

BARBARA WIEWIÓRA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Radzików

## PORÓWNANIE WYBRANYCH CECH NIEOPLEWIONEGO I OPLEWIONEGO ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO

Comparison of selected traits of naked and husked seeds of spring barley

**ABSTRAKT:** Do analiz użyto ziarniaków jęczmienia jarego: odmiany Rastik o ziarnie nieoplewionym i czterech odmian o ziarnie oplewionym – Rataj, Rodion, Rasbet i Scarlett. Badania laboratoryjne dotyczyły oceny masy tysiąca ziarn, zdrowotności, zdolności kiełkowania, wigoru oraz składu chemicznego. Stwierdzono, że ziarniaki jęczmienia jarego są zasiedlane przez liczne grzyby i bakterie. Występowały zarówno grzyby patogeniczne rodzaju *Fusarium* i *Bipolaris sorokiniana*, jak i saprotrofy: *Alternaria alternata*, *Cladosporium* spp., *Stemphylium* spp. i *Penicillium* spp. Mikroorganizmy, a zwłaszcza grzyby patogeniczne w mniejszym stopniu zasiedlały ziarniaki nieoplewione. Grzyby te wpływały niekorzystnie na masę tysiąca ziarn. Zdolność kiełkowania i wigor ziarna nieoplewionego i oplewionego były podobne. Jednocześnie nagie ziarniaki charakteryzowały się najwyższą zawartością białka i najniższą skrobi.

**słowa kluczowe – key words:**

skład chemiczny – *chemical components*, wigor – *vigour*, zdolność kiełkowania – *germination capacity*, zdrowotność – *seed health*, ziarniak nagi – *naked seed*, ziarniak oplewiony – *husked seed*

### WSTĘP

Jęczmień, głównie jary, jest jednym z podstawowych zbóż uprawianych w Polsce. W strukturze zasiewów zajmuje ponad 11% (około 0,9 mln ha). Znaczenie gospodarcze jęczmienia wynika z wielokierunkowego zastosowania jego ziarna: jako paszy, surowca w przemyśle spożywczym, jak również w produkcji słodu na cele browarne. Ziarno jęczmienia posiada grubą okrywą nasienną zbudowaną głównie z celulozy i ligniny, które powodują obniżenie strawności składników odżywczych. Łuska w ziarniakach oplewionych stanowi 10–13% suchej masy (3). Brak plewki i wyższa zawartość białka w ziarnie nieoplewionym zwiększa jego przydatność do produkcji kasz i płatków. Ponadto dzięki niższej zawartości nierozpuszczalnego włókna, które wpływa ujemnie na wykorzystanie białka, może być w przyszłości wykorzystywany w większym zakresie w żywieniu zwierząt (5).

Celem badań było określenie dorodności (MTZ), zdrowotności, zdolności kiełkowania, wigoru oraz składu chemicznego ziarniaków oplewionych i nieoplewionych odmian jęczmienia jarego.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły ziarniaki pięciu odmian jęczmienia jarego: odmiana Rastik o ziarnie nieoplewionym i cztery odmiany o ziarnie oplewionym – Rataj, Rodion, Rasbet i Scarlett. Do analiz laboratoryjnych użyto ziarniaków pochodzących z partii materiału siewnego zakwalifikowanego jako bazowe, otrzymywanych co roku od hodowców, w latach 1999–2001. Ziarniaki odmian Rataj, Rodion, Rastik i Rasbet pochodziły z Zakładu Doświadczalnego Hodowli i Aklimatyzacji w Radzikowie, a ziarno odmiany Scarlett otrzymywano z Hodowli Roślin w Smolicach.

