

KRZYSZTOF NIEMYSKI  
STANISŁAWA SWIRSKA  
KRYSZYNA SZCZEPAŃSKA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Radzików  
Zakład Metodyki Kontroli Materiału Siewnego

## Skuteczność stosowania gibereliny i innych zabiegów w celu przełamania spoczynku posprzętnego ziarniaków pszenicy ozimej

Действие гиббереллина и других веществ на прерывание периода покоя у семян озимой пшеницы

Efficiency of applying gibberelin and other treatments for breaking the post harvest dormancy of winter wheat

Ziarniaki pszenicy ozimej przechodzą po ukończeniu ostatnich faz rozwojowych okres spoczynku, który utrudnia, a w niektórych przypadkach uniemożliwia szybką ocenę zdolności kiełkowania, o ile pragnie się jej dokonać bezpośrednio po zbiorze. Długość trwania okresu spoczynku jest zmienna, zależy od odmiany i przebiegu pogody w okresie dojrzewania ziarna. Według Belde-rocka (1961 i 1968), Schrödtera i Grähla (1977) spoczynek posprzętny trwać może u niektórych odmian do 2—3 miesięcy (stopniowo ustępując) — stanowi więc naturalny czynnik utrudniający laboratoryjną ocenę jakości ziarna. Z punktu widzenia producentów tendencja do długiego spoczynku ma znaczenie dodatnie, brak skłonności do kiełkowania chroni bowiem zbiory przed porastaniem — stąd nie można się spodziewać, by hodowcy doprowadzili do wyeliminowania odmian o długim spoczynku. Nasionoznawcom pozostaje więc poradzić sobie z naturalnymi trudnościami. Problem skutecznego przełamy-

wania spoczynku dotyczy także pszenicy jarej, jęczmienia i niektórych innych *Gramineae*, w małym stopniu żyta i *Triticale*.

Ze względu na to, że szybka ocena zdolności kiełkowania ziarna pszenicy jest koniecznością gospodarczą dopuszcza się w badaniach laboratoryjnych wykonywanych w laboratoriach SON stosowanie zabiegów przerywających spoczynek, jak przechładzania, przesuszania, stosowania  $KNO_3$ . Zabiegi wykonywane według Przepisów ISTA 1966 i 1976 oraz PN-69/R-65950 nie są jednak, jak na to wskazuje Renard (1969) w pełni skuteczne: nawet ośmioldniowe przechładzanie w temperaturze  $10^\circ C$  nie zawsze doprowadza do wykiełkowania w przepisowym terminie oceny zdolności kiełkowania wszystkich nasion, które potencjalną zdolność kiełkowania mają w pełni. Ogólny czas potrzebny do zakończenia laboratoryjnej oceny sięgać więc może od 8 do 22 dni ( $7 + 8 + 7$ ); czas oceny nawet bez przedłużania badań, do którego wliczyć trze-

ba okres wstępnego przechładzania czy przesuszania jest także długi, co zgodnie podkreślają wszyscy specjaliści.

Prowadzone są dlatego liczne badania mające na celu opracowanie sposobów przerywania spoczynku, wykluczającego wstępne przechładzanie lub przesuszanie. Wypróbowywane są substancje hormonalne i sposoby usuwania inhibitorów kiełkowania, w przypadku zbóż i traw badano reakcję na giberelinę, kinetynę i inne cytokininy, szereg inhibitorów enzymatycznych, moczenie nasion w roztworach utleniających i azotanów. Jak na to wskazywali Nikolajewa (1962), Kähre (1965), Bekendam i Bruinsma (1965), Renard (1969), Ludwig (1971, 1973) na ogół najlepsze wyniki uzyskiwano z gibereliną.

Dotychczasowe badania nad używaniem gibereliny nie doprowadziły jeszcze do ujednoczenia metod jej stosowania, mało jest również danych o efektywności zabiegu użytego przy ocenie jakości nasion świeżo zebranych. Brak jest również danych o względnej skuteczności preparatów handlowych gibereliny różnych marek, jak Phylaxia, ICI, Sigma, Gibrescol-Polfa, jak i o ich dokładnym składzie. Wiadomo natomiast, że kwasy giberelinowe najaktywniejsze i najczęściej spotykane  $GA_1$ ,  $GA_3$ ,  $GA_4$ ,  $GA_5$ ,  $GA_7$ ,  $GA_8$ , jak i ich sole wykazują różną aktywność fizjologiczną. W badaniach stosowano roztwory gibereliny o stężeniach od 20 do 2000 ppm (0,002—0,2%), dodawane do podłoża bibułowego lub piasku lub używane do moczenia nasion. Opinie o względnej efektywności różnych sposobów traktowania nasion nie są zgodne (Kähre 1965, Bekendam i Bruinsma 1965, Gaspard 1975, Renard 1969).

Pozytywne rezultaty przyspieszenia kiełkowania nasion świeżo zebranych szeregu gatunków, w tym ziarna jęczmienia i pszenicy ozimej uzyskiwała także A. Wiłkojć (1962) przez naświetlanie promieniami podczerwonymi. Autorka badała głównie przebieg suszenia, w doświadczeniach kontrolowanych stwierdzano jednak przyspieszenie kiełkowania ziarna większości gatunków.

Uwzględniając istniejący stan rzeczy postanowiono przeprowadzić badania nad przełamaniem spoczynku późniejszego ziarna pszenicy ozimej pochodzącego bezpośrednio ze zbioru. Zamierzano wykorzystać dodatni wpływ naświetlania obserwowany przez Wiłkojć, porównując wyniki z uzyskiwanymi po przechładzaniu ziarna i przesuszaniu (metody urzędowe). Przedmiotem badań było także sprawdzenie skuteczności działania gibereliny przy zastosowaniu preparatu polskiej produkcji: Gibrescol-Polfa, używanego w różnych stężeniach. W poszukiwaniu ewentualnego współdziałania czynników wypróbowano szereg zabiegów kombinowanych, których efektywność sprawdzano przez porównanie ze skutecznością zabiegów polecanych urzędowo w Przepisach ISTA 1976 i PN-69/R-65950.

## MATERIAŁ I METODY

Do badań użyto ziarno pszenicy ozimej dalszych odsiewów, w dojrzałości technologicznej, odmian Kaukaz i Grana, pochodzących z plantacji rejonu warszawskiego, położonych w bliskim sąsiedztwie: Zakładu Doświadczalnego IHAR w Radzikowie, Instytutu Ziemiaka w Młochowie, PGR-u Leszno i gospodarstwa prywatnego w Błoniu. Badania rozpoczynano w drugim dniu po zbiorze kombajnem: w sezonie 1974 i 1976 — w III dekadzie sierpnia, w sezonie 1975 — w I dekadzie.

