BRASSICA NAPUS* L. V. *NAPOBRASSICA* PETERM.) W ZALEŻNOŚCI OD STANU ICH WILGOTNOŚCI I CZASU PRZECHOWYWANIA

Stanisław Broniewski, Maria Szynalska

Zakład Biologii i Przechowalnictwa Nasion IHAR, Kraków

Celem pracy było sprawdzenie przydatności zastosowania szczegółowej analizy przebiegu procesu kiełkowania. Pozwoliłaby ona w warunkach laboratoryjnych ustalić wskaźniki sygnalizujące wpływ wilgotności nasion, zależnej od warunków przechowywania, na ich wartość siewną oraz umożliwiłaby szybciej i dokładniej określić zdolność kiełkowania, tj. procent nasion normalnie skiełkowanych w określonym terminie.

Liczne prace, zwłaszcza autorów holenderskich [6, 8, 9] udowodniły, że pierwszym sygnałem regresji żywotności nasion jest obniżenie ich wartości reprodukcyjnej i zdolności wegetacyjnej. Obydwa te zjawiska można stwierdzić dopiero w uprawie polowej, natomiast na podstawie ilości nasion kiełkujących w warunkach laboratoryjnych stwierdza się zazwyczaj już znacznie dalej zaawansowany i nieodwracalny proces zaniku żywotności. Cytowani autorzy uszeregowali objawy tego procesu następująco:

- 1) obniżenie plonu roślin wyrosłych z nasion wstępujących w okres degradacji żywotności,
- 2) obniżenie zdolności wegetacyjnej roślin,
- 3) obniżenie ilości i jakości wschodów polowych,
- 4) zmniejszenie szybkości kiełkowania w warunkach laboratoryjnych,
- 5) obniżenie liczby nasion kiełkujących i wzrost liczby kiełków nie-normalnych,
- 6) całkowity zanik zdolności kiełkowania.

W pracy tej próbowano laboratoryjnie określić objawy podane w punkcie 4, a więc występujące wcześniej zanim zaznaczy się spadek ilości nasion kiełkujących.

METODA DOŚWIADCZENIA I MATERIAŁ BADANY

W doświadczeniu posłużono się metodą szczegółowej analizy procesu kiełkowania w jego końcowym fizjologicznym etapie [2, 3, 4].

Niektórzy autorzy, cytowani przez Grzesiuka w *Fizjologii nasion* [5] uważają, że ten etap wykracza już poza proces kiełkowania w ścisłym znaczeniu, gdyż jest raczej początkiem wegetacyjnego rozwoju, prowadzącym do ukształtowania normalnej siewki. Niemniej obserwacja tego właśnie etapu — początku rozwoju, dająca się jeszcze przeprowadzić w warunkach laboratoryjnych udziela wskazówek najbardziej zbliżonych do potrzeb praktyki, gdyż informuje dość ściśle o jakości wschodów gruntowych, czego nie daje parametr laboratoryjnej zdolności kiełkowania. Jest rzeczą oczywistą, że dla uzyskania istotnych wyników nie można procesu kiełkowania ograniczać do stanu, który w praktyce laboratoryjnej określa się jako nasiona skiełkowane. Konieczne jest przedłużenie obserwacji do chwili sformowania wszystkich podstawowych elementów siewki, przy czym należy określać nie tylko ogólny czas trwania tego procesu, ale również czas i kolejność formowania się poszczególnych elementów siewki. Ponieważ tak w czasie tworzenia się, jak i w morfologii tych elementów występują znaczne różnice rodzajowe, a nawet gatunkowe, przeto przed przystąpieniem do właściwego badania należy każdorazowo na podstawie szeregu wysiewów próbnych zaobserwować i ustalić typ faz kiełkowania, charakterystyczny dla nasion danego gatunku.