Ocenę zdolności kiełkowania i oznaczenie masy tysiąca ziarn wykonano zgodnie z przepisami ISTA (12). Wigor nasion określano za pomocą testu Perry'ego oznaczając długość korzenia i plumuli oraz suchą masę siewek (11). Ponadto w ziarniakach jęczmienia oznaczano procentową zawartość białka, skrobi oraz włókna przy użyciu aparatu INFRADEC 1255 (Food & Feed Analyzer). Oznaczenia wymienionych wyżej składników wykonywano w oparciu o technikę transmisji promieniowania elektromagnetycznego w bliskiej podczerwieni. Zakres widm (spektrum) aparatu wynosi od 800 do 1100 nm. Analizy wykonywano na całych ziarniakach jęczmienia, przy kalibracji DK000012 Barley. Ocenę zdrowotności wykonano na 200 ziarniakach każdej odmiany. Ziarniaki odkażano powierzchniowo w 1% NaClO przez 10 minut, a następnie trzykrotnie płukano w sterylnej wodzie. Odkażone ziarniaki wykładano po 10 sztuk na płytki Petriego o średnicy 9 cm z pożywką agarowo-ziemniaczaną (PDA). Inkubację przeprowadzano w termostacie w stałej temperaturze 20°C i oświetleniu NUV 360 nm 12/12 godzin. Wyrosłe kolonie grzybowe oznaczano po 15–20 dniach od przeszczepienia kultur na płytki plastikowe z pożywką agarowo-ziemniaczaną i inkubacji w podanych wyżej warunkach, stymulujących zarodnikowanie. Wyosobnione grzyby identyfikowano do gatunku posługując się opisami grzybów zawartymi w opracowaniach: Chidambaram i in. (6), Ellis (9), Kwaśna i in. (15), Malone i Muskett (20). W ten sam sposób wykonano analizy fitopatologiczne 200 sztuk oplewionych i 200 sztuk nagich ziarniaków oraz 200 plewek zdjętych z ziarna odmiany Rastik. Miało to na celu określenie lokalizacji grzybów z rodzaju *Fusarium* i *Bipolaris sorokiniana* w ziarniakach. Oznaczanie głównej pyłkowej (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.) w ziarnie jęczmienia przeprowadzono stosując metodę ekstrahowania zarodków (12).

Obliczenia statystyczne obejmowały istotności różnic analizowanych cech pomiędzy badanymi obiektami, które wyliczono na podstawie analizy wariancji oraz określenia stopnia współzależności cech, który ustalono przy pomocy współczynników korelacji. Obliczenia statystyczne (współczynniki korelacji, analizy wariancji i regresji) wykonano z użyciem programów komputerowych STATGRAPHICS 4.1 PLUS i STATISTICA 5.5.

## WYNIKI

Najlepiej wykształcone i najcięższe były ziarniaki ze zbioru w roku 2000. Masa tysiąca ziarn wahała się od 40,5 g dla odmiany browarnej Scarlett do 51,2 g dla odmiany Rataj. W pozostałych latach wartości te wynosiły od 32,3 g do 44,7 g w zależności od odmiany i roku zbioru. Średnio w wieloleciu 1999–2001 najwyższą MTN wyróżniały się odmiany Rodion i Rataj, najniższą zaś Scarlett. Jedynie Rodion wykazał stabilność tej cechy w latach. Istotne różnice masy tysiąca ziarn obserwowano zarówno między odmianami, latami zbioru, jak i dla interakcji odmian z latami (tab. 1).

Tabela 1

Masa tysiąca ziarn (g) jęczmienia jarego ze zbioru w latach 1999–2001  
One thousand kernel weight (g) of spring barley harvested in 1999–2001

Odmiana Cultivar	Rok zbioru Year of harvest			Średni Mean
	1999	2000	2001	
Rastik	32,3	41,8	41,9	38,7 D
Rataj	38,0	51,2	37,6	42,3 B
Rodion	43,7	43,4	44,7	43,9 A
Rasbet	38,5	43,9	36,2	39,5 C
Scarlett	37,4	40,5	34,6	37,5 E
Średnio; Mean	38,0 c	44,2 a	39,0 b	-

Grupy jednorodne: dla odmian od A do E; dla lat od a do c  
Homogenous groups: for cultivars from A to E; for years from a to c

Analiza mikologiczna wykazała, że ziarno jęczmienia jarego jest licznie zasiedlone przez grzyby i bakterie. Zidentyfikowano około 30 gatunków grzybów należących do 20 rodzajów (tab. 2). Większą różnorodność gatunkową grzybów stwierdzono na ziarniakach odmian browarnych niż pastewnych. Zaobserwowano różnice odmianowe w liczbie kolonii mikroorganizmów przypadających na 100 ziarniaków. Najwięcej mikroorganizmów obserwowano na ziarnie odmiany Rasbet – od 169,5 kolonii/100 ziarniaków zebranych w 2000 roku do 276,5 na ziarnie zebranych w 2001. Mniejsze zasiedlenie przez mikroflorę oznaczono dla odmian Rodion i Scarlett: odpowiednio od 164,0 do 217,5 kolonii/100 ziarniaków i od 121,5 do 209,0 kolonii/100 ziarniaków w zależności od roku zbioru. Nieoplewione ziarniaki odmiany Rastik zebrane w 2000 roku charakteryzowały się najmniejszym zasiedleniem przez mikroorganizmy: 143,5 kolonii/100 ziarniaków. W pozostałych latach badań na ziarniakach tych stwierdzono liczniejsze występowanie mikroorganizmów – od 188,0 kolonii/100 ziarniaków w 1999 roku do 248,0 kolonii/100 ziarniaków dla zebranych w 2001. Wśród obserwowanych grzybów najczęściej występowały: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. i *Mucor* spp. Grzyby *Alternaria alternata* i *Cladosporium* spp. znane są jako saprotrofy bądź