Używano preparatu Gibrescol-Polfa o zawartości według danych producenta 95%  $GA_3$ . Preparat rozpuszczano w wodzie lub w płynach buforowych fosforanowych o pH 7, przygotowanych z użyciem soli  $Na_2HPO_4$  i  $KH_2PO_4$ , „chemicznie czystych do analiz” Ciech.

Do naświetleń stosowano zestaw 7 promienników podczerwieni 250 W, zamontowany w odległości 30 cm od powierzchni naświetlanej: konstrukcja zestawu według modelu A. Wiłkojć z ZBiPN we Wrocławiu.

Przy suszeniu posługiwano się suszarką laboratoryjną z wymuszonym obie-

giem powietrza, suszenie w temperaturze  $40^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  przez 72 i 15 godz. Badania kiełkowania wykonywano w kielkowniku szafkowym o regulacji temperatury z dokładnością  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Ziarno kiełkowano w rulonach na podłożu z bibuły filtracyjnej z Jeziorny NB-67/7327-04/. Oceniano energię i zdolność kiełkowania w terminach 4 i 8 dni oraz dodatkowym terminie po 8 dniach z klasyfikacją kiełków według ISTA 1976 i PN-69/R-65950. Po zakończeniu kiełkowania oceniano żywotność ziarn niekiełkujących stosując metodę tetrazolinową według ISTA 1976 (w roku rozpoczynania badań tj. 1974, według projektu tych przepisów zaaprobowanego na Kongresie ISTA w Warszawie).

Zabieg traktowania ziarna gibereliną przeprowadzano kilkoma sposobami: używano roztwory wodne o stężeniu 500 ppm i 1500 ppm oraz roztwór buforowany o stężeniu 1500 ppm i pH 7. Wymienione roztwory były używane do moczenia w nich ziarna przez 3 godziny (po czym resztę płynu odsączano a ziarno rozkładano na bibule, na której kiełkowało) albo też dodawania do podłoża na początku próby kiełkowania. W tym wariantcie doprowadzano wilgotność podłoża do 60% całkowitej pojemności wodnej przez dodatek roztworu gibereliny. Ubytek wody w czasie doświadczenia uzupełniany był wodą destylowaną.

Badania wykonywano w kilku etapach. W 1974 roku przeprowadzono doświadczenia wstępne z ziarnem odmiany Kaukaz (podane w punkcie 1), w latach 1974—1976 prowadzono trzyletnie badania „główne” (podano w punktach 2, 3 i 4), w 1976 przeprowadzono doświadczenie „dodatkowe” (podane w punkcie 5), wprowadzono w nim nowe kombinacje zabiegów — ich dobór uwzględniał już wnioski z wcześniejszych badań.

Szczegóły metodyczne pominięte w tym miejscu podane zostały niżej wraz z opisami doświadczeń. Przy analizie statystycznej wyników posługiwano się wskaźnikami istotności według Fishera-Studenta przy  $P = 0,05$ .

## 1. Doświadczenie wstępne

W celu sprawdzenia działania zmontowanej aparatury do naświetlań oraz doboru czasu naświetlania wykonano w 1974 roku doświadczenie z ziarniakami jednej odmiany (Kaukaz). Zastosowano następujące czasy ekspozycji 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 razy po 1 minucie z odstępami po 10 minut między każdym naświetlaniem jednonminutowym. Ziarniaki były rozkładane w czasie naświetlania na okrągłym sicie o średnicy 25 cm, na środek którego skierowany był strumień powietrza wdmuchiwanego przez wentylator. Warstwa ziarna miała około 3 mm grubości (1 ziarno).

Dla zapewnienia równomiernego naświetlania wstrząsano sito przed każdą ekspozycją.

Bezpośrednio po zakończeniu naświetlania sprawdzano energię i zdolność kiełkowania metodą standardową według PN-69/R-65950. Poza oceną w normalnych terminach przewidzianych normą oceniano także liczbę ziarn kiełkujących w terminie przedłużonym o 9 dni, żywotność ziarn zdrowych niekiełkujących stosując metodę tetrazolinową według ISTA 1976 oraz liczbę ziarn pleśniejących. Wyniki liczbowe zestawiono w tabeli 1.

Dane liczbowe wskazują, że na skutek naświetlania nastąpiło obniżenie szybkości kiełkowania ziarniaków (energii) oraz nieznaczne zwiększenie liczby ziarn kiełkujących w terminie oceny zdolności kiełkowania. Obserwowano dość znaczną zmienność wyników, jednak ogólne tendencje były wyraźnie zaznaczone.

Doświadczenie wykazało, że istnieje możliwość zastosowania wszystkich wariantów naświetlania, czyli jednonminutowych dawek w liczbie od 1 do 10. Biorąc jednak pod uwagę, że po 9 i 10-krotnym naświetlaniu zauważono zmniejszenie liczby ziarn kiełkujących oraz uwzględniając wyniki A. Wilkojć (1962), która znajdowała najwięcej ziarn kiełkujących w próbach naświetlanych 4

Tabela 1

Wyniki wstępnej oceny energii i zdolności kiełkowania ziarniaków pszenicy odmiany Kaukaz poddanych napromieniowaniu promieniami podczerwonymi

Rodzaj zabiegu wstępnego	Wskaźniki oceny ziarniaków	Wilgotność ziarna %	Energia kiełkowania %	Zdolność kiełkowania %	Ziarniaki			Kiełkowanie przedłużone o 9 dni %
					nienormalnie kiełkujące %	spleśniałe %	zdrowe niekiełkujące %	
Kontrola		16,5	21	60	0	2	29	97
1 dawka *		—	5	78	3	5	14	88
2 dawki		—	11	78	3	6	13	89
3 dawki		—	8	72	7	7	11	86
4 dawki		14,9	13	72	2	9	17	83
5 dawek		—	14	71	5	11	13	84
6 dawek		—	14	74	10	16	0	—
7 dawek		14,4	13	72	3	8	14	87
8 dawek		—	14	74	3	10	13	84
9 dawek		—	21	76	1	3	20	95
10 dawek		14,0	14	75	0	7	18	92

\*) 1 minuta promieniowania  
10 minut schładzania

dawkami, do dalszych badań wybrano następujące czasy ekspozycji: 2, 4 i 9 dawek po 1 minucie z dostępnymi 10 minutowymi.

## 2. Badanie wpływu napromieniowania, traktowania gibereliną i łącznego stosowania obu zabiegów

Doświadczenie z ziarniakami dwu odmian pszenic: Kaukaz i Grana prowadzono przez 3 lata. Wyniki liczbowe wraz z naniesionymi wartościami przedziałów ufności dla  $P = 0,05$  przedstawiono na rysunku 1 i w tabeli 2.

Reakcje ziarna obu odmian były zróżnicowane, zależały także od roku zbioru. Najbardziej wyraźne różnice wystąpiły między reakcją ziarniaków w 1974, w którym w związku z przebiegiem pogody ziarno było wilgotne (19%) i ziarno z roku 1976, w którym było znacznie suchsze (14%). Wilgotność ziarna ze zbioru 1975 i reakcja na zabieg była pośrednia.

