

BARBARA WIEWIÓRA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wartość siewna, zdrowotność i skład chemiczny ziarna jęczmienia jarego przechowywanego w różnych warunkach*

Sowing value, health status and chemical composition of spring barley grain stored in diverse conditions

Badano wartość siewną ziarniaków pięciu odmian jęczmienia jarego niezaprawianych i zaprawianych, przechowywanych w dwóch różnych warunkach środowiska. Ponadto oceniano zmiany składu chemicznego nasion po przechowywaniu. Analiza mikologiczna wykazała zmniejszenie liczby mikroorganizmów na ziarniakach po przechowywaniu zarówno w warunkach niekontrolowanych jak i w stałej temperaturze -15°C . Ziarniaki zaprawione zaprawą Vitavax, po przechowywaniu były mniej licznie zasiedlone przez mikroorganizmy, mniej porażone przez *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium* spp., a jednocześnie dosyć często obserwowano na nich grzyby przechowalnicze z rodzajów: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*. Zdolność kiełkowania ziarna po przechowywaniu była wyższa niż bezpośrednio po zbiorze i zależała od zastosowanego zaprawiania. Ziarno przechowywane w kontrolowanych warunkach charakteryzowało się lepszym wigorem niż przed przechowywaniem i po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach. Stwierdzono, że po przechowywaniu nastąpił wzrost zawartości białka i włókna w nasionach.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, wartość siewna, warunki przechowywania, wigor, zdolność kiełkowania, zdrowotność

Sowing value and chemical components of seeds of 5 cultivars of spring barley, untreated and treated with ca mordant were tested after storage under different conditions. The studies showed that the conditions of seed storage significantly influenced the frequency of seed infection by some fungi. Saprophytes and pathogens were isolated in smaller number from the stored seeds than from seeds tested immediately after harvest. An increase of infection by species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Mucor* known as "storage fungi" was detected on the stored seeds. Microorganisms were isolated in lower numbers from the stored seeds, both in uncontrolled conditions and in the controlled temperature -15°C . Seed treatments, especially with Vitavax, caused reduction of infection by *Bipolaris sorokiniana* and *Fusarium* spp. It was found also that germination capacity, vigour and chemical composition of grain depended on the treatments and storage conditions.

Key words: germination, seed health, sowing value, spring barley, storage conditions, vigour

* Praca jest częścią pracy doktorskiej

WSTĘP

Wartość przechowalnicza nasion jest efektem wpływu czynników agroekologicznych, którym podlega roślina w czasie wegetacji. Niekiedy zebrany materiał nasienny wykazuje niską wartość przechowalniczą i nadaje się tylko do krótkiego składowania (Gabińska i Narkiewicz-Jodko, 1990). Na zdolność do przechowywania nasion ma niewątpliwie wpływ ich początkowa wartość siewna. Podczas przechowywania nasiona stopniowo tracą żywotność, a proces ten nazywany jest ogólnie starzeniem się nasion. W starzejących się ziarniakach najpierw ulegają utlenieniu lipidy, a produkty tego utlenienia mogą być szkodliwe dla ludzi i zwierząt.

Wielu badaczy (Gabińska i in., 1991; Narkiewicz-Jodko, 1990 a), zwróciło uwagę w swoich pracach na związek pomiędzy utratą zdolności kiełkowania podczas przechowywania, a obecnością grzybów na nasionach. Stwierdzono, że niektóre gatunki saprotroficzne, jak np. grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium*, wykazują antagonistyczne oddziaływanie w stosunku do patogenów i mogą wpływać hamująco na ich rozwój w czasie przechowywania (Gabińska i Narkiewicz-Jodko, 1990; Narkiewicz-Jodko, 1991 a).

Aby zapobiec inwazji grzybów w przechowalni, a co za tym idzie zachować jak najlepszą wartość siewną i jakość ziarna, w wielu krajach w tym również i w Polsce, prowadzone są badania nad ustaleniem korzystnych warunków przechowywania nasion. Celem pracy była ocena zdrowotności, zdolności kiełkowania i wigoru ziarna zaprawianego i kontrolnego oraz składu chemicznego po przechowywaniu w dwóch różnych warunkach środowiska.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło pięć odmian jęczmienia jarego: dwie browarne Rasbet i Scarlett i trzy pastewne: oplewione Rataj i Rodion i nieoplewiona Rastik ze zbioru w latach 2000–2002. Badano ziarniaki przed i po przechowywaniu przez około 8 miesięcy w dwóch różnych warunkach środowiska:

- warunki niekontrolowane,
- komora chłodni o temperaturze -15°C .

Przed przechowywaniem analizom poddano tylko ziarniaki kontrolne (niezaprawione), a po przechowywaniu zarówno niezaprawione jak i zaprawiane przy użyciu zapraw: Raxil 02 WS (tebukonazol) i Vitavax 200 WS (karboksyna i tiuram). Ocenę składu chemicznego ziarna przeprowadzono tylko na nasionach niezaprawianych.

Badania zdrowotności przeprowadzono z użyciem 200 sztuk ziarniaków odkażanych powierzchniowo. Do odkażania stosowano płukanie ziarna przez 10 minut w 1% NaClO, a następnie trzykrotnie przemywano sterylną wodą. Odkażone ziarniaki wykładano po 10 sztuk na płytki Petriego o średnicy 9 cm z pożywką agarowo-ziemniaczaną (PDA). Inkubację przeprowadzano w termostacie o stałej temperaturze 20°C i oświetleniu NUV 360 nm 12/12 godzin. Wyrosłe kolonie grzybów oznaczano po 15–20 dniach od przeszczepienia kultur na płytki plastikowe z pożywką agarowo-ziemniaczaną i inkubacji

w podanych wyżej warunkach, stymulujących zarodnikowanie. Identyfikowano wyosobnione grzyby do gatunków posługując się opisami zawartymi w opracowaniach: Chidambaram i wsp. (1972), Ellis (1971), Kwaśna i wsp. (1991), Malone i Muskett (1997).

Analizę zdolności kiełkowania wykonano zgodnie z zaleceniami ISTA (2004), w czterech powtórzeniach po 50 sztuk nasion wyłożonych w rulonach z wilgotnej bibuły. Rulony przetrzymywano w termostacie, w temperaturze stałej 20°C, na świetle. Oznaczono siewki normalne (zdolność kiełkowania), nienormalne oraz nasiona martwe i zdrowe niekiełkujące.