Tabela 2

Mikroorganizmy zasiedlające ziarniaki jęczmienia jarego ze zbioru 1999–2001 (liczba kolonii/100 ziarniaków)  
Microorganisms occurred on seed of spring barley harvested in 1999–2001 (number of colonies/100 seeds)

Mikroorganizmy Microorganisms	Jęczmień; Barley														
	nagi; naked						oplewiony; husked								
	Rastik		Rataj		Rodion		Rasbet		Scarlett						
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001			
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	25,0	86,0	68,5	22,5	60,5	32,5	26,5	49,0	76,0	19,5	93,0	40,0	14,5	31,0	29,5
<i>Aureobasidium pululans</i> (de Bary) Am.	0,5	-	1,0	2,0	-	-	1,5	-	0,5	1,5	1,5	-	-	2,0	2,5
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	38,0	-	19,5	53,5	3,5	46,0	78,5	34,0	11,5	98,0	2,0	32,5	92,5	43,5	53,5
<i>Cladosporium herbarium</i> (Pers.) Link ex Fr.	18,5	-	1,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	4,5	-	-	-	0,5	0,5
<i>Epilobium nigrum</i> Link.	0,5	3,5	9,0	0,5	-	0,5	2,0	-	0,5	0,5	-	0,5	1,5	4,5	2,0
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	-	-	7,5	0,5	0,5	16,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.	-	-	2,0	5,5	3,0	1,0	15,0	0,5	0,5	7,0	2,0	0,5	20,0	2,5	12,5
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	-	-	11,5	3,0	0,5	37,0	-	-	-	0,5	2,5	-	38,0	-	10,0
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,0
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyd et Hans.	0,5	-	3,5	1,0	1,5	4,0	-	-	3,5	1,0	1,0	3,5	0,5	-	4,0
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.	4,5	1,0	14,5	1,0	8,0	10,5	-	4,5	13,0	1,0	5,5	12,0	0,5	1,0	7,0
<i>Fusarium semitectum</i> Berk. et Rav.	-	0,5	1,0	-	1,0	-	-	-	0,5	1,0	-	0,5	-	1,5	2,0
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Appel et Wollenw. emend. Snyd et Hans.	-	-	1,5	-	-	7,0	-	0,5	1,5	0,5	1,5	2,0	0,5	-	3,5
<i>Fusarium sporotrichoides</i> Sherb.	-	-	0,5	-	1,0	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	0,5
<i>Fusarium tricinatum</i> (Corda) Sacc.	0,5	-	11,0	1,0	0,5	6,0	-	-	6,0	0,5	0,5	8,5	-	-	2,5
Ogółem <i>Fusarium</i> ; Total <i>Fusarium</i>	5,5	3,5	56,5	9,5	14,0	95,5	0,5	5,5	36,5	9,5	9,0	104,5	4,0	6,0	56,0
<i>Mucor</i> spp.	7,0	1,0	8,5	2,5	4,5	1,5	12,0	3,0	2,0	5,0	-	-	-	-	2,0
<i>Papularia arundinis</i> (Corda) Fr.	-	10,5	1,0	-	3,5	-	-	-	3,0	-	-	-	-	1,0	0,5
<i>Penicillium</i> spp.	24,5	14,5	26,0	35,0	4,0	4,0	24,0	5,0	30,0	4,5	1,5	0,5	-	7,0	12,0
<i>Stemphylium</i> spp.	-	9,5	-	-	6,0	-	2,5	3,5	1,5	0,5	11,0	-	-	5,0	-
Kolonie niezarodnikujące Non sporulating colonies	1,5	0,5	-	8,0	-	-	1,0	0,5	1,0	3,0	0,5	1,5	3,5	3,0	2,5
Inne (w tym 17 gatunków z 11 rodzajów)	38,5	8,0	6,0	5,5	20,5	29,0	4,0	1,5	14,5	14,0	0,5	53,5	4,5	12,0	6,0
Others (17 species from 11 genus)	28,5	6,5	50,5	39,0	3,0	38,0	14,5	62,0	40,5	15,0	50,5	43,5	1,0	20,0	42,0
Bakterie; Bacteria	188,0	143,5	248,0	178,5	120,0	247,5	167,0	164,0	217,5	175,5	169,5	276,5	121,5	140,0	209,0
Ogółem mikroorganizmy Total microorganisms	188,0	143,5	248,0	178,5	120,0	247,5	167,0	164,0	217,5	175,5	169,5	276,5	121,5	140,0	209,0