W pracy niniejszej poddano badaniu nasiona Białej Brukwi Kaszubskiej w stopniu oryginału ze zbioru 1966 r. Nasiona te przechowywano w laboratorium Zakładu Biologii i Przechowalnictwa Nasion we Wrocławiu w pomieszczeniach o trzech różnych zakresach wilgotności powietrza, przy temperaturze zmiennej w granicach 10-25°C w czasie od maja 1967 do grudnia 1968 r. Wyjściowa zdolność kiełkowania nasion wynosiła 95%. Stan wilgotności nasion w tym okresie układał się następująco:

Wilgotność powietrza w %	Wilgotność nasion w %		
	wyjściowa maj 1967	wrzesień 1967	grudzień 1968
A 25 — 35	6,4	5,17	5,07
B 45 — 55	6,4	6,59	6,29
C 65 — 75	6,4	8,29	8,51

W celu utrzymania niezmiennego stanu wilgotności, próby nasion do przeprowadzania badań w Krakowskiej Stacji Doświadczalnej przekazywano w szczelnie zamkniętych butelkach. Wykonano 2 serie wysiewów w odstępie rocznym z zastosowaniem następującej metody.

Nasiona o trzech różnych stanach wilgotności, pochodzące z trzech różnych warunków składowania, rozmieszczono oddzielnie w płytkach Petri'ego, każdy wariant w 2 powtórzeniach po 50 sztuk na pokratko-

wanej bibule o numeracji 1-50 i 51-100. Kiełkowanie obu serii odbywało się w temperaturze stałej 18-19°C, bez dostępu światła. W obu seriach nasiona wysiano o godzinie 20 i przeprowadzono obserwacje systematycznie co trzy godziny w ciągu 8 pierwszych okresów dobowych. Za każdym razem odnotowywano ilość nasion osiagających następujące fazy kiełkowania:

I. Pojawienie się jaśniejszej plamki i nieznacznego wybrzuszenia okrywy nasiennej, z zarysem pękającej okrywy nasiennej;

II. Formowanie korzonka zarodkowego, co odpowiada mniej więcej fazie, na podstawie której w standardowej technice oceny określa się już nasienie jako definitywnie skiełkowane;

III. Wytworzenie strefy włóśnikowej, u tego gatunku bardzo wyraźnej;

IV. Wydobicie się z okrywy nasienia obydwu liścieni.

Nasiona osiagające każdą kolejną fazę kiełkowania przenoszono na oddzielne płytki o tej samej numeracji. Po osiągnięciu IV fazy można było proces kiełkowania uznać za skończony, gdyż ryzyko zaliczenia form nienormalnych do nasion skiełkowanych było zmniejszone do minimum. Formy nienormalne, aczkolwiek nieliczne, pojawiały się przeważnie między III i IV fazą jako zamieranie korzonka lub odrywanie się liścieni. Zaobserwowano również anormalną zmianę kolejności faz, tj. wydobicie się liścieni (IV) przed uformowaniem korzonka zarodkowego (II), co prowadziło przeważnie do zamierania i gnicia nasienia.

Ponieważ brukiew należy do gatunku o nasionach bardzo szybko kiełkujących, przeto zachodziła konieczność zagęszczenia obserwacji do wspomnianych 3-godzinnych odstępów, co pozwoliło również na wykrycie nie obserwowanych zazwyczaj rytmów dobowych procesu kiełkowania, omówionych przy wykresach kiełkowania. Pomimo tak częstych obserwacji zauważono, że niektóre nasiona już w ciągu 3-godzinnych okresów przechodziły po dwie fazy, np. nasienie, które po 12 godzinach od godziny wysiewu weszło w I fazę, po 15 godzinach wytworzyło korzonek (II) i strefę włóśnikową (III).

Na podstawie tak szczegółowych danych określono następujące parametry:

- 1) % nasion osiagających poszczególne fazy kiełkowania,
- 2) % nasion osiagających końcową fazę, tj. uznanych za ostatecznie skiełkowane,
- 3) % nasion, które osiągnęły końcową fazę kiełkowania po 72 godzinach, tj. po 3 dobach, co w standardowej ocenie kiełkowania odpowiada terminowi określania szybkości (energii) kiełkowania,
- 4) wskaźniki szybkości osiągnięcia poszczególnych faz kiełkowania,
- 5) start kiełkowania, tj. ilość godzin od wysiewu, w których najmniej 10% nasion osiągnęło I fazę kiełkowania,
- 6) czas trwania całego procesu kiełkowania wyrażony dla każdego

wariantu średnią ilością godzin od startu do ostatecznego wykonczenia IV fazy kiełkowania,

7) wzrost ilości nasion osiagających w odstępach 3-godzinnych kolejne fazy kiełkowania.