Wigor nasion określano mierząc długość korzenia i plumuli oraz ich suchą masę (ISTA, 1995). Podłożem były dwa arkusze bibuły zwilżonej wodą destylowaną, na którym wysiewano po 25 sztuk nasion w trzech powtórzeniach. Wysiewy umieszczano w termostacie o stałej temperaturze 20°C, bez dostępu światła na 7 dni. Po upływie tego czasu mierzono długość korzenia pierwotnego i długość plumuli normalnie rozwiniętych siewek. Następnie siewki umieszczano (bez ziarniaków) w naczyniach wagowych i suszono w temperaturze 90°C przez 24 godziny.

W ziarniakach jęczmienia oznaczano procentową zawartość białka, skrobi oraz włókna przy użyciu aparatu INFRATEC 1255 (Food & Feed Analyzer). Oznaczenia wymienionych wyżej składników, wykonywano w oparciu o technikę transmisji promieniowania elektromagnetycznego w bliskiej podczerwieni. Zakresy widm (spektrum) aparatu wynosi od 800 do 1100 nm. Analizy wykonywano na całych ziarniakach jęczmienia, przy kalibracji DK000012 Barley.

WYNIKI

Analiza mikologiczna przechowywanego ziarna wykazała zmniejszenie liczby mikroorganizmów zarówno na ziarniakach niezaprawianych, jak i zaprawianych zaprawą Vitavax, w porównaniu do liczby mikroorganizmów zasiedlających ziarno przed przechowywaniem (tab. 1 i 2). Obniżenie liczby mikroorganizmów wynosiło od około 24 do 28 kolonii dla ziarna przechowywanego w magazynie i od około 11 do 37 kolonii dla przechowywanych w temperaturze -15°C. Dla ziarniaków zaprawianych zaprawą Raxil przechowywanych zarówno w warunkach niekontrolowanych jak i kontrolowanych, odnotowano wyraźny wzrost liczby mikroorganizmów średnio o około 21 kolonii/100 ziarniaków. Obserwowano różnice między odmianami. Najmniej zasiedlone było ziarno odmiany Rastik: średnio od 150,2 kolonii/100 ziarniaków dla zaprawionych zaprawą Vitavax i przechowywanych w niekontrolowanych warunkach do 229,0 kolonii/100 ziarniaków dla zaprawionych zaprawą Raxil i przechowywanych w -15°C.

Przeprowadzone badania wykazały zmiany w częstotliwości występowania *B. sorokiniana*, jak i grzybów z rodzaju *Fusarium* w czasie przechowywania. Po przechowywaniu porażenie ziarna przez *B. sorokiniana* zmniejszyło się w porównaniu do porażenia oznaczonego dla ziarna przed przechowywaniem: średnio od 40,4% przed przechowywaniem do 31,7% dla przechowywanych w -15°C i 30,8% dla ziarna przechowywanego w warunkach niekontrolowanych ($NIR_{0,05}^T = 1,576$).

Tabela 1

Mikroorganizmy występujące na ziarnie jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach środowiska (średnia liczba kolonii/100 ziarniaków)

Microorganisms detected on spring barley seeds before and after storage in uncontrolled conditions (mean number of colonies per 100 seeds)

Mikroorganizmy Microorganisms	Odmiana — Cultivar																			
	Rastik				Rataj				Rodion				Rasbet				Scarlett			
	A	B			A	B			A	B			A	B			A	B		
		C	R	V		C	R	V		C	R	V		C	R	V		C	R	V
<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.	7,2	3,7	3,0	4,8	5,7	6,8	10,2	5,3	10,2	5,7	10,5	8,0	13,0	8,3	12,0	8,5	9,3	2,3	5,5	1,5
<i>Acremonium</i> spp.	5,3	1,2	4,0	3,7	8,0	4,8	5,3	5,7	7,2	1,7	6,5	5,0	5,2	0,8	4,8	3,2	8,8	0,8	4,5	0,8
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	57,7	51,5	69,0	23,5	55,8	58,5	67,7	55,8	45,8	49,0	57,2	41,7	49,2	53,0	73,7	40,7	48,5	41,0	60,2	41,8
<i>Aspergillus</i> spp.	0,5	—	0,7	2,2	—	0,3	0,7	1,3	0,2	—	1,7	0,7	0,2	0,3	0,2	0,3	—	0,3	1,0	7,8
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn.	1,2	1,0	10,3	2,5	1,2	2,2	4,5	1,3	3,0	—	5,3	0,3	3,5	2,0	7,5	1,8	1,2	0,7	5,5	0,7
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	34,2	37,5	19,3	1,5	34,7	51,3	35,7	10,0	49,0	55,5	44,5	9,8	41,5	47,2	33,3	6,0	42,7	61,7	40,7	8,0
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Fr.	6,0	1,2	11,8	1,3	2,5	0,7	3,0	0,2	2,8	1,5	5,5	1,5	0,8	1,3	2,5	0,2	3,2	1,2	4,3	—
<i>Epicoccum nigrum</i> Link.	5,3	0,8	2,7	—	2,0	0,7	3,2	—	1,7	1,0	2,5	0,2	2,5	3,0	3,2	—	1,8	2,2	4,3	0,3
<i>Fusarium</i> spp.	54,7	29,7	27,7	34,2	59,5	33,3	31,3	49,8	53,3	29,2	32,2	49,0	55,0	36,8	39,0	45,2	69,2	35,2	39,8	40,3
<i>Mucor</i> spp.	0,8	1,7	10,3	3,8	0,7	1,5	10,8	5,7	1,0	1,2	8,5	5,3	2,0	2,3	10,2	10,0	1,3	1,8	5,7	6,2
<i>Papularia arundinis</i> (Corda) Fr.	2,3	0,3	2,7	0,3	0,3	0,3	0,2	—	—	0,2	0,2	—	0,3	0,3	1,0	—	—	—	0,2	—
<i>Penicillium</i> spp.	0,2	1,0	13,5	17,7	—	0,3	12,3	13,7	0,2	—	15,5	15,0	0,3	0,3	8,5	9,3	—	—	6,8	6,2
<i>Stemphylium</i> spp.	1,3	4,0	3,3	0,2	2,7	3,5	2,8	2,7	1,0	4,5	4,8	0,7	1,8	3,3	3,2	1,0	1,3	3,0	3,7	0,7
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr.	—	—	—	0,2	—	—	—	1,0	—	—	2,0	0,5	0,2	—	—	2,8	—	—	1,3	0,7
Kolonie niezarodnikujące Non sporulated colonies	0,7	2,2	1,5	0,3	3,8	1,2	0,5	0,7	2,5	2,2	0,7	0,3	1,7	2,2	0,8	0,7	2,7	2,5	1,7	0,3
Inne Other	2,3	1,8	2,3	0,3	2,2	1,5	2,5	1,2	1,7	0,7	3,3	5,5	3,7	1,5	3,0	1,2	0,7	0,8	4,3	0,7
Bakterie Bacteria	23,2	29,0	36,0	53,7	26,8	36,7	37,2	43,3	24,0	28,5	31,0	53,2	26,0	32,2	40,0	57,5	29,7	24,0	37,3	52,8
Ogółem Total	202,9	166,6	218,1	150,2	205,9	203,6	227,9	197,7	203,6	180,9	231,9	196,7	206,9	194,8	242,9	188,4	220,4	177,5	226,8	168,8