pasożyty okolicznościowe, które wywołują czernienie zbóż. Choroba często towarzyszy opóźnionym zbiorom, w czasie wilgotnej pogody. W badaniach grzyb *Alternaria alternata* wystąpił dość licznie: od 14,5 do 93,0% w zależności od odmiany i roku zbioru. Grzyby z rodzaju *Penicillium* były także często obserwowane, zwłaszcza na ziarnie odmian pastewnych, zarówno oplewionych, jak i nieoplewionej, nawet do 35,0%. Ponadto badane ziarno jęczmienia w dużym stopniu porażone było przez *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. i grzyby z rodzaju *Fusarium* (tab. 2).

Grzyb *Bipolaris sorokiniana* najczęściej był izolowany z ziarna zebranego w 1999 roku: średnio od 38,0 do 98,0 kolonii/100 ziarn. Najślabiej była porażona odmiana Rastik od 0% na ziarnie zebranym w 2000 roku do 38% na ziarnie zebranym w 1999 roku. Obserwowano różnice w porażeniu przez tego patogena zarówno w zależności od odmiany, jak i roku zbioru.

Dosyć licznie wystąpiły na ziarniakach wszystkich badanych odmian patogeny z rodzaju *Fusarium* – średnio od 0,5 do 104,5 kolonii/100 ziarn w zależności od odmiany i roku zbioru. Najbardziej porażone było ziarno zebrane w roku 2001 – średnio od 36,5 do 104,5 kolonii/100 ziarn, najślabiej zaś zebrane w 1999 roku: od 0,5% do 9,5%. Obserwowano różnice pomiędzy odmianami, słabiej porażone były ziarniaki nieoplewione odmiany Rastik i oplewione odmiany Rodion i Scarlett, a silniej oplewione odmiany Rataj i Rasbet. Spośród 11 gatunków najczęściej obserwowano *F. graminearum* Schwabe, *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans i *F. poae* (Peck) Wollenweber (tab. 2).

Badano również występowanie grzybów patogenicznych na ziarniakach nagich, oplewionych i na plewach odmiany Rastik. Obecność grzybów patogenicznych stwierdzono na 79,5% ziarniaków oplewionych, 56,5% plew i 33,0% ziarniaków nieoplewionych (tab. 3). Wśród występujących patogenów obserwowano 8 gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium* oraz gatunki *Microdochium nivale* i *Bipolaris sorokiniana*. W największym nasileniu wystąpił *Bipolaris sorokiniana*: od 18,5% na ziarniakach nagich do 50,0% na ziarniakach oplewionych. Spośród rodzaju *Fusarium* najczęściej obserwowano gatunki *F. poae* i *F. graminearum*, zaś *Microdochium nivale* występował sporadycznie (0–1%). *Fusarium culmorum*, *F. sporotrichioides* i *Microdochium nivale* obserwowano w podobnej liczbie na ziarniakach nagich i oplewionych, a nie stwierdzono ich obecności na plewach. Daje to podstawy do wnioskowania, że grzyby te zasiedlają zwykle głębsze warstwy ziarniaków jęczmienia jarego. *Bipolaris sorokiniana* i pozostałe gatunki z rodzaju *Fusarium* obserwowano zarówno na ziarniakach nagich, oplewionych, jak i plewach, co świadczy o ich obecności na powierzchni, jak i w głębszych tkankach ziarniaka. Analiza wariancji potwierdziła istotne różnice w występowaniu grzybów na ziarniakach nagich, oplewionych i plewach tylko w przypadku *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium graminearum* (tab. 3).