Wszystkie te parametry zestawiono dla wysiewów w r. 1967 i 1968, porównując ich wartości między latami i między wariantami składowania.

Tabela 1.

% nasion brukwi osiagających ostatnią fazę kiełkowania po 3 i 7 dobach

Quantity of Brassica napus seeds in %, which attained the last germination phase after 3 and 7 days

Wariant	Wilgotność w %		Rok badania	Nasion skiełkowało w %		
	nasion	środowiska		po 3 dobach	po 7 dobach	różnica
A	5,17	25 — 35	1967	83	94	11
	5,07	25 — 35	1968	69	89	20
B	6,59	45 — 55	1967	74	92	18
	6,29	45 — 55	1968	46	86	40
C	8,28	65 — 75	1967	60	92	32
	8,51	65 — 75	1968	22	90	68

Jak z tab. 1 wynika, wskaźnik zdolności kiełkowania, tj. % nasion ostatecznie skiełkowanych w terminie końcowym, waha się zaledwie w granicach 8% (86-94%), przy czym ani różna wilgotność nasion, zależna od różnych warunków składowania (por. warianty A, B, C), ani starzenie się nasion (1967 i 1968 r.) nie wywierają na ten wynik widocznego wpływu. Gdy dla nasion o najniższej wilgotności (5,17-5,07% -- A) różnica między rokiem 1967 i 1968 zaznacza się 5% spadkiem, to dla nasion o najwyższej wilgotności (8,28-8,51%) pochodzących z mniej korzystnych warunków składowania wynosi tylko 2%. Są to oczywiście różnice nieistotne. Na podstawie przeto tego parametru nie zdołano określić jakiegokolwiek tendencji spadku żywotności nasion nawet najwilgotniejszych. Spadek ten natomiast zaznacza się niewątpliwie w wynikach obliczonych po 3 dobach kiełkowania, a więc w terminie pierwszego obliczania, czyli tzw. energii kiełkowania i biegnie w dwu kierunkach:

między rokiem 1967 i 1968 wynosi dla wariantu A — 14%

„ „ B — 28%

„ „ C — 38%

przy czym nasiona pochodzące z wariantu C skiełkowały w 1968 r. zaledwie w 22%, a ogólnie biorąc tendencja spadkowa układała się proporcjonalnie:

A — 69%

B — 46%

C — 22%

Wyniki więc obniżały się przeciętnie o 20⁰%, podczas gdy w pierwszym roku badania różnice te wynosiły tylko ok. 10⁰%.

A — 83⁰%

B — 74⁰%

C — 60⁰%

Na podstawie więc pierwszego porównania można stwierdzić, że o ile wyniki zdolności kiełkowania nie wykazały wyraźniejszych różnic, to wyniki obliczone po trzech dobach (energia) wykazują już zaczątek degradacji żywotności, zależnej od wilgotności nasion, szczególnie jeśli one były przechowywane przez okres dłuższy od roku.

Parametr tzw. energii kiełkowania jest jednak jeszcze za mało czuły; bardziej szczegółowy obraz procesu kiełkowania uzyskano, określając szybkość osiagania przez poszczególne nasiona pierwszej fazy kiełkowania oraz tempo przechodzenia do faz następnych.

Tabela 2

Wskaźniki szybkości dla poszczególnych faz kiełkowania wyrażone w godzinach

Indices of attainment velocity in hours by the seeds of average germination phases

Wariant	Wilgotność w %		Rok badania	Faza kiełkowania			
	nasion	środowiska		I	II	III	IV
A	5,17	25 — 35	1967	26	32	48	69
	5,07	25 — 35	1968	31	38	54	75
B	6,59	45 — 55	1967	34	43	55	77
	6,29	45 — 55	1968	30	39	55	78
C	8,28	65 — 75	1967	37	43	60	81
	8,51	65 — 75	1968	41	46	63	87

Z danych przedstawionych w tab. 2 można obliczyć ilość godzin upływających między kolejnymi fazami uzyskiwanymi przez nasiona w procesie kiełkowania, przykładowo — dla wariantu A wynoszą one kolejno:

w r. 1967 — 6, 16 i 21 godzin, a od I-IV fazy 43 godziny

w r. 1968 — 7, 16 i 21 „, a od I-IV „, 44 „

Przy porównaniu wyników z obu lat ani wskaźniki szybkości osiagania poszczególnych faz, ani też fazy końcowej kiełkowania nasion o wilgotności najniższej (wariant A) nie uległy zmianie.