A — Przed przechowywaniem; Before storage

B — Po przechowywaniu; After storage

C — Kontrola; Control

R — Raxil

V — Vitavax

Tabela 2

Mikroorganizmy występujące na ziarnie jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w temperaturze -15°C (średnia liczba kolonii /100 ziarniaków)

Microorganisms detected on spring barley seeds before and after storage in temperature -15°C (mean number of colonies per 100 seeds)

Mikroorganizmy Microorganisms	Odmiana — Cultivar																			
	Rastik				Rataj				Rodion				Rasbet				Scarlett			
	A	B			A	B			A	B			A	B			A	B		
	C	R	V		C	R	V		C	R	V		C	R	V		C	R	V	
<i>Acremonia atra</i> (Corda) Sacc.	7,2	3,3	5,8	—	5,7	5,2	8,5	2,7	10,2	1,2	6,5	1,2	13,0	9,8	16,8	10,2	9,3	0,7	0,7	0,7
<i>Acremonium</i> spp.	5,3	1,2	8,7	1,0	8,0	1,7	4,2	1,0	7,2	3,5	8,8	2,2	5,2	3,7	8,3	5,2	8,8	1,3	3,7	1,3
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	57,7	60,8	70,8	34,8	55,8	52,8	67,3	40,2	45,8	56,2	66,5	42,7	49,2	59,8	66,2	51,7	48,5	46,2	52,3	33,5
<i>Aspergillus</i> spp.	0,5	0,3	0,7	2,3	—	—	0,7	2,3	0,2	0,5	—	0,7	0,2	0,2	—	1,2	—	—	0,3	0,8
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn.	1,2	0,5	4,5	2,3	1,2	0,7	5,0	2,0	3,0	0,5	3,8	1,5	3,5	1,0	3,8	3,0	1,2	0,8	7,5	4,7
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	34,2	29,3	22,8	2,7	34,7	55,7	33,5	8,2	49,0	58,8	44,3	8,3	41,5	52,2	39,8	6,3	42,7	61,2	44,0	8,8
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Fr.	6,0	3,2	9,0	1,3	2,5	1,5	3,2	1,7	2,8	0,8	3,3	0,7	0,8	2,7	6,2	1,3	3,2	1,0	5,8	1,3
<i>Epiccocum nigrum</i> Link.	5,3	3,0	2,5	0,5	2,0	3,2	2,8	1,0	1,7	5,8	4,2	0,5	2,5	6,2	4,5	1,7	1,8	3,7	4,2	1,7
<i>Fusarium</i> spp.	54,7	37,2	30,0	13,3	59,5	34,8	29,8	29,8	53,3	36,2	28,8	23,7	55,0	41,5	45,0	51,3	69,2	33,8	22,7	25,3
<i>Mucor</i> spp.	0,8	1,5	6,8	4,7	0,7	0,2	10,8	5,7	1,0	2,7	8,0	9,7	2,0	4,0	12,5	11,7	1,3	1,2	9,5	11,0
<i>Papularia arundinis</i> (Corda) Fr.	2,3	3,2	4,3	—	0,3	1,0	0,5	—	—	—	1,0	—	0,3	0,3	1,3	—	—	—	0,8	—
<i>Penicillium</i> spp.	0,2	0,8	12,5	25,7	—	0,2	16,2	42,7	0,2	2,2	13,0	26,5	0,3	0,3	7,0	19,5	—	0,2	8,8	34,5
<i>Stemphylium</i> spp.	1,3	6,8	3,2	1,3	2,7	4,3	3,2	2,8	1,0	4,5	3,8	2,3	1,8	5,5	1,8	1,7	1,3	7,0	3,3	1,7
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr.	—	—	0,5	0,5	—	—	—	1,2	—	—	0,7	1,0	0,2	—	—	0,3	—	—	1,0	—
Kolonie niezarodnikujące Non sporulated colonies	0,7	1,7	1,0	0,2	3,8	2,2	1,7	0,3	2,5	1,3	0,8	0,2	1,7	0,8	1,3	0,2	2,7	2,2	1,2	0,3
Inne Other	2,3	1,0	6,2	1,0	2,2	2,8	3,2	0,7	1,7	1,2	5,8	3,0	3,7	2,2	7,0	0,7	0,7	3,2	3,2	—
Bakterie Bacteria	23,2	28,7	39,7	61,5	26,8	31,5	38,5	35,3	24,0	29,5	32,3	43,0	26,0	20,3	29,0	30,8	29,7	25,2	38,5	38,8
Ogółem Total	202,9	182,5	229,0	153,1	205,9	197,8	229,1	177,5	203,6	204,9	231,6	167,2	206,9	210,5	250,5	196,8	220,4	187,7	207,5	164,4