U odmiany Kaukaz, której ziarniaki kiełkowały we wszystkich sezonach szybciej, naświetlenie podczerwienią spowodowało w 1974 roku dość znaczne obniżenie energii kiełkowania; reakcji takiej nie obserwowano w latach następnych. Wpływ naświetlania na liczbę kiełkujących ziarniaków w normalnych terminach i terminie przedłużonym był nieznaczny.

Silniejsza reakcja wystąpiła u ziarniaków odmiany Grana, które w sezonach 1974 i 1975 wykazywały znaczne obniżenie energii kiełkowania, z jednoczesnym obniżeniem liczby ziarn kiełkujących. Zwiększenie liczby dawek napromieniowania prowadziło do silniejszego zahamowania rozwoju o 30% w roku 1976 przy 9 dawkach.

Na podstawie danych tabeli 2 wnioskować można, że naświetlanie wprowadzało ziarniaki w spoczynek wtórny, wszystkie bowiem niekiełkujące ziarniaki, które nie były porażone pleśniami okazywały się żywotnymi, o ile badano je stosując metodę tetrazolinową.

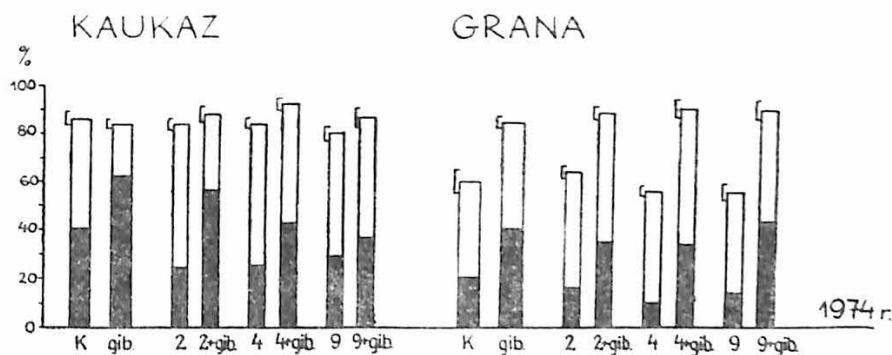
Wniosek o wprowadzeniu ziarniaków

w stan wtórnego spoczynku potwierdzają wyniki prób równoległych, w których ziarniaki naświetlane traktowane były gibbereliną: dodatek egzogennej gibbereliny usuwał ujemny wpływ napromieniowania, co wskazuje, że wtórny spoczynek miał charakter zakłócenia równowagi hormonalnej.

Zauważono również, że u ziarniaków odmiany Grana wrażliwszych na naświetlenie, zwiększyła się nieznacznie liczba nienormalnych kielków i ziarni pleśniejących.

Wyniki trzyletnich obserwacji prze-

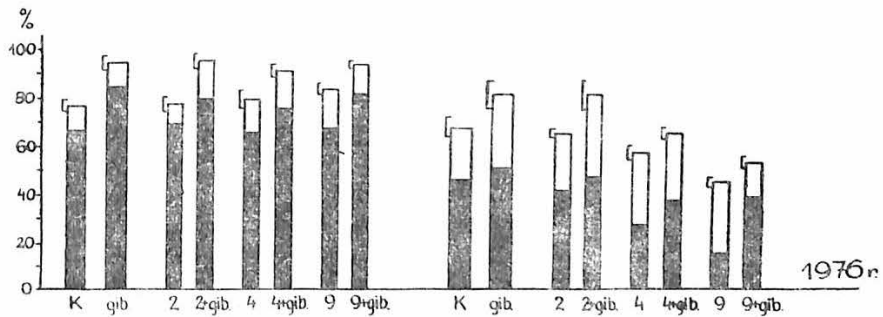
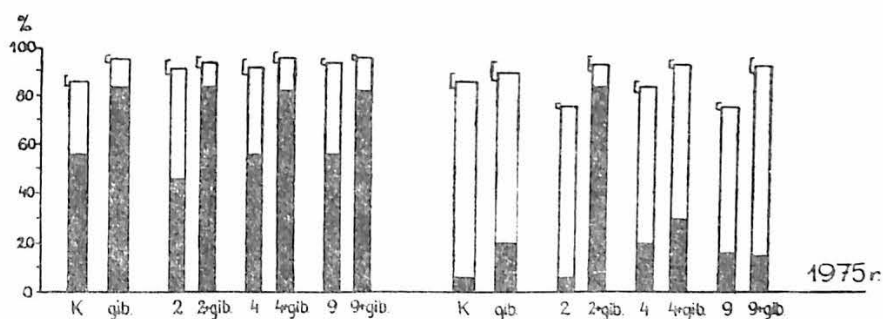
prowadzonych na ziarniakach dwu odmian pszenicy o zdecydowanie różnych właściwościach wskazują, że nie można uważać naświetlania podczerwienią za racjonalną metodę przerywania spoczynku. Nie znaleziono także uzasadnienia łącznego zastosowania napromieniowania i gibbereliny. Wyniki badań A. Wilkojc (1962) świadczą zatem, że spotkać się można z odmianą i sezonem, w którym reakcje ziarniaków pszenicy będą zbliżone do reakcji ziarniaków odmiany Kaukaz.



Rys. 1. Energia i zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy ozimej naświetlanej 2, 4, 9 dawkami promieniowania podczerwonego oraz poddanych działaniu gibbereliny.

Legenda:  
K — kontrola  
gib. — roztwór wodny gibbereliny 500 ppm dodawany do podłoża

2, 4, 9 — ziarniaki naświetlane 2, 4, 9 dawkami 1 minutowymi promieniowania podczerwonego  
2+gib. 4+gib. 9+gib. — ziarniaki naświetlane i gibberelinowane  
Słupki ciemne odnoszą się do energii kiełkowania, słupki jasne odnoszą się do zdolności kiełkowania.