Badano również wpływ zasiedlenia ziarna przez mikroorganizmy na masę tysiąca ziarn. Stwierdzono, że ziarniaki o niższej masie tysiąca ziarn były liczniej zasiedlone przez mikroorganizmy. Zależności te przedstawiono za pomocą współczynników korelacji (tab. 4).

Tabela 3

Grzyby z rodzaju *Fusarium*, *Bipolaris sorokiniana* i *Microdochium nivale* na ziarnie nagim, oplewionym i plewach odmiany Rastik  
Fungi from genera *Fusarium*, *Bipolaris sorokiniana* and *Microdochium nivale* on husk and naked or husked seeds of Rastik cultivar

Gatunek grzyba Fungus species	Ziarniaki oplewione Husked seed	Ziarniaki nagie Naked seed	Plewy Husk	NIR <sup>T</sup> <sub>0,05</sub> LSD <sup>T</sup> <sub>0,05</sub>
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	50,0	18,5	42,5	17,33**
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.	0,5	0,5	0,0	NS
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	4,0	0,5	0,5	NS
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	9,0	4,0	5,0	4,92*
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder et Hans	3,0	1,0	1,0	NS
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.	10,0	5,5	5,5	NS
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.(G,B,J)	1,0	0,5	1,0	NS
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	0,0	1,0	0,0	NS
<i>Fusarium tricinctum</i> (Corda) Sacc.	1,5	0,5	1,0	NS
<i>Microdochium nivale</i> (Fr.) Ces.	0,5	1,0	0,0	NS
Ogółem; Total	79,5	33,0	56,5	-

Tabela 4

Współczynniki korelacji pomiędzy mikroorganizmami zasiedlającymi materiał siewny i masą tysiąca nasion  
Correlation coefficients between occurrence of microorganisms on sowing material and one thousand seed weight

Wyszczególnienie Specification	Masa tysiąca ziarn One thousand kernel weight
Ogólna liczba mikroorganizmów Total number of microorganisms	- 0,35***
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	- 0,32***
<i>Fusarium spp.</i>	- 0,39***

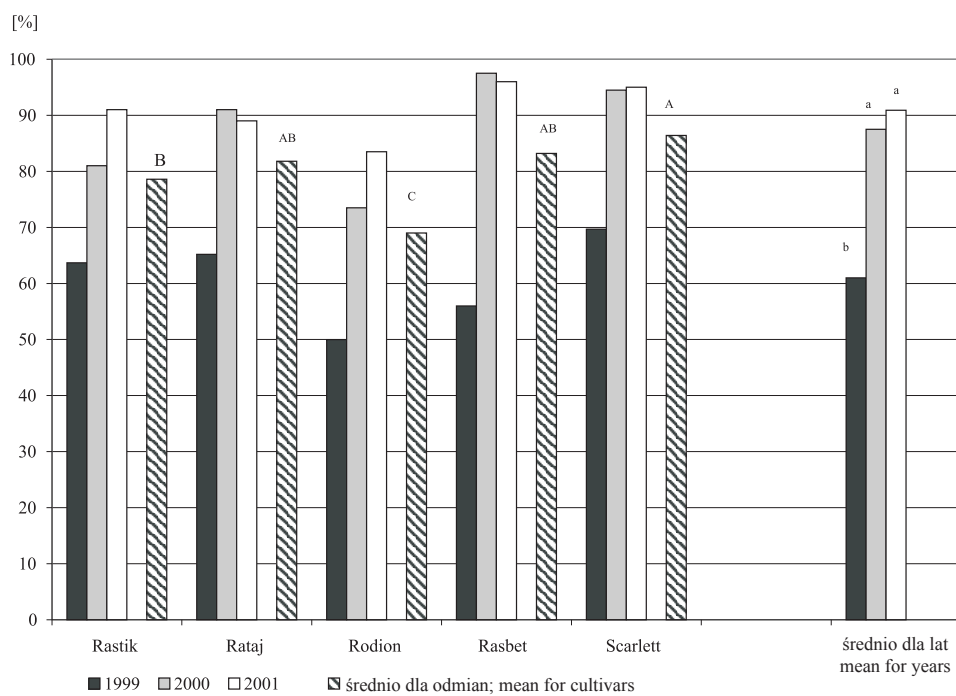
Przeprowadzone analizy laboratoryjne na obecność grzyba *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. wykazały, że najsilniej porażone było ziarno odmian: Rodion, Rasbet i Rastik ze zbioru w roku 2001. W pozostałych latach grzybnię tego patogena obserwowano tylko w ziarnie odmiany Rodion zebrany w roku 1999 (tab. 5).