A — Przed przechowywaniem; Before storage

B — Po przechowywaniu; After storage

C — Kontrola; Control

R — Raxil

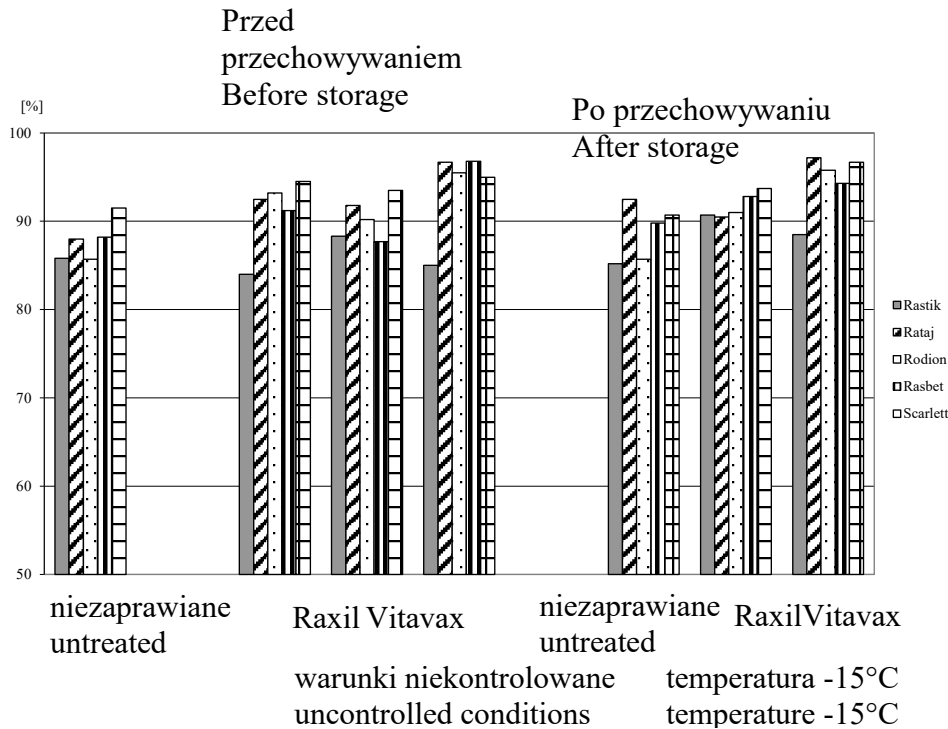
V — Vitavax

Patogen ten był obserwowany w większej liczbie na ziarniakach niezaprawianych niż zaprawianych. Najmniejsze porażenie obserwowano po zastosowaniu zaprawy Vitavax średnio od 1,5% do 10,0% w zależności od odmiany i warunków przechowywania. Najslabiej porażone, bez względu na warunki przechowywania, były nasiona odmiany Rastik. Liczba izolatów uzyskanych z nieoplewionych ziarniaków tej odmiany po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych wynosiła średnio od 1,5 do 37,5 kolonii/100 ziarniaków w zależności od sposobu uszlachetniania. Po przechowywaniu w warunkach stałej temperatury -15°C wartości te kształtowały się odpowiednio od 2,7 do 29,3 kolonii. Ziarniaki pozostałych odmian były liczniej zasiedlone przez *B. sorokiniana*: w zależności od zastosowanego zaprawiania średnio od 6,0 do 61,7 kolonii po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach i od 6,3 do 61,2 kolonii po przechowywaniu w -15°C .

Podobne obserwacje dotyczyły grzybów z rodzaju *Fusarium*. Stwierdzono wyraźny spadek liczby tych grzybów na ziarniakach po przechowywaniu. Początkowo *Fusarium* spp. występowało na poziomie 53,0–69,2 kolonii (średnio 58,3%). Po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach liczebność tych grzybów wahała się od 20,2 do 49,8 kolonii/100 ziarniaków (średnio 36,8%) w zależności od rodzaju zaprawy. Analogicznie po przechowywaniu nasion w temperaturze -15°C frekwencja grzybów *Fusarium* spp. wynosiła od 13,3 do 45,0 kolonii (średnio 32,2%). Różnice te były istotne statystycznie ($\text{NIR}_{0,05}^T = 2,124$). W czasie przechowywania obserwowano istotny wzrost liczby grzybów przechowalniczych należących do rodzaju: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*. Często identyfikowano je na ziarniakach zaprawionych: średnio od 14,0 do 51,3 kolonii/100 ziaren w zależności od rodzaju zaprawy i warunków przechowywania. Na ziarnie niezaprawianym gatunki przechowalnicze izolowano rzadziej — średnio od 1,2 do 2,7 kolonii po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych i od 0,3 do 4,8 kolonii po przechowywaniu w -15°C .

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że ziarniaki wszystkich odmian zaprawione zaprawą Vitavax charakteryzowały się najniższym zasiedleniem przez mikroorganizmy, najniższym porażeniem przez *Bipolaris sorokiniana* i niskim porażeniem przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, a jednocześnie często obserwowano na nich grzyby przechowalnicze.

Zdolność kiełkowania nasion po przechowywaniu była wyższa od zdolności kiełkowania bezpośrednio po zbiorze i wahała się od 74,5 do 99,0% dla ziarna po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych i od 82,0 do 98,5% dla przechowywanych w -15°C w zależności od odmiany i rodzaju zaprawy (rys. 1). Najniższą zdolnością kiełkowania, bez względu na warunki przechowywania, charakteryzowały się nasiona odmiany Rastik zarówno niezaprawiane, jak i zaprawiane (średnio od 74,5 do 90,0%). Nasiona pozostałych odmian kiełkowały lepiej (średnio od 92,5 do 99,0% po przechowywaniu w magazynie i od 93,5 do 98,5% dla przechowywanych w -15°C) niż nieoplewione ziarniaki odmiany Rastik. Wyższą zdolnością kiełkowania wyróżniał się materiał zaprawiany (od 93,6 do 95,2% w zależności od rodzaju zaprawy i warunków przechowywania) niż niezaprawiany (od 92,8 do 93,3% w zależności od warunków przechowywania).



Rys. 1. Zdolność kiełkowania jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w różnych warunkach środowiska w zależności od odmiany i zastosowanego zaprawiania
Fig. 1. Germination capacity of spring barley before and after storage in different conditions depending on cultivar and treatments

Wigor wyrażony długością pierwszego liścia, długością korzenia pierwotnego oraz zgromadzoną w siewkach suchą masą zmienił się w zależności od roku, odmiany, zaprawiania oraz warunków przechowywania. Po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych nastąpił spadek wigoru (krótsza plumula, krótszy korzeń i niższa wartość suchej masy) w stosunku do wigoru nasion przed przechowywaniem (tab. 3 i 5). Najwyższe wartości zanotowano oceniając nasiona zaprawione zaprawą Vitavax — średnio 96,6 mm dla długości pierwszego liścia, 168,8 mm dla długości korzenia i 0,325 g dla suchej masy zgromadzonej w siewkach. Wystąpiły także różnice odmianowe. Nasiona odmiany Rataj zaprawione zaprawą Raxil rozwijały się najwolniej i miały najkrótszą plumulę: średnio 75,8 mm. Podobnie wolno rozwijały się siewki wzrastające z ziarna niezaprawianego odmiany Rodion, wykształcając najkrótszy korzeń i gromadząc najmniejszą ilość suchej masy, odpowiednio 136,2 mm i 0,276 g w porównaniu do analogicznych wyników otrzymanych dla innych odmian. Po przechowywaniu w stałej temperaturze -15°C najwyższym wigoem charakteryzowały się ziarniaki zaprawiane

zaprawą Vitavax — średnio: długość plumuli 101,0 mm i korzenia 177,7 mm oraz sucha masa 0,341 g (tab. 4 i 5).