Ziarniaki kielkujące w terminie normalnym i przedłużonym, liczby kielków nienormalnych, ziarn pleśniejących i żywotnych oznaczonych metodą tetrazolinową (%)

Rodzaj zabiegu	Sposób stosowania zabiegów	1974					1975					1976					Średnio za lata 1974—1976								
		zdolność kielkowania	przedłużenie	nienormalne	spieśniałe	nieskiełkowa- ne	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie	nienormalne	spieśniałe	nieskiełkowa- ne	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie	nienormalne	spieśniałe	nieskiełkowa- ne	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie	nienormalne	spieśniałe	nieskiełkowa- ne	TT
<b>K A U K A Z</b>																									
Kontrola		91	92	2	6	0	—	89	96	2	2	—	—	75	84	1	5	10	10	85	91	2	4	3	—
2		83	88	4	7	2	—	92	98	1	1	0	—	76	82	1	3	14	13	84	88	2	4	5	—
4		83	90	2	6	2	—	93	94	2	4	0	—	77	83	2	7	8	7	84	89	2	6	3	—
9		80	87	3	9	1	1	94	97	1	2	0	—	84	89	2	7	2	2	86	91	2	6	1	—
2+Gibere- lina																									
500 ppm	podłoże	88	88	4	8	0	—	95	95	3	2	0	—	93	93	1	6	0	—	92	92	3	5	0	—
4+Gibere- lina																									
500 ppm	podłoże	90	90	3	7	0	—	97	97	1	2	0	—	90	93	0	7	0	—	92	93	1	5	0	—
9+Gibere- lina																									
500 ppm	podłoże	87	87	2	11	0	—	97	97	1	2	0	—	92	92	3	5	0	—	92	92	2	6	0	—
Gibereli- na 500 ppm	podłoże	85	85	5	10	0	—	93	93	3	4	0	—	92	93	2	5	0	—	90	90	3	6	0	—
<b>G R A N A</b>																									
Kontrola		61	18	1	5	6	6	87	87	0	1	12	—	71	79	6	8	7	7	73	85	2	5	8	—
2		62	78	1	2	19	19	78	78	2	1	19	—	63	77	6	8	9	9	68	78	3	4	16	—
4		59	78	1	2	19	19	82	82	1	3	14	—	56	60	14	21	5	5	66	73	5	9	13	—
9		56	78	1	4	17	17	78	78	1	1	20	—	43	50	22	22	6	6	59	69	2	9	14	—
2+GA 500	podłoże	98	93	1	6	0	—	95	95	1	2	2	—	79	82	6	12	0	—	87	90	3	7	1	—
4+GA 500	podłoże	90	91	2	7	0	—	95	95	2	0	3	—	63	67	13	20	0	—	82	84	6	9	1	—
9+GA 500	podłoże	90	92	2	6	0	—	93	93	4	2	1	—	51	54	16	30	0	—	78	80	7	13	0	—
GA 500	podłoże	93	93	4	3	0	—	92	92	6	2	0	—	81	81	8	10	1	—	89	89	6	5	0	—

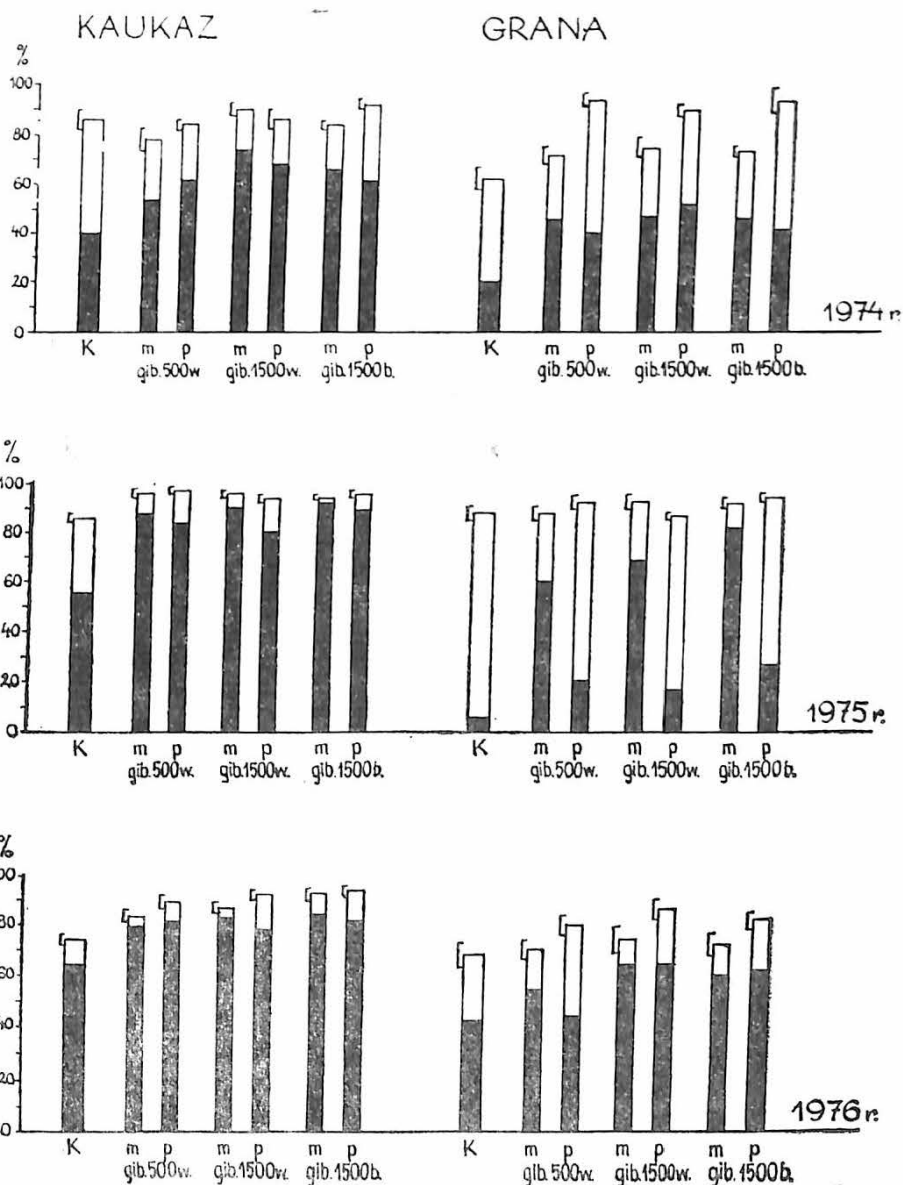
### 3. Badanie wpływu stężeń gibereliny i sposobu traktowania ziarniaków roztworem gibereliny

W poprzedniej serii obserwowano dodatni wpływ roztworu gibereliny o stężeniu 500 ppm, dodawanego do podłoża. W następnej kolejności zbadano efektywność roztworu o stężeniu 1500 ppm, porównując jednocześnie działa-

nie roztworu wodnego i buforowego. Celem doświadczenia było zbadanie wpływu sposobu traktowania ziarniaków gibereliną: moczenie ich w roztworach i dodawanie roztworów do podłoża.

Wyniki wraz z wykreślonymi wartościami przedziałów ufności dla  $P = 0,05$  przedstawiono na rysunku 2, uzupełniające dane liczbowe — w tabeli 3.

Analiza wyników wykazuje, że niezależnie od stężenia i rodzaju rozpusz-



Rys. 2. Energia i zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy ozimej poddanych działaniu roztworu gibereliny o różnym stężeniu, przy różnym sposobie wykonywania zabiegu giberelinowania.

Legenda:

K — kontrola  
 gib. 500 lub gib. 1500 — giberelina o stężeniu 500 ppm lub 1500 ppm  
 w — roztwór wodny  
 b — roztwór buforowy  
 m — ziarniaki moczone w roztworze gibereliny  
 p — giberelina dodawana do podłoża  
 Słupki ciemne odnoszą się do energii kiełkowania, słupki jasne odnoszą się do zdolności kiełkowania.