Badania laboratoryjne ziarniaków wykazały różnice zdolności kiełkowania pomiędzy odmianami i latami zbioru oraz istotną interakcję odmian z latami. Spośród wszystkich badanych odmian materiał siewny odmiany Scarlett charakteryzował się najwyższą zdolnością kiełkowania (rys. 1). Najslabiej kiełkowały ziarniaki oplewio-

Tabela 5

Liczba ziarniaków (%) jęczmienia jarego porażonych przez *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. ze zbioru 1999–2001  
 Number of seeds (%) of spring barley infected by *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. harvested in 1999–2001

Odmiana Cultivar	Rok zbioru Year of harvest		
	1999	2000	2001
Rataj	0	0	0
Rodion	0,05	0	0,4
Rastik	0	0	0,2
Rasbet	0	0	0,3
Scarlett	0	0	0



Grupy jednorodne: dla odmian od A do C; dla lat od a do b  
 Homogenous groups: for cultivars from A to C; for years from a to b

Rys. 1. Zdolność kiełkowania jęczmienia jarego w zależności od odmiany i roku zbioru  
 Germination capacity of spring barley depending on cultivar and year of harvest

ne pastewnej odmiany Rodion, a nasiona odmiany Rastik o ziarnie nieoplewionym kiełkowały na średnim poziomie we wszystkich latach badań. Najwyższe wartości zdolności kiełkowania stwierdzono w roku 2001, zaś najniższą zdolność kiełkowania obserwowano dla ziarna zebranego w roku 1999 (rys. 1). Ziarno ze zbioru w 1999 roku nie spełniało wymagań stawianych dla zdolności kiełkowania, które dla materiału siewnego w stopniu przedbazowym i bazowym wynoszą nie mniej niż 85%.

Wigor ziarna określono mierząc szybkość rozwoju plumuli i korzenia pierwotnego oraz określając suchą masę siewek. Spośród badanych odmian najwyższym wigorem charakteryzowała się odmiana Scarlett (tab. 6). Stwierdzono, że w tym samym czasie (7 dni) najkrótszy pierwszy liść miały siewki odmiany Rataj, dla odmian Rodion i Rastik stwierdzono najkrótszy korzeń, a najniższą suchą masę siewki oznaczono dla odmiany Rasbet. Nieoplewiona odmiana Rastik charakteryzowała się średnimi wartościami wigoru oznaczonego długością plumuli, korzenia pierwotnego i suchą masą siewki w stosunku do badanych odmian o ziarnie oplewionym. Obserwowano różnice w wigorze ziarna w zależności od roku zbioru. Najdłuższą plumulę miały siewki wyrosłe z ziarna zebranego w 2001 roku. Średnia długość pierwszego liścia rozwijającego się z ziarna zebranego w 2000 roku była mniejsza od około 23 mm niż ziarna zebranego w 1999 roku i o około 30 mm niż ziarna zebranego w 2001 roku. W przypadku pozostałych badanych parametrów stwierdzono, że najdłuższy korzeń pierwotny miały siewki wyrosłe z ziarna zebranego w 2001 roku, a największą suchą masę – siewki z ziarniaków ze zbioru w 2000 i 2001 roku (tab. 6). Nie stwierdzono istotności interakcji odmian z latami zarówno dla długości plumuli, korzenia pierwotnego, jak i suchej masy siewek.

Zawartość białka zależała od właściwości odmianowych oraz roku zbioru (tab. 7). Wyższą zawartością białka charakteryzowały się odmiany pastewne niż browarne. Najwyższą zawartością białka wyróżniała się odmiana Rastik o ziarnie nieoplewionym, najniższą zaś stwierdzono dla odmiany Scarlett. Najwięcej białka zgromadziły ziarniaki zebrane w roku 2000, a najniższą zawartość oznaczono w ziarnie z 2001 r.

Istotne różnice w ilości włókna w ziarnie obserwowano tylko pomiędzy latami zbioru. Ziarno ze zbioru w roku 2000 miało więcej włókna niż ziarniaki zebrane w pozostałych latach. Różnice odmianowe były nieistotne.