Tabela 3

Wigor jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach środowiska (średnia z trzech lat zbioru)
Vigour of spring barley before and after storage in uncontrolled conditions (mean from three years of harvest)

Odmiana Cultivar	Długość plumuli (mm) Plumule length (mm)				Długość korzenia (mm) Root length (mm)				Sucha masa (g) Dry weight (g)			
	A	B			A	B			A	B		
		Nz	Z			Nz	Z			Nz	Z	
		R	V		R	V		R	V		R	V
Rastik	103,2	92,2	87,2	97,6	159,5	139,7	159,8	154,0	0,351	0,300	0,344	0,321
Rataj	91,4	78,0	75,8	89,4	177,8	150,3	170,4	173,5	0,362	0,291	0,299	0,341
Rodion	102,3	90,7	84,2	97,7	161,8	136,2	162,3	164,8	0,322	0,276	0,307	0,321
Rasbet	99,0	84,4	83,4	98,0	172,6	145,2	160,1	169,0	0,311	0,278	0,282	0,318
Scarlett	106,7	85,9	83,2	100,1	181,3	153,8	174,7	182,5	0,313	0,279	0,293	0,326
Średnio Mean	100,5	86,2	82,8	96,6	170,6	145,0	165,5	168,8	0,332	0,285	0,305	0,325

A — Przed przechowywaniem; Before storage
 Nz — Niezaprawiane; Untreated
 R — Raxil
 B — Po przechowywaniu; After storage
 Z — Zaprawiane; Treated
 V — Vitavax

Tabela 4

Wigor jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w temperaturze -15°C (średnia z trzech lat zbioru)
Vigour of spring barley before and after storage in temperature -15°C (mean from three years of arvest)

Odmiana Cultivar	Długość plumuli (mm) Plumule length (mm)				Długość korzenia (mm) Root length (mm)				Sucha masa (g) Dry weight (g)			
	A	B			A	B			A	B		
		Nz	Z			Nz	Z			Nz	Z	
		R	V		R	V		R	V		R	V
Rastik	103,2	93,0	93,1	105,4	159,5	144,4	157,7	164,5	0,351	0,304	0,431	0,351
Rataj	91,4	88,4	83,9	89,0	177,8	156,3	178,5	175,0	0,362	0,309	0,340	0,343
Rodion	102,3	95,6	92,6	105,6	161,8	157,3	171,3	179,6	0,322	0,308	0,329	0,360
Rasbet	99,0	91,8	90,1	98,7	172,6	153,8	170,1	175,5	0,311	0,287	0,289	0,301
Scarlett	106,7	93,6	91,3	106,4	181,3	162,0	181,3	193,9	0,313	0,280	0,301	0,348
Średnio Mean	100,5	91,7	90,2	101,0	170,6	154,8	171,8	177,7	0,332	0,298	0,338	0,341

A — Przed przechowywaniem; Before storage
 Nz — Niezaprawiane; Untreated
 R — Raxil
 B — Po przechowywaniu; After storage
 Z — Zaprawiane; Treated
 V — Vitavax

Wigor nasion zaprawianych zarówno zaprawą Vitavax, jak i Raxil był wyższy w stosunku do wigoru ziarna przed przechowywaniem. Obserwowano różnice odmianowe i stwierdzono, że najwolniej rozwijały się siewki odmiany Rataj wyrosłe z ziarniaków zaprawianych zaprawą Raxil, które miały najkrótszy pierwszy liść — średnio 83,9 mm. Najkrótszy korzeń miały siewki wyrosłe z niezaprawianych nasion odmiany Rastik (średnio 144,4 mm), a najmniejszą ilość suchej masy zgromadziły siewki wyrosłe ziarna

niezaprawianego odmiany Scarlett (średnio 0,280 g) w porównaniu do wyników uzyskanych dla pozostałych odmian. Ziarniaki przechowywane w temperaturze -15°C charakteryzowały się wyższym wigorem niż przechowywane w warunkach niekontrolowanych.

Tabela 5

Analizy wariancji dla wigoru jęczmienia jarego po przechowywaniu
Analysis of variance for vigour of spring barley after storage

	Długość plumuli Plumule length	Długość korzenia Root length	Sucha masa Dry weight
F _{cmp} dla roku zbioru (A) F value for years of harvest (A)	1323,15**	38,50**	83,29**
F _{cmp} dla odmiany (B) F value for cultivars (B)	78,07**	71,32**	7,14**
F _{cmp} dla zaprawiania (C) F value for treatments (C)	150,62**	182,12**	7,34**
F _{cmp} dla warunków przechowywania (D) F value for storage conditions (D)	118,18**	39,73**	6,13**

* Istotne dla $\alpha = 0,05$; ** Istotne dla $\alpha = 0,01$

* Significant for $\alpha = 0.05$; ** Significant for $\alpha = 0.01$

Badania składu chemicznego po przechowywaniu wykazały, że zawartość białka, włókna i skrobi zależała od roku zbioru i właściwości odmianowych, a w przypadku białka i włókna również od warunków przechowywania (tab. 6).

Tabela 6

Analizy wariancji dla składu chemicznego ziarna jęczmienia jarego po przechowywaniu
Analysis of variance for chemical components of spring barley seed after storage

	Białko Protein	Włókno Fibre	Skrobia Starch
F _{cmp} dla roku zbioru (A) F value for years of harvest (A)	60,24**	18,84**	18,26**
F _{cmp} dla odmiany (B) F value for cultivars (B)	74,85**	13,45**	14,30**
F _{cmp} dla warunków przechowywania (D) F value for storage conditions (D)	3,45*	6,41**	0,14

* Istotne dla $\alpha = 0,05$; ** Istotne dla $\alpha = 0,01$

* Significant for $\alpha = 0.05$; ** Significant for $\alpha = 0.01$

Zawartość białka w ziarnie wynosiła średnio 12,7% (przed przechowywaniem 12,5%), skrobi od 50,5 do 50,7% (przed przechowywaniem 50,0%) i włókna od 4,9 do 5,1% (przed przechowywaniem 5,0%) w zależności od warunków przechowywania. Obserwowano także różnice odmianowe. Najniższą zawartość białka obserwowano w ziarnie odmiany Rodion przechowywanym zarówno w warunkach niekontrolowanych, jak i w stałej temperaturze -15°C — średnio 12,0% dla obu warunków przechowywania. Ziarniaki odmiany Rastik charakteryzowały się najwyższą zawartością białka: średnio od 13,8 do 14,3% w zależności od warunków przechowywania. Jednocześnie w ziarniakach tej odmiany przechowywanych zarówno w warunkach niekontrolowanych, jak i w tempe-

raturze -15°C stwierdzono najniższą zawartość skrobi (średnio odpowiednio 49,3 i 49,7%) i włókna (średnio odpowiednio 4,7 do 4,4%) (tab. 7).