Analizując analogicznie wariant C dotyczący nasion najwilgotniejszych otrzymujemy:

w r. 1967 — 6, 17 i 21 godzin i od I-IV fazy 44 godziny

w r. 1968 — 5, 17 i 24 „, i od I-IV „, 46 godzin.

Istotne jest porównanie wyników w kolumnach pionowych tab. 2, w których zaznacza się sukcesywne opóźnianie w osiaganiu poszczególnych faz kiełkowania, jak również wzrost wskaźników końcowych. Wskaźnik szybkości osiagania ostatniej fazy kiełkowania nasion najsuchszych

pochodzących z najkorzystniejszych warunków składowania (A) wynosił w r. 1967 — 69 godzin, a więc już $1/2$ doby niższy od wskaźnika nasion najwilgotniejszych (C) to jest 81 godzin. Również osiągnięcie pierwszej fazy kiełkowania między tymi skrajnymi wariantami w obrębie tych samych lat jest przeciętnie o 11 godzin (26 i 37 godzin) wcześniejsze w wariancie A, co w stosunku do całego okresu badania stanowi już 6-7%. Różnice we wskaźnikach szybkości uzyskiwania tych samych faz w obu latach są niewielkie, wahają się w granicach od 3 (C II, III) do 6 godzin (A II, III, C IV). W wariancie B o wilgotności nasion ponad 6% występują nieuzasadnione odstępstwa, których przyczyny leżą prawdopodobnie w występowaniu w r. 1968 pewnej liczby nasion o zmienionej kolejności faz lub o fazach następujących po sobie zbyt szybko, by można je było uchwycić nawet w 3-godzinnych odstępach obserwacji.

O stanie żywotności nasion może w pewnym stopniu informować również tzw. start kiełkowania, tj. czas liczony od godziny wysiewu do momentu, w którym nasiona zaczęły wchodzić w pierwszą fazę kiełkowania. Są to początkowo pojedyncze nasiona, „wyskakujące” wczesnym zapoczątkowaniem kiełkowania, przy dalszym nieco wolniejszym procesie kiełkowania. Za właściwą przeto porę startu przyjęto umownie godzinę, w której najmniej 10% nasion weszło w I fazę kiełkowania. Wynosi ona:

dla wariantu A	12-15	godzin	od	wysiewu
„ B	18	„	„	„
„ C	21-24	„	„	„

Temu opóźnieniu startu w zależności od wilgotności nasion towarzyszy również opóźnione przechodzenie do następnych faz kiełkowania, aczkolwiek tu już wyniki są bardziej rozproszone:

Przejście do fazy	II	III
dla wariantu A	18-24	36 godzin
„ B	21-24	39-42 „
„ C	27-30	45 „

Wzór dla obliczania wskaźnika szybkości: $= \frac{pg \times g}{\Sigma pg}$

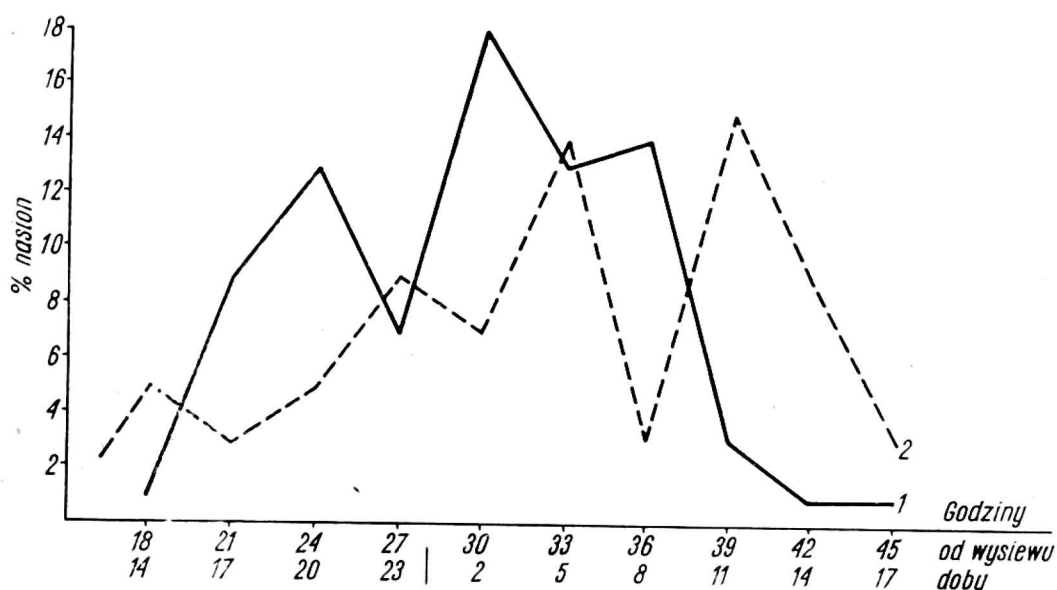
pg — przybytek nasion osiągających daną fazę kiełkowania między godzinami sąsiednich obliczeń