Ziarniaki kielkujące w normalnym i przedłużonym terminie, kielki nienormalne, ziarniaki pleśniejące i żywotne oznaczone metodą tetrazolinową

Rodzaj zabiegu	Sposób stosowania zabiegów	1974						1975						1976						Średnio za lata 1974—1976					
		ziarniaki						ziarniaki						ziarniaki						ziarniaki					
		zdolność kielkowania	przedłużenie kielkowania	nienormalnie kielkujące	splesniałe	nieskietkowane	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie kielkowania	nienormalnie kielkujące	splesniałe	nieskietkowane	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie kielkowania	nienormalnie kielkujące	splesniałe	nieskietkowane	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie kielkowania	nienormalnie kielkujące	splesniałe	nieskietkowane	TT
<b>K A U K A Z</b>																									
Kontrola		86	92	2	6	0	—	89	96	2	2	0	—	75	84	1	5	10	10	83	91	2	4	3	—
Giberelina	moczone	77	81	5	14	0	—	94	94	2	4	0	—	85	87	3	8	2	2	85	87	3	9	1	—
500 ppm	podłoże	85	85	5	10	0	—	97	97	1	2	0	—	92	93	2	5	0	—	91	92	3	6	0	—
Giberelina	moczone	87	87	6	7	0	—	94	94	3	3	0	—	90	90	2	6	2	2	90	90	5	5	2	—
1500 ppm,	podłoże	89	89	4	7	0	—	93	93	3	4	0	—	94	95	2	3	0	—	92	92	3	5	0	—
woda																									
Giberelina	moczone	85	87	4	9	0	—	97	97	1	2	0	—	93	94	1	5	0	—	92	93	2	5	0	—
1500 ppm,	podłoże	91	91	4	5	0	—	97	97	1	2	0	—	97	98	0	2	0	—	95	95	2	3	0	—
bufor																									
<b>G R A N A</b>																									
Kontrola		61	88	1	5	6	6	87	87	0	0	13	—	71	79	6	8	7	6	73	60	2	4	7	—
Giberelina	moczone	72	87	5	6	2	—	87	87	3	5	5	—	72	72	7	18	3	—	77	82	5	10	3	—
500 ppm	podłoże	93	93	4	5	0	—	92	92	5	2	1	—	81	81	8	10	1	—	89	87	6	6	1	—
Giberelina	moczone	78	89	1	8	2	—	92	92	1	6	1	—	73	78	4	17	1	—	83	86	2	10	1	—
1500 ppm,	podłoże	92	92	2	6	0	—	89	89	6	4	1	—	87	87	5	8	0	—	89	89	4	7	0	—
woda																									
Giberelina	moczone	77	92	2	5	1	1	93	93	1	8	0	—	74	75	5	18	2	—	81	87	3	10	1	—
1500 ppm,	podłoże	96	97	1	2	0	—	95	95	4	1	0	—	84	84	5	11	0	—	92	92	3	5	0	—
bufor																									



czalnika zastosowanie gibereliny znacznie przyspieszyło kiełkowanie. Wynik ten jest zgodny z obserwacjami innych badaczy, Ludwiga (1973) i Gaspara (1975). Zwiększała się jednocześnie liczba ziarniaków kiełkujących w normalnym terminie — odstępstwo od tej reguły zauważone w próbach z odmianą Kaukaz z 1974 roku wydaje się przypadkowe.

Wpływ zwiększenia stężenia zauważalny był najwyraźniej u ziarniaków moczonych, w niektórych sezonach nie można go było dostrzec u prób, w których dodawano giberelinę do podłoża. Kombinacją najkorzystniejszą okazał się wariant, w którym użyto roztwór buforowy o stężeniu 1500 ppm.

Większe przyspieszenie kiełkowania stwierdzono u prób z ziarniakami moczonymi, chociaż zmienność wyników była duża. Duże różnice zauważono szczególnie u odmiany Grana ze zbioru w 1975 roku. Jednocześnie jednak zwiększała się liczba ziarniaków pleśniejących, także w próbach odmiany Grana z 1974 (o 20%).

Nie stwierdzili takiego niekorzystnego wpływu Renard (1969), który moczył ziarno bez ujemnej reakcji przez 6 godzin i Gaspar (1975), który stosował moczenie przez 16—20 godzin. Badacze ci rozporządzali jednak ziarnem o dużej zdrowotności. Także w Wageningen Bekendam i Bruinsma (1965) moczyli ziarno w roztworze gibereliny nie stwierdzając ujemnego wpływu tego zabiegu. W SON w Wageningen stosuje się jednak wyłącznie piasek jako podłoże kiełkowania, co lepiej ochrania kiełkujące ziarno od wtórnego porażenia pleśniami.

Zabieg moczenia używający mniej gibereliny i z tego względu stosowany w Holandii, nie daje zatem pełnej gwarancji otrzymania prawidłowego wyniku w przypadku badania nasion, które są nosicielami zakażeń grzybami, i w których kiełkowanie badane jest według metody stosującej podłoże bibułowe — czyli w warunkach spotykanych w Polsce.

4. Sprawdzenie efektywności metod przerywania spoczynku przez wstępne suszenie, przechładzanie i traktowanie ziarniaków gibereliną

W punkcie tym referowane są wyniki doświadczeń, w których porównywano najskuteczniejszy z dotychczas opisanych wariantów stosowania gibereliny dodawanej do podłoża w postaci roztworu buforowanego o stężeniu 1500 ppm, z zabiegami przesuszania i przechładzania, polecanymi urzędowo. Wyniki liczbowe w tabeli 4 i na rysunku 3.

Dane przedstawione tabelarycznie i graficznie wykazują, że najwięcej ziarniaków kiełkowało po zastosowaniu buforowego roztworu gibereliny o stężeniu 1500 ppm oraz po przesuszeniu i traktowaniu gibereliną 500 ppm. Różnice w poszczególnych sezonach były ilościowe: u odmiany Kaukaz we wszystkich sezonach osiągnięto całkowite przełamanie spoczynku, u odmiany Grana całkowite przełamanie w 1974 i 1975 roku, w 1976 wynik był nieznacznie niższy od potencjalnej zdolności kiełkowania.