Tabela 7

Skład chemiczny ziarna jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach środowiska i w temperaturze -15°C (średnia z trzech lat zbioru)
Chemical composition of spring barley seed before and after storage in uncontrolled conditions and in temperature -15°C (mean from three years of harvest)

Odmiana Cultivar	Białko Protein			Skrobia Starch			Włókno Fibre		
	A	B		A	B		A	B	
		C	D		C	D		C	D
Rastik	13,5	14,3	13,8	49,3	49,3	49,7	4,5	4,7	4,4
Rataj	12,3	12,6	12,8	50,4	50,7	50,2	5,0	5,2	5,1
Rodion	12,3	12,0	12,0	50,2	50,7	50,5	5,2	5,3	5,2
Rasbet	12,2	12,4	12,4	50,0	50,7	52,4	5,1	5,2	4,9
Scarlett	12,3	12,3	12,2	50,2	51,3	50,6	5,1	4,9	5,0
Średnio Mean	12,5	12,7	12,7	50,0	50,5	50,7	5,0	5,1	4,9

A — Przed przechowywaniem; Before storage

B — Po przechowywaniu; After storage

C — W niekontrolowanych warunkach; In uncontrolled conditions

D — W temperaturze -15°C; Storage in temperature -15°C

DYSKUSJA

W badaniach nad doborem warunków przechowywania nasion różnych gatunków stwierdzono, że obniżona wilgotność nasion oraz brak dostępu powietrza ma korzystny wpływ na żywotność ziarniaków (Lonc, 1984; Narkiewicz-Jodko i Schneider, 1990; Gabińska i in., 1991). Z badań Narkiewicz-Jodko (1979) wynika, że żywotność grzybów zasiedlających nasiona w przechowalni zależy jednak nie tylko od wilgotności nasion, ale także temperatury i wilgotności powietrza w otoczeniu, wzajemnej reakcji grzybów między sobą oraz ich lokalizacji w nasieniu.

Niewielu autorów zajmowało się jednak zagadnieniem możliwości przechowywania nasion zaprawionych, to jest wpływu zapraw na wartość siewną ziarna w czasie przechowywania. Narkiewicz-Jodko (1990 b i 1991 b) badała wpływ różnych zapraw nasiennych na wartość siewną i skład mikoflory przechowywanych nasion grochu przez okres jednego lub dwóch lat. Obserwowała, że zastosowane zaprawy skutecznie ograniczały występowanie mikoflory zarówno patogenicznej, jak i saprotroficznej. Jednocześnie nie stwierdziła ujemnego wpływu zapraw na zdolność kiełkowania przechowywanych nasion. W niniejszej pracy zebrane w doświadczeniu połowym ziarno jęczmienia jarego niezaprawiane oraz zaprawiane przechowywano od zbioru do siewu w roku następnym w dwóch warunkach środowiska (warunki niekontrolowane i stała temperatura -15°C). Wykazano, że podczas przechowywania materiału siewnego zachodzą istotne zmiany w ilości i składzie gatunkowym mikoflory. W miarę upływu czasu liczba kolonii grzybów przeważnie malała, a miejsce tzw. „grzybów połowych” zajmowały tzw.

„grzyby przechowalnicze” z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*. Analogiczne zjawisko zaobserwowała Narkiewicz-Jodko (1979, 1991 a) oraz Gabińska i wsp. (1991). Narkiewicz-Jodko (1991 b) stwierdziła ponadto, że większość grzybów „polowych” zasiedlała głębsze tkanki ziarna, natomiast grzyby „przechowalnicze” występowały głównie na powierzchni ziarna (plewy). Penetracja głębszych tkanek ziarna przez grzyby „polowe” była tym większa, im silniejsze było zasiedlenie powierzchniowe przez grzyby „przechowalnicze”. Rozwój grzybów „polowych” penetrujących wewnętrzne tkanki ziarna był również uzależniony od wilgotności ziarna w momencie zbioru.

Spośród grzybów zasiedlających świeży materiał siewny *Alternaria alternata* występował najliczniej. Jednak w miarę upływu czasu przechowywania można było zaobserwować tendencje do zmniejszania się liczby wyosabnianych izolatów tego gatunku. Z badań Jørgensena (1970) wynika, że ilość izolatów *Alternaria alternata* zmniejszała się wraz z upływem czasu przechowywania. Natomiast Roberts (1972) stwierdził obecność tego grzyba w przechowywanym przez 3 lata materiale siewnym pszenicy. Analizując wyniki uzyskane w pracy stwierdzono, że liczba gatunków patogenicznych, *Fusarium* i *Bipolaris sorokiniana*, po przechowywaniu uległa obniżeniu, a ich miejsce zajmowały grzyby „przechowalnicze” z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*. De Tempe (1964) twierdzi, że grzyby z rodzaju *Fusarium* nie są odporne na starzenie i więcej niż połowa z nich ginie w czasie rocznego przechowywania. Pelhate (1968) uważa zaś, że grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* wykazują antagonistyczne działanie w stosunku do niektórych patogenów i mogą wpływać hamująco na ich rozwój w środowiskach przechowalniowych. Prawdopodobnie może być to przyczyną zmian składu gatunkowego mikroorganizmów w czasie przechowywania. Roberts (1972) oraz Narkiewicz-Jodko i Gil (2000) stwierdzili również, że grzyby „przechowalnicze” mogą powodować obniżenie lub utratę zdolności kiełkowania ziarna, zmianę zabarwienia, zbrylanie się, zagrzewanie oraz obumieranie materiału siewnego. Stawicki (1967) uważa, że większość grzybów, a głównie grzyby z rodzaju *Penicillium*, odznaczają się silnymi właściwościami amylolytycznymi, proteolitycznymi oraz lipolitycznymi i w związku z tym mogą wpływać ujemnie na jakość ziarna. Zdaniem Pelhate (1968) grzyby te zależnie od swoich specjalnych właściwości i warunków otoczenia przedstawiają poważne zagrożenie dla przechowywanych nasion.

W badaniach nad doborem właściwych warunków do przechowywania nasion różnych gatunków roślin obserwowano niejednakowe utrzymywanie się zdolności kiełkowania nasion po przechowywaniu w zbliżonych warunkach (Łuczyńska, 1980). Ruza i Linina (2000) badając patogeny rozwijające się w czasie przechowywania nasion w różnych warunkach, zauważyli zmiany składu i ilości mikroorganizmów oraz obniżenie zdolności kiełkowania. Także Lonc (1984) w badaniach nad wpływem warunków przechowywania ziarna zbóż na zdolność kiełkowania i plon obserwował szybkie obniżenie się zdolności kiełkowania w czasie półtorarocznego przechowywania jęczmienia jarego. Podobne wyniki uzyskali Grzelak i wsp. (1994), którzy stwierdzili obniżenie się zdolności kiełkowania przy jednoczesnym wzroście liczby ziarniaków niekiełkujących i siewek nienormalnych. Na podstawie wyników uzyskanych w tej pracy stwierdzono, że zdolność