g — kolejna godzina obliczeń od godziny wysiewu.

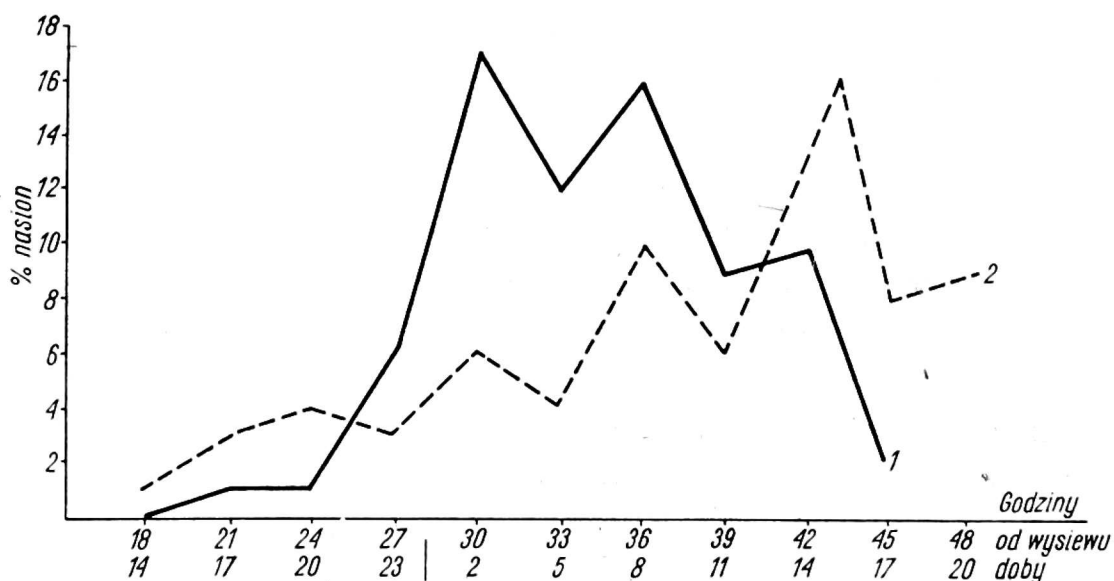
Wstępowanie w ostatnią fazę kiełkowania jest bardzo nieregularne. Nasiona osiągają tę fazę grupami po kilkanaście egzemplarzy, po czym w następnych godzinach obserwuje się gwałtowne obniżenie ilości nasion uzyskujących tę fazę, albo nawet zupełną lukę. Ogólnie można stwierdzić, że początek kiełkowania jest tym późniejszy, im nasiona wykazywały wyższą wilgotność, a skrajne różnice między wariantami A i C wynoszą 12 godzin.