W celu udokumentowania istotności różnic przeprowadzono wieloczynnikową analizę statystyczną — uznając jako potencjalną zdolność kiełkowania wynik oceny osiągany w przedłużonym terminie z dodaniem ziarniaków żywotnych ocenianych metodą TT. Średnie z trzech lat zbioru dla ziarniaków obu odmian były następujące:

potencjalna zdolność kiełkowania	— 93,5%
zdolność kiełkowania dla kontroli	— 77,9%
zdolność kiełkowania prób przechładzanych	— 86,1%
zdolność kiełkowania prób przesuszanych	— 86,7%
zdolność kiełkowania prób giberelinowanych (giberelina 1500 ppm, bufor)	— 90,6%
zdolność kiełkowania prób przesuszanych i gibereli-	

Tabela 4

Ziarniaki kielkujące w normalnym i przedłużonym terminie, kielki nienormalne, ziarniaki pleśniejące i żywotne oznaczone metodą tetrazolinową (%)

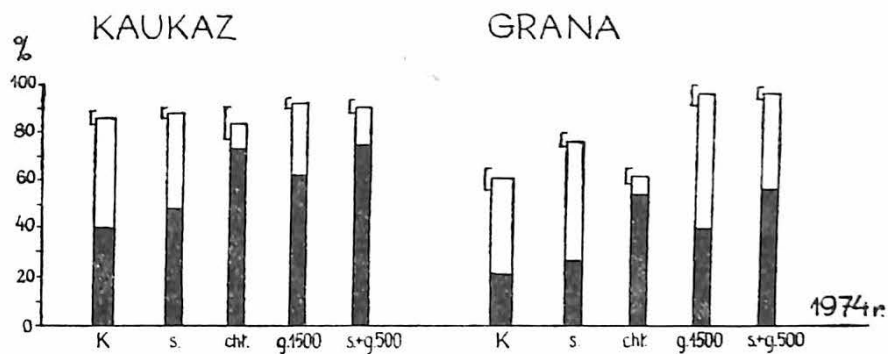
Rodzaj zabiegu	Sposób stosowanych zabiegów	1974						1975						1976						Średnio za lata 1974—1976					
		ziarniaki						ziarniaki						ziarniaki						ziarniaki					
		zdolność kielkowania	przedłużenie kielkowania	nienormalnie kielkujące	spleśniałe	nieskiełkowane	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie kielkowania	nienormalnie kielkujące	spleśniałe	nieskiełkowane	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie kielkowania	nienormalnie kielkujące	spleśniałe	nieskiełkowane	TT	zdolność kielkowania	przedłużenie kielkowania	nienormalnie kielkujące	spleśniałe	nieskiełkowane	TT
K A U K A Z																									
Kontrola		86	92	2	6	0	—	89	96	2	2	0	—	75	84	1	5	10	10	83	91	2	4	3	—
Suszenie		85	87	2	11	0	—	96	96	2	2	0	—	85	88	3	7	2	2	89	90	2	—	1	—
Chłodzenie		84	91	5	3	1	1	96	96	1	3	0	—	94	94	2	4	0	—	91	94	3	3	0	—
GA 1500																									
ppm	podłoże	89	89	4	7	0	—	93	93	3	4	0	—	94	95	2	3	0	—	92	92	3	5	0	—
Suszenie+																									
GA 500	podłoże	89	89	4	7	0	—	97	97	1	2	0	—	89	90	3	7	0	—	92	92	3	5	0	—
G R A N A																									
Kontrola		61	88	1	5	6	6	87	87	0	1	12	—	71	79	6	8	7	6	73	85	2	5	8	—
Suszenie		77	92	2	5	1	1	96	96	2	0	2	—	82	85	5	7	3	3	85	91	3	4	2	—
Chłodzenie		62	91	1	3	5	4	98	100	0	0	0	—	84	86	6	7	1	1	81	92	2	3	2	—
GA 1500																									
ppm	podłoże	92	92	2	6	0	—	89	89	6	4	1	—	87	87	5	8	0	—	89	90	4	6	0	—
Suszenie+																									
GA 500	podłoże	95	95	3	2	0	—	95	95	4	1	0	—	78	81	4	12	3	—	89	90	4	5	1	—

nowanych (giberelina 500 ppm) — 90,6%  
 Parametry statystyczne zestawiono w tabeli 6 przy przyjęciu symboli: A — odmiany, B — metody, C — lata. Analiza uwypukliła bardzo dużą zmienność w reakcji na stosowane zabiegi, jaka wystąpiła w różnych sezonach wegetacyjnych, ukazując jednocześnie różnice odmianowe reakcji na zabiegi i wystąpienie istotnych współdziałań.

Przechładzanie i przesuszanie oddziaływało podobnie w przebiegu trzech

lat, chociaż jak to ujawniają dane rysunku 3, w niektórych latach spotyka się słabsze reakcje, jak np. u odmiany Grana z 1974 r. Przesuszanie daje wyniki bardziej wyrównane.

Traktowanie ziarniaków gibereliną 1500 ppm dodawaną do podłoża w postaci roztworu buforowego oraz przesuszanie, następnie traktowanie ziarniaków roztworem wodnym gibereliny o stężeniu 500 ppm dawało wyniki zgodne. Wyniki liczbowe są natomiast nieznacznie niższe od całkowitej potencjal-



Rys. 3. Energia i zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy ozimej poddanej działaniu różnych sposobów przełamywania spoczynku.

Legenda:

K — kontrola

S — przesuszanie przez 72 godz. w temp. 40°C

Chł. — przechładzanie przez 72 godz. w temp. 10°C

gib. 1500 — giberelina 1500 ppm, roztwór buforowy dodawany do podłoża

s+gib. 500 — przesuszanie przez 72 godz. w temp. 40°C + giberelinowanie z użyciem roztworu o stężeniu 500 ppm dodawanego do podłoża.

Słupki ciemne odnoszą się do energii kiełkowania, słupki jasne odnoszą się do zdolności kiełkowania.

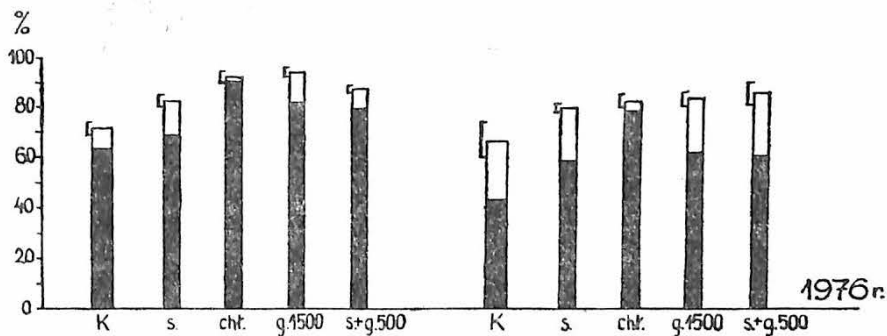
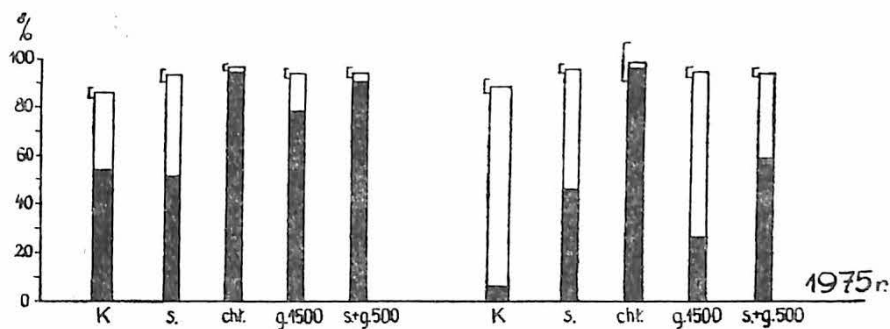