kiełkowania nasion po przechowywaniu była wyższa od zdolności kiełkowania bezpośrednio po zbiorze. Górski (1995) w swych badaniach także obserwował wzrost zdolności kiełkowania nasion po przechowywaniu w porównaniu do wyjściowej. Notowany wzrost zdolności kiełkowania w czasie przechowywania Narkiewicz-Jodko (1979) wyjaśnia wyraźnie malejącym składem mikroflory zasiedlającej ziarno. Badania zdolności kiełkowania ziarniaków niezaprawianych i zaprawianych przeprowadzone przez Moreno-Martinez i wsp. (1994) wykazały porównywalne wartości kiełkowania w obu przypadkach, pomimo silniejszego zasiedlenia przez grzyby przechowalnicze ziarna niezaprawianego. Wyniki własne wykazały, że zaprawianie ziarna wpłynęło na zmniejszenie ilości patogenicznej mikroflory i jednocześnie spowodowało wzrost zdolności kiełkowania. Ponadto obserwowano różnice odmianowe. Najniższą zdolnością kiełkowania charakteryzowała się odmiana Rastik, niezależnie od zastosowanego rodzaju zaprawy i warunków przechowywania. Podobne wyniki uzyskali Opoku i Gamble (1995), którzy w badaniach zdolności kiełkowania ziarna jęczmienia po przechowywaniu, obserwowali wyższe wartości tego parametru dla odmian oplewionych w porównaniu z odmianami o ziarnie nagim.

Badania wpływu czasu przechowywania na wartość siewną i reprodukcyjną jęczmienia jarego, wykazały, że wysoka wartość reprodukcyjna zachowana jest przez cztery lata (Mazurek, 1987). Inni autorzy podjęli próby znalezienia dodatkowych wskaźników jakości, które obok zdolności kiełkowania nasion informowałyby szerzej o wartości biologicznej (Delouche i Baskin, 1973). Stwierdzono, że potencjał przechowalniczy nasion o wysokiej zdolności kiełkowania związany jest z poziomem wigoru. Jeśli w czasie przechowywania wystąpią jakiegokolwiek formy stresu (np. wzrost temperatury lub wilgotności względnej), nasiona o wysokim wigorze zniosą je lepiej. Nawet w kontrolowanych warunkach przechowywania (tj. niska temperatura i niska zawartość wody w nasionach) stan nasion po przechowywaniu będzie zależał od początkowego wigoru. Wyniki uzyskane w pracy wykazały, że szybkość wydłużania się plumuli i korzenia pierwotnego oraz ilość zgromadzonej w siewkach suchej masy zmieniały się w zależności od zastosowanej zaprawy oraz warunków przechowywania. Po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach nastąpił spadek wigoru ziarna w stosunku do wigoru przed przechowywaniem, a po przechowywaniu w warunkach stałej temperatury -15°C był wyższy niż przed przechowywaniem. Ziarniaki przechowywane w -15°C charakteryzowały się wyższym wigorem niż przechowywane w warunkach niekontrolowanych. Grzesiuk i wsp. (1990) także obserwowali wyraźne zmiany wigoru nasion po kilkuletnim przechowywaniu w warunkach laboratoryjnych. Wyraźne przyspieszenie degradacji wigoru i żywotności nasion następowało w warunkach podwyższonej wilgotności i temperatury powietrza.

Badania Narkiewicz-Jodko (1979) wykazały, że ziarno jęczmienia jarego było bardziej odporne na warunki przechowywania niż innych zbóż. Mazurek (1987) w badaniach nad wpływem czasu przechowywania na wartość siewną i reprodukcyjną pszenicy jarej, jęczmienia jarego, owsa i pszenżyta ozimego stwierdził, że wysoka wartość reprodukcyjna zachowana jest dla jęczmienia jarego i owsa przez cztery lata, dla pszenżyta przez trzy lata, a dla pszenicy jarej przez dwa lata. Ponadto zdaniem White i wsp. (1999) jakość nagich

nasion pogarszała się szybciej w czasie przechowywania niż oplewionych bez względu na warunki przechowywania (temperatura i wilgotność). Pogorszenie się jakości szybciej następowało w warunkach wysokiej temperatury i wilgotności w porównaniu do spadku jakości ziarna przechowywanego w środowisku chłodnym i suchym. W niniejszej pracy obserwowano również, że po przechowywaniu najslabszą zdolność kiełkowania miała nieoplewiona odmiana Rastik w porównaniu z odmianami o ziarnie oplewionym.

Przeprowadzone w pracy analizy wykazały, że zawartość białka, włókna i skrobi zależała od odmiany i roku zbioru, a ilość białka i włókna zależała również od warunków przechowywania. Po przechowywaniu zarówno w warunkach niekontrolowanych jak i w temperaturze -15°C obserwowano wzrost zawartości tych składników. W ziarnie zbóż przechowywanym dłużej niż pięć lat Grzesiuk i Kulka (1988) zauważyli zmiany jakości białek, aktywności białkowych inhibitorów proteaz i enzymów hydrolitycznych. Ponadto stwierdzili, że u roślin i nasion porażonych przez mikroorganizmy chorobotwórcze mogą nastąpić zmiany i zaburzenia w metabolizmie. Sprowadzają się one do zmian fizykochemicznych właściwości cytoplazmy komórek, zmian właściwości organelli komórkowych, zaburzeń w gospodarce wodnej, zmian w przebiegu fotosyntezy, dużego zużycia cukrowców, różnorodnych zmian w metabolizmie związków azotowych, znacznych ilościowych i jakościowych zmian kwasów nukleinowych i zwiększenia natężenia oddychania.

WNIOSKI

1. Analiza mikologiczna wykazała obniżenie liczby mikroorganizmów na ziarniakach po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych i w temperaturze -15°C . Stwierdzono, że zaprawione zaprawą Vitavax ziarniaki wszystkich badanych odmian po przechowywaniu były w mniejszym stopniu zasiedlone przez mikroorganizmy, słabiej porażone przez *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium* spp., a jednocześnie licznie wystąpiły na nich grzyby „przechowalnicze” z rodzajów: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*.
2. Zdolność kiełkowania ziarna po przechowywaniu była wyższa niż bezpośrednio po zbiorze. Stwierdzono, że zaprawianie nasion wpłynęło na poprawę zdolności kiełkowania. Nasiona nieoplewionej odmiany Rastik kiełkowały najslabiej.
3. Wigor ziarna zmieniał się w zależności od roku zbioru, odmiany, rodzaju zaprawy i warunków przechowywania. Przechowywane w -15°C ziarno charakteryzowało się lepszym wigorem niż przechowywane w warunkach niekontrolowanych oraz niż ziarno badane przed przechowywaniem. Najwyższe wartości wigoru po przechowywaniu stwierdzono dla nasion zaprawionych zaprawą Vitavax.
4. Obserwowano różnice zawartości białka, włókna i skrobi w zależności od odmiany i roku zbioru w nasionach przed i po przechowywaniu. Ponadto po przechowywaniu zarówno w warunkach niekontrolowanych jak i w temperaturze -15°C stwierdzono wzrost zawartości białka i włókna w nasionach.