Interesująco przedstawia się porównanie czasu trwania całego procesu

kiełkowania między dwoma latami. O ile w r. 1967 czas trwania kiełkowania nasion z wariantu A jest o pełną dobę krótszy od kiełkowania nasion z pozostałych wariantów (A — 126, B — 150, C — 150 godzin; warianty B i C nie wykazują różnic) — to w r. 1968 wydłużenie się czasu trwania procesu kiełkowania zaznacza się tylko w wariancie C, a dwa pierwsze dają wyniki zgodne (A — 153, B — 153, C — 169 godzin). Z obserwacji tych wynika, że niska wilgotność nasion (A, B) wpływa korzystnie na przebieg procesu kiełkowania. Wysoka wilgotność nasion (C) ujawnia swój wpływ nie tylko opóźnieniem startu i przedłużeniem procesu kiełkowania, ale również wywiera wpływ na przebieg formowania poszczególnych elementów siewki, co można zaobserwować na wykresach rys. 1 i 2, przedstawiających ilości nasion osiagających I i II fazę kieł-



Rys. 1. Procent nasion brukwi składowanych w wilgotności środowiska 65-75%, które osiągnęły I fazę kiełkowania w odstępach 3-godzinnych; 1 — 1967 r., 2 — 1968 r.
 Fig. 1. Numbers in % of *Brassica napus* seeds in 65-75% humidity of medium, which attained the I germination phase (in 3-hours intervals); 1 — 1967, 2 — 1968



Rys. 2. Procent nasion składowanych w wilgotności środowiska 65-75%, które osiągnęły II fazę kiełkowania w odstępach 3-godzinnych; 1 — 1967 r., 2 — 1968 r.
 Fig. 2. Numbers in % of *Brassica napus* seeds stored in 65-75% humidity of medium, which attained the II germination phase (in 3-hours intervals); 1 — 1967, 2 — 1968

kowania w latach 1967 i 1968. Krzywa kiełkowania w r. 1968 dotycząca fazy II wykazuje powolniejsze wzrastanie liczby nasion wchodzących w tę fazę niż w 1967 r., a jej szczytowe wartości przypadają dopiero na 42 godzinę od godziny wysiewu. Natomiast nasiona poddane kiełkowaniu o rok wcześniej, osiągnęły wartość szczytową tej fazy w godzinie 30, a więc o $\frac{1}{2}$ doby wcześniej. Podobnie powolne wznoszenie się krzywej I fazy kiełkowania w r. 1968 świadczy niewątpliwie o tym, że o rok dłuższe składowanie w warunkach szczególnie niekorzystnych wilgotności pomieszczenia, pomimo utrzymywania się wilgotności nasion na niezmiennym poziomie, wpływa nie tylko na ogólne zmniejszenie szybkości kiełkowania (różnica między C I z r. 1967 i 1968 wynosi około 4 godzin), ale również wpływa na powolniejszy przybytek nasion osiagających tę fazę kiełkowania.

Analizowane krzywe pozwalają poza tym zaobserwować bardzo charakterystyczne zjawisko rytmu procesu kiełkowania, na które autorzy zwrócili uwagę już kilkakrotnie w odniesieniu do nasion innych gatunków roślin [3, 4]. Ujawnienie tego rytmu było możliwe tylko dzięki dostatecznie częstym obserwacjom. Gdyby bowiem obserwacje przeprowadzano w odstępach 6-godzinnych, to wówczas krzywe nie wykazywałyby już kolejnych szczytów i depresji i przebiegałyby pozornie regularnie. Na krzywej I fazy kiełkowania z r. 1967 występujące w odstępach 6-godzinnych wahania (szczyty w 24, 30 i 36 godzin od wysiewu, rys. 1) są o 3 godziny wcześniejsze od szczytów występujących na krzywej tej samej fazy w rok później (27, 33, 39 godzin od wysiewu, rys. 1), jednakże obie te krzywe mają przebieg jakby odwrotny, najwyższy szczyt w r. 1967 występuje już po 30 godzinach, a następnie są coraz niższe, podczas gdy w roku następnym wartości wierzchołkowe sukcesywnie rosną i osiagają wartość szczytową dopiero po 39 godzinach od wysiewu.