Tabela 5

Ziarno kielkujące w terminie normalnym i przedłużonym, liczba kielków nienormalnych, ziarn pleśniejących, siewek oznaczonych metodą tetrazolinową po zastosowaniu zabiegów kombinowanych: przesuszania i giberelinowania (%)

Rodzaj zabiegu	Energia kielkowania ziarna	Zdolność kielkowania ziarna	Zdolność kielkowania ziarna po przedłużeniu	Nienormalnie kielkujące	Ziarno spleśniałe	Niekielkowane	TT
<b>K A U K A Z</b>							
Kontrola	65	75	84	1	5	10	10
Przechładzanie	93	94	94	2	4	0	0
Przesuszanie	72	85	88	3	7	0	2
Giberelina 500 ppm — m	80	85	87	3	8	2	2
Giberelina 500 ppm — m + s	85	89	90	2	7	0	0
Giberelina 500 ppm — p	81	89	90	2	7	0	0
Giberelina 500 ppm — p + s	81	92	92	2	7	0	0
Giberelina 500 ppm — p + m + s	91	94	94	3	3	1	1
<b>G R A N A</b>							
Kontrola	45	71	79	5	8	7	6
Przechładzanie	81	84	86	6	7	2	1
Przesuszanie	59	82	85	5	7	3	3
Giberelina 500 ppm m	57	72	72	7	18	3	0
Giberelina 500 ppm m + s	62	78	81	4	12	3	0
Giberelina 500 ppm p	49	81	81	4	12	3	0
Giberelina 500 ppm p + s	47	80	84	4	11	0	0
Giberelina 500 ppm p + m + s	72	85	85	3	12	0	0

## Legenda

- przechładzanie — 72 godz. w temp. 10°C  
 przesuszanie — 15 godz. w temp. 40°C  
 gib. 500 ppm m — moczenie ziarniaków przez 3 godz. w roztworze gibereliny o stężeniu 500 ppm.  
 gib. 500 ppm p — dodawanie roztworu gibereliny do podłoża  
 gib. 500 ppm + s + m — przesuszanie ziarniaków przez 15 godz. w temp. 40°C, moczenie przez 3 godz. w giberelinie o stężeniu 500 ppm  
 gib. 500 ppm + s + m + p — przesuszanie nasion przez 15 godz. w temp. 40°C, moczenie ziarniaków przez 3 godz. w giberelinie i dodawanie gibereliny do podłoża — stężenie 500 ppm.

nej zdolności kielkowania, różnica 2,9% przekracza wartość NIR dla  $P = 0,05$ , jest niższa od wartości NIR dla  $P = 0,10$ .

Interesujący jest wynik zastosowania gibereliny 500 ppm po wstępnym przesuszaniu ziarniaków. Jak widać z da-

nych diagramu 3 wystąpiło sumowanie dodatniego wpływu obu czynników powodujące zwiększenie liczby ziarniaków kielkujących. Wskazuje to na uwarunkowanie spoczynku ziarna pszenicy ozimej przynajmniej od dwu czynników:

Parametry trójczynnkowej analizy wariancji

Źródło zmienności	St. sw.	Wariancje	F <sub>emp.</sub>	F <sub>tabl.</sub>		NIR
				P = 0,05	P = 0,01	
Czynnik A	1	793,3611	63,05 *	3,94	6,84	1,17
Czynnik B	5	716,9333	56,97 *	2,3	3,2	2,03
Czynnik C	2	1636,5958	130,04 *	3,08	4,82	1,43
Współdziałanie A × B	5	113,0944	8,96 *	2,3	3,2	2,87
Współdziałanie A × C	2	184,5902	14,66 *	3,08	4,82	2,03
Współdziałanie B × C	10	224,6541	17,85 *	1,32	2,51	3,51
Współdziałanie A × B × C	10	133,7986	10,63 *	1,32	2,51	4,97
Błąd	108	12,5833				

\* — istotność dla P = 0,05 i P = 0,01

reagującego na przesuszanie i drugiego, na dodatek gibereliny. Można przypuszczać, że czynnik pierwszy związany jest z obecnością inhibitorów kiełkowania, które są prawdopodobnie utleniane w podwyższonej temperaturze, drugi ma charakter hormonalny. Wskazuje to na pewne perspektywy doboru czynników chemicznych, które można by zastosować łącznie z gibereliną, eliminując opóźniające ocenę przesuszanie ziarna.

##### 5. Przyspieszenie kiełkowania ziarniaków przez łącznie zastosowanie krótkotrwałego przesuszania i stosowanie gibereliny

W poprzednim doświadczeniu stwierdzone zostało nieznaczne, ale sumujące się działanie zabiegu przesuszania i traktowania ziarniaków gibereliną. We wcześniejszym etapie zauważono także, że moczenie ziarna jest zabiegiem wpływającym w największej mierze na szybkość kiełkowania.

Uwzględniając te obserwacje wypróbowano w 1976 roku trzy nowe warianty, w których stosowano krótkotrwałe przesuszanie przez 15 godzin (przez noc) w temperaturze 40°C z następnym użyciem gibereliny. Zakładając, że usunięte zostaną częściowo czynniki przeciwdziałające kiełkowaniu użyto roztworu o stężeniu 500 ppm. Wypróbowano trzy

sposoby traktowania ziarniaków gibereliną, stosując po przesuszaniu: a) moczenie ziarna w roztworze gibereliny przez 3 godziny, b) dodawanie gibereliny do podłoża do 60% pojemności wodnej bibuły oraz c) moczenie ziarna jak wyżej, po czym wysiew na bibule nasyczonej gibereliną jak w punkcie b. Wyniki doświadczenia przedstawione są w tabeli 5.

Jak na to wskazują wyniki liczbowe, nawet krótkotrwałe przesuszanie wpływało dodatnio na przebieg kiełkowania. Wystąpiło także spodziewane synergistyczne działanie suszenia i gibereliny przejawiające się najsilniej w wariantach, w którym zastosowano suszenie + + moczenie + dodawanie gibereliny do podłoża (s + m + p).

U odmiany Grana giberelina we wszelkich wariantach zwiększała nieznacznie liczbę ziarniaków pleśniejących. Mimo to przy wykonywaniu obliczeń ilości ziarn kiełkujących w terminie ośmiodniowym znajdowano ich więcej w najkorzystniejszym z wariantów (s + m + p). Szybkość kiełkowania była co prawda formalnie nieco niższa niż w próbach kontrolnych z przechładzaniem, faktycznie jednak wyższa. Jeżeli odliczyć trzydniowy okres wstępnego chłodzenia. Z punktu widzenia praktyki ziarniaki giberelinowane po przesuszeniu przez noc kiełkowały szybciej i przynajmniej w równej ilości jak

przy zastosowaniu urzędowej metody według ISTA 1976 i PN-69/R-65950 (1970).