LITERATURA

- Chidambaram S. B., Matur S. B., Neergaard P. 1972. Handbook on seed health testing. The Intern. Seed Testing Association As-NLH. Norway: 1 — 207.
- Delouche J. C., Baskin C. C. 1973. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. & Technol.* 1: 117 — 118.
- De Tempe J. 1964. Seed-borne *Fusarium* spp. infection in temperate climate cereals. Proceedings of the International Seed Testing Association. Vol. 29, No. 1: 97 — 116.
- Ellis M. B. 1971. „*Dematiaceous Hyphomycetes*“. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England.
- Gabińska K., Narkiewicz-Jodko M. 1990. Wartość siewna i mikoflora nasion roślin motylkowatych drobnonasiennych w długoletnim przechowywaniu. *Biul. IHAR 173/174*: 197 — 200.
- Gabińska K., Narkiewicz-Jodko M., Schneider J. 1991. Wpływ wieloletniego przechowywania na wartość siewną pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR 180*: 43 — 56.
- Górski M. 1995. Żywotność ziarniaków pszenicy ozimej w długoterminowym przechowywaniu. *Biul. IHAR 193*: 95 — 101.
- Grzelak K., Czuba M., Belotti J., Tulo M., Górski M. 1994. Viability of cereal seeds stored as germplasm in the Polish Genebank. *Plant Genetic Resources Newsletter No. 97*: 21 — 29.
- Grzebiak S., Górecki R., Michalczyk D. J. 1990. Zmiany wigoru nasion motylkowatych drobnonasiennych pod wpływem różnego przechowywania. *Biul. IHAR 173/174*: 171 — 174.
- Grzebiak S., Kulka K. 1988. *Biologia ziarniaków zbóż*. PWN Warszawa.
- International Seed Testing Association. 1995. Handbook of Vigour Test Methods. ISTA edited by J.G. Hampton and D. M. TeKrony. 3rd Edition, Zurich, Switzerland.
- International Rules for Seed Testing. Edition 2004. Published by The International Seed Testing Association (ISTA), P. O. BOX 308, 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Jørgensen J. 1970. Aendringer et byggenes svampeflora ved opbevaring med et hoit vandindhold. *Tidsskr. Planteavl Biol.* 74, 3: 425 — 432.
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. Flora Polska T. XXII. Grzyby niedoskonałe. Strzępczakowe. Gruźelkowate. Sierpik (*Fusarium*) PAN Warszawa-Kraków: 1 — 158.
- Lonc W. 1984. Wpływ warunków przechowywania ziarna siewnego pszenicy ozimej, żyta i jęczmienia jarego na zdolność kiełkowania i plony. *Biul. IHAR 153*: 165 — 184.
- Łucznińska J. 1980. Szybkość obniżania się zdolności kiełkowania nasion niektórych gatunków roślin rolniczych, przechowywanych w warunkach wysokiej wilgotności środowiska. *Biul. IHAR 141*: 133 — 143.
- Malone J. P., Muskett A. E. 1997. Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species. 3rd Edition. Sheppard J. W. (ed.). ISTA, Zurich: 1 — 191.
- Mazurek J. 1987. Wpływ czasu przechowywania na wartość siewną i reprodukcyjną ziarna zbóż jarych. *Pam. Puł. z.* 89: 155 — 163.
- Moreno-Martinez E., Vazquez-Badillo M.E., Navarrete R., Ramirez-Gonzalez J. 1994. Effect of fungi and chemical treatment on viability of maize and barley seeds with different storage characteristics. *Seed Sci. & Technol.* Vol. 22, No. 3: 541 — 549.
- Narkiewicz-Jodko M. 1979. Wpływ wilgotności na zdolność kiełkowania i mikoflorę ziarna zbóż przechowywanego bez wymiany powietrza oraz w atmosferze dwutlenku węgla. *Biul. IHAR 135*: 133 — 141.
- Narkiewicz-Jodko M. 1990 a. Wpływ grzybów przechowalniczych na wartość siewną ziarna zbóż. Sympozjum Naukowe PTFiT, Szczecin 12–14 września 1990: 37.
- Narkiewicz-Jodko M. 1990 b. Wpływ zapraw nasiennych na wartość siewną i mikoflorę przechowywanych nasion grochu. *Biul. IHAR 173/174*: 201 — 203.
- Narkiewicz-Jodko M. 1991 a. Wpływ warunków zbioru na mikoflorę przechowywanego ziarna pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR 180*: 33 — 41.
- Narkiewicz-Jodko M. 1991 b. Możliwość przechowywania zaprawionych nasion grochu (*Pisum sativum* L.). *Biul. IHAR 180*: 131 — 143.

- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z. 2000. The influence of fungi on germination capacity, quality and health status of winter barley grain during storage. International Seed Health Conference PTFiT, Seed Health as Quality Criterion; Radzików 9–11 October, 2000: 51.
- Narkiewicz-Jodko M., Schneider J. 1990. Wpływ warunków przechowywania na wartość siewną i zdrowotną ziarna pszenżyta ozimego. *Hod. Rośl. Aklim.* 32, 5–6: 1 — 23.
- Opoku G., Gamble E. E. 1995. Storability of seeds of normal and naked types of OAC Kippen barley. *Plant Varieties & Seeds*, Vol. 8, No. 3: 197 — 205.
- Pelhate J. 1968. Evolution de la mycoflore des bles en de conservation. *Inds. aliment. etagric* 85, 6/7: 769 — 773.
- Roberts E. H. 1972. Viability of seeds. The Scientific Division of Associated Book Publishers, London. 59 — 63.
- Ruza A., Linina A. 2000. Changes of grain seed pathogens during lasting storage under diverse conditions. International Seed Health Conference PTFiT, Seed Health as Quality Criterion; Radzików 9–11 October 2000: 52.
- Stawicki S. 1967. Powierzchniowe i wglębne zakażenie ziarna pszenicy jako mikrobiologiczny wskaźnik jego jakości i trwałości. *Roczniki WSR Poznań*, 13.
- White N. D. G., Hulasare R. B., Jayas D. S. 1999. Effects of storage conditions on quality loss of hull-less and hulled oats and barley. *Can. J. Plant Sci.* Vol. 79, No. 4: 475 — 482.