Łącząc we wszystkich czterech wykresach wszystkie kolejne punkty szczytowe lub punkty depresji, otrzymalibyśmy dla obu faz kiełkowania w r. 1967 niemal symetryczne krzywe Gaussa, podczas gdy w roku następnym lewe ich strony wznoszą się bardzo powoli, a po osiągnięciu punktu wierzchołkowego szybko opadają. Ponieważ nasiona kiełkowano w warunkach niezmiennych, w stałej temperaturze i wilgotności bez dostępu światła, przeto wykazany rytm nie jest zależny od czynników zewnętrznych, na co wskazuje również fakt, że występuje on w różnych godzinach dobowych, np. dla fazy I w r. 1967 w godzinie 20 pierwszej doby oraz w godzinach 2 i 8 drugiej doby (rys. 1), a w r. 1968 w godzinie 23 pierwszej oraz w godzinach 5 i 11 drugiej doby (rys. 1). Ponieważ w obu seriach dokonano wysiewu nasion o tej samej godzinie, przeto owe przesunięcia rytmu należałoby przypisać różnicom w przebiegu następujących po sobie nasileni eologancji komórek i ich podziałów wykazanych przez Broniewskiego przy kiełkowaniu nasion bobiku, żyta i ogórków [3].

WNIOSKI

Charakterystyka przebiegu procesu kiełkowania badanych prób nasion brukwi o 3 stanach wilgotności pozwoliła na stwierdzenie, że:

1. Zdolność kiełkowania badanych prób nasion brukwi niezależnie od ich stanu wilgotności i terminu wykonania obserwacji praktycznie utrzymała się na zbliżonym poziomie.

2. Procent nasion skiełkowanych po trzech dniach, tzw. energia kiełkowania różnicowała się w kierunku spadku nieco wyraźniej dopiero u nasion o zwiększonej wilgotności, szczególnie w drugim terminie dokonywania obserwacji.

3. Czulszym od energii kiełkowania sygnalizatorem spadku żywotności nasion okazały się wskaźniki szybkości przebiegu tak całego procesu, jak i poszczególnych faz kiełkowania.

4. Nasiona brukwi o wilgotności 5,17 i 6,59% w porównaniu z próbą nasion o wilgotności 8,28% wykazały szybszy start, krótszy okres i bardziej wyrównany przebieg procesu kiełkowania, zarówno w pierwszym, jak i w drugim roku prowadzenia doświadczeń.

5. W drugim roku prowadzenia obserwacji wystąpiło opóźnienie startu i przedłużenie procesu kiełkowania we wszystkich badanych wariantach, co szczególnie wyraźnie zaznaczyło się u nasion najwilgotniejszych (8,5%).

6. Przeprowadzone badania pozwoliły autorom wykryć istnienie rytmicznego nasilenia procesu kiełkowania w odstępach 6-godzinnych. Krzywe charakteryzujące te rytmy mają w zależności od wieku nasion kształt symetryczny (r. 1967) lub wykazują niemal jednostronną tendencję wolnego wzrostu (r. 1968).

7. Szczegółowa analiza procesu kiełkowania, którą zastosowano, może być proponowana jako dodatkowy wskaźnik oceny żywotności nasion.

STRESZCZENIE

Celem pracy było wyszukanie na tyle czułego parametru określającego stan żywotności nasion, aby mógł on stanowić sygnał zapoczątkowanego procesu regresji, wywołanej stanem ich nawilgocenia i czasem składowania w warunkach różnej wilgotności powietrza.

W tym celu dokonano obserwacji szybkości przebiegu procesu kiełkowania nasion brukwi w odstępach 3-godzinnych, w ciągu 8 okresów dobowych, dzieląc ten proces na 4 morfologiczne fazy, i obliczając dla każdej z tych faz wskaźniki szybkości (współczynniki Piepera).

Dzięki tak dokładnej analizie ustalono:

- a) porę startu kiełkowania nasion o różnej wilgotności własnej, pochodzących z trzech różnych warunków składowania w ciągu 2 lat,
- b) czas trwania całego procesu kiełkowania,

c) przyrosty ilości nasion wchodzących w kolejne fazy kiełkowania.

Dzięki możliwości liczbowego ujęcia tych zjawisk ustalono, że wskaźniki opóźniania tym są wyższe, a czas trwania całego procesu tym dłuższy, im nasiona były wilgotniejsze i pochodziły z gorszych warunków składowania. Szkodliwy wpływ najgorszych warunków przechowywania ujawniał się już w pierwszym roku składowania.

Tak szczegółowa analiza przebiegu procesu kiełkowania pozwoliła autorom wykryć istnienie niewątpliwie regularnego rytmu 6-godzinnego nasilania się tego procesu w ciągu pierwszych 48 godzin, pomimo, że przebiegał on w stałych i niezmiennych warunkach temperatury, wilgotności podłoża i bez dostępu światła.