Opisywane tu doświadczenie jednoroczne nie może być podstawą do daleko idących wniosków: zauważone prawidłowości zachęcają jednak do dalszych prób wykorzystania wpływu krótkotrwałego przesuszania oraz traktowania ziarniaków gibereliną. Warto wypróbować wydają się warianty z krótszym moczeniem ziarniaków niż 3 godziny, jak i zastosowania bardzo słabych stężeń  $KNO_3$ . Środek ten według Renarda (1969) jest mniej skuteczny od gibereliny, oddziałuje jednak na inne mechanizmy regulujące tempo rozwoju roślin, syngergistyczne jego działanie nie może być wykluczone.

#### WNIOSKI

1. Giberelina stosowana przez dodawanie jej do podłoża bibułowego w po-

staci roztworu (Gibrescol-Polfa) w buforze fosforanowym o pH 7,0 skutecznie przełamuje spoczynek poźniwny ziarniaków pozwalając na skrócenie czasu oceny przynajmniej o 3 dni.

2. Stosowanie napromieniania podczerwienią nie może być polecane jako metoda przełamania spoczynku ziarniaków pszenicy ozimej.
3. Przeprowadzone badania wykazały wyższość metody traktowania ziarniaków pszenicy ozimej gibereliną przez dodawanie roztworu preparatu Gibrescol-Polfa do podłoża nad sposobem moczenia ziarniaków w preparacie giberelinowym.
4. Ujawniono perspektywy wykorzystania syngergistycznego efektu krótkotrwałego przesuszania ziarniaków pszenicy ozimej w temperaturze  $40^{\circ}C$  i traktowania ich gibereliną umożliwiające większe przyspieszenie kiełkowania.

#### LITERATURA

- Bekendam J., Bruinsma J. 1965. The chemical breaking of dormancy in cereals, Proc. ISTA 16: 697—760.
- Belderock B. 1961. Studies on dormancy in wheat, Proc. ISTA 26: 697—760.
- Belderock B. 1968. Seed dormancy in cereals, Field Crop Abstr. 21: 203—211.
- Gaspar S., Fazekas J., Petkó A. 1975. Effect of gibberellic acid on breaking dormancy in cereals, Seed Science and Technology, 3: 555—563.
- International rules for seed testing 1976, 1975. Seed Science and Technology, 4: 1—180.
- Kähre L., Kölk H., Fritz T. 1965. Gibberellic acid for breaking of dormancy in cereal seed. Proc. ISTA 30: 887—891.
- Ludwig H. 1971. Die Keimfähigkeit der Gramineae und ihre Problematik bei der Saatgutuntersuchung unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Gibberelinsäure. Proc. ISTA 36: 289—305.
- Ludwig H. 1973. Przerywanie spoczynku nasion zbóż za pomocą kwasu giberelinowego. Biul. IHAR 5—6: 755—776.
- Material Siewny, Metody badania nasion, 1970, PN-69/R-65950. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa.
- Nikolajeva M. G. 1962. Rol. gibberellina v narusenii pokoja semijan. Bot. Žurn. 47: 1823—1836.
- Renard H. A. 1969. Au sujet de la possibilité d'emploi de gibberellines pour certaines levées de dormance en laboratoire. Landw. Forsch. Sonderheft 24: 50—57.
- Schröter H., Grahl A. 1977. Methode der Auswuchsvorhersage bei Weizen; weitere Untersuchungen zur Methodik der Auswuchsvorhersage bei Weizen. Preprint 52—S—IV 18 ISTA Congress, Madrid, 1—17.
- Thomas H. 1972. Control mechanisms in the resting seed (w Viability of seeds, Roberts E. H. red., Chapman and Hall London, 360—395).
- Wiłkojć A. 1962. Zastosowanie promieni podczerwonych do suszenia nasion. Hod. Rośl. Aklim. i Nasion. 6, 6: 625—657.

#### Резюме

Зерновки озимой пшеницы после сбора находятся в состоянии покоя, который препятствует оценке всхожести семян непосредственно после сбора. Появляется необходимость создания эффективного метода

оценки, позволяющего быстро и точно определить посевную всхожесть, проба эта по возможности должна быть основана на определении всхожести.

Авторы провели исследования в этом на-

правлении. Материалом служили семена пшеницы озимой Грана и Кавкая с трех лет сбора в стадии технологической спелости и исследовались в течение 1—2 дней от момента уборки комбайном.

Авторы установили эффективное действие гиббереллина, добавленного к среде в виде раствора буферного препарата Гибрескол Полфа в концентрации 1500 ppm. Показано положительное влияние просушки, проветривания и выявлены перспективы синергетического действия кратковременной просушки зерновок в температуре

40°C с одновременной обработкой их гиббереллином.

Однако не установлено дополнительного влияния освещения ультрафиолетом применяемого в дозах 1—10 в течение 1 минуты. Наилучшими из применяемых вариантов оказались те, которые сокращали время оценки на 3 дня по отношению ко времени, необходимому при использовании применяемой до сих пор оценки согласно ПН-69/Р-65950 — исследование прорастания после предварительного охлаждения.

### Summary

The determination of germinability, using methods in which the seeds are actually germinated is not possible in tests of winter wheat seed examined directly after harvest, without special treatments needed to remove the post harvest dormancy of the seed.

To the purpose of finding an improved method giving correct results in the shortest time, experiments were carried out on technologically mature seeds of winter wheat, cvs. Grana and Kaukaz. The seeds were collected on the day of combine harvesting in the farms and tested one day later. A good efficacy of gibberelin treatment was found, gibberelin being applied in the form of a 1500 ppm, 0.01M buffer solution of Gibrescol Polfa, given to the paper substrate. The soaking of the seeds in gibberelin solutions and the use of lesser concentrations of GA gave poorer results, however the soaking lead to a more rapid germination, the final results being

lower. As effective in breaking dormancy, but requiring more time, were the treatments of predrying and prechilling.

An illumination of the seeds with infra red light, applied in 1—10 doses of one minute resulted in no positive effect, even delaying the germination by inducing secondary dormancy, that could be broken again by the use of gibberelic acid. The possibility of taking advantage of the synergetic action of short duration drying at 40°C and of a subsequent gibberelin treatment was shown. The application of a Gibrescol buffer solution of pH 7.0 and phosphate concentration of 0.01 M, with a concentration of gibberelin amounting to 1500 ppm, shortened the time of germinability assessment by 3 days, as compared with the official methods performed according to ISTA Rules 1976 and the Polish standards PN-69/R-65950.