LITERATURA

1. Broniewski S., Analiza procesu kiełkowania (w druku)
2. — 1963, Różnice w przebiegu kiełkowania nasion cyklamenu (*Cyclamen persicum* Mill.). Biul. IHAR nr 1-2, 52-53
3. — 1966, Der Verlauf der Zellteilung in keimenden Samen Proceeding of the International Seed Testing Association V, 31, 5
4. Broniewski S., Szynalska M., 1967, Zależność procesu kiełkowania od temperatury, światła i pory wysiewów. Biul. IHAR nr 1-2, 76-77
5. Grzesiuk S., 1967, Fizjologia nasion. PWRiL, 261-264
6. Heydecker W., 1960, Can We Measure Seedlings Vigour? Proceeding of the International Seed Testing Association V. 25, 1
7. Pieper H., 1930, Das Saatgut. Berlin
8. Schoorel A. F., 1957, Report of the Activities of the Committee on Seedling Vigour Tests Proceeding of the International Seed Testing Association V. 22, 1; 1960, Report of the Activities of Vigour Test Committee Proceeding of the International Seed Testing Association V. 25, 1
9. Verhey C., 1960, Is it still possible with Regard to Modern Views to Handle the Conception „Germination Energy”? Proceeding of the International Seed Testing Association V. 25, 1

С. Броневски, М. Шынальска

ПРОЦЕСС ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН БРЮКВЫ (*BRASSICA NAPUS* L. V. *NAPOBRASSICA* PETERM.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ВЛАЖНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ

Краткое содержание

Целью работы было определение настолько чувствительного параметра жизнеспособности семян, чтобы он мог сигнализировать начинающийся процесс депрессии, вызванной их влажностью и продолжительностью хранения при различной влажности воздуха.

С этой целью наблюдали скорость процесса прорастания семян брюквы в течение 8 суток, каждые 3 часа, деля этот процесс на 4 морфологические фазы и вычисляя для каждой фазы показатели скорости (коэффициенты Пипера).

Благодаря так подробному анализу, определили:

а) начало прорастания семян с различной влажностью, взятых из трех различных вариантов хранения в течение 2 лет,

б) продолжительность всего процесса прорастания,

в) возрастание количества семян, входящих в очередные фазы прорастания.

Благодаря возможности количественного определения этих явлений, установлено, что показатели опоздания являются тем более высокими, а продолжительность всего процесса тем большей, чем выше была влажность семян и чем хуже условия хранения. Отрицательное влияние наихудших условий хранения проявилось уже в течение первого года.

Подробный анализ процесса прорастания позволили авторам установить бесспорный регулярный 6-часовой ритм увеличения интенсивности этого процесса в течение первых 48 часов, несмотря на то, что он проходил в постоянных условиях температуры и влажности субстрата и без доступа света.

S Broniewski, M. Szynalska

THE GERMINATING PROCESS OF *BRASSICA NAPUS* L. V. *NAPOBRASSICA* PETERM. SEEDS IN RELATION TO THEIR HUMIDITY AND STORAGE TIME

Summary

This work aimed at the finding of a satisfying sensitive parameter of seed vitality, which could be used as a signal of a beginning degradation, caused by their dampness and storing duration in conditions of differentiated air humidity.

For this purpose the velocity of the germination process of *Brassica napus* seed was observed, in 3 hours intervals during 8 days, with division of this process in 4 morphologic phases. The velocity indices of each phase (Piepers coefficient) were computed.

In consequence of such exact analysing were established:

а) the moment of germination starts of seeds with different moisture and 3 different storage conditions during 2 years,

б) the duration of the whole germinating process and

с) the increment of seed numbers, which entered in the subsequent germinating phases.

In consequence of the possibility of an numerical approaching of this phenomena followed the statement, that the indices of retardation were higher and the duration of the whole process longer, when the seeds were more humid and taken from worse storage conditions. The noxious influence of the worst storage conditions disclosed themselves already in the first storage year.

The exact analysis of the germinating process gave the authors the possibility to detect the existence of a doubtless regular rythm of intensification of this process within each 6 hours during the first 48 hours, although it passed in stable and unchanging conditions of temperature, humidity of ground and without access of light.