Najwyższą zawartość skrobi stwierdzono dla oplewionej odmiany Scarlett, a najniższą dla nieoplewionego Rastika. W roku 1999 ziarniaki charakteryzowały się najwyższą zawartością skrobi, jednak różnice między latami zbioru były statystycznie nieistotne. Istotne współdziałanie odmian z latami obserwowano tylko dla zawartości białka i włókna w ziarniakach.

Podjęto próbę określenia zależności zawartości skrobi od poziomu zawartości białka i włókna. Analiza korelacji i regresji wykazała, że niskiej zawartości skrobi w ziarnie towarzyszy wyższa zawartość białka i włókna, a współczynniki determinacji wynosiły 59,39% dla białka i 24,86% dla włókna.



Tabela 6

Wigor jęczmienia jarego z lat zbioru 1999–2001  
Vigour of spring barley harvested in 1999–2001

Odmiana Cultivar	Długość plumuli; Plumule length (mm)			Długość korzenia; Root length (mm)			Sucha masa; Dry weight (g)			
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	średnio mean
Rastik	101,8	87,7	106,1	131,5	148,2	159,5	0,127	0,370	0,350	0,282A"
Rataj	75,9	46,8	87,3	148,6	144,9	159,7	0,201	0,292	0,231	0,241A"
Rodion	92,7	75,2	116,1	136,4	127,4	173,7	0,049	0,302	0,316	0,222A"
Rasbet	102,5	62,2	94,9	150,8	143,3	158,9	0,080	0,326	0,248	0,218A"
Scarlett	106,5	90,4	107,4	173,3	157,6	170,5	0,155	0,321	0,421	0,299A"
Średnio	95,9	72,5	102,3	148,1	144,3	164,4	0,122	0,322	0,313	-
Mean	a	b	a	b'	b'	a'	b"	a"	a"	-

Grupy jednorodnie; Homogenous groups:

- długość plumuli: dla odmian od A do C, dla lat od a do b; plumule length: for cultivars from A to C, for years from a to b
- długość korzenia: dla odmian od A' do B', dla lat od a' do b'; root length: for cultivars from A' to B', for years from a' to b'
- sucha masa: dla odmian A", dla lat od a" do b"; dry weight: for cultivars A", for years from a" to b"

Tabela 7

Skład chemiczny ziarna jęczmienia jarego z lat zbioru 1999–2001  
 Chemical components of spring barley seeds harvested in 1999–2001

Odmiana Cultivar	Białko; Protein			Włókno; Fibre			Skrobia; Starch					
	1999	2000	2001	średnio mean	1999	2000	2001	średnio mean	1999	2000	2001	średnio mean
Rastik	15,6	14,5	11,2	14,2A	4,2	4,4	4,4	4,5A'	50,2	49,6	51,8	50,5C''
Rataj	12,6	11,7	12,3	12,2B	4,7	5,1	4,4	4,7A'	52,4	51,6	52,0	52,0B''
Rodion	10,6	10,5	12,5	10,7C	4,5	4,8	5,0	4,5A'	53,4	53,6	50,5	53,0AB''
Rasbet	12,4	12,8	12,0	12,4B	4,3	4,8	4,2	4,5A'	52,9	53,5	52,8	52,2B''
Scarlett	10,1	10,4	10,6	10,4D	4,4	5,0	4,2	4,4A'	54,0	50,8	54,0	53,8A''
Średnio	12,24	12,98	11,71	-	4,4	4,8	4,4	-	52,6	51,8	52,2	-
Mean	b	a	c		b'	a'	b'		a''	a''	a''	

Grupy jednorodne; Homogenous groups

– białko: dla odmian od A do D, dla lat od a do c; protein: for cultivars from A to D, for years from a to c

– włókno: dla odmian A', dla lat od a' do b'; fibre: for cultivars A', for years from a' to b'

– skrobia: dla odmian A'' do C'', dla lat a''; starch: for cultivars from A'' to C'', for years a''

## DYSKUSJA

Przeprowadzone analizy mikologiczne jęczmienia jarego wykazały liczne zasiedlenie ziarniaków przez grzyby i bakterie. Zidentyfikowano około 30 gatunków grzybów należących do 20 rodzajów. Wśród obserwowanych grzybów najczęściej występowały: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. i *Mucor* spp., co potwierdza wyniki uzyskane przez Błaszczowskiego i Piecha (4) oraz Cleara i in. (7). W badanych próbkach ziarna najczęściej izolowanym grzybem saprotroficznym był *Alternaria alternata*, podobnie jak w badaniach Knudsen i in. (13). Grzyb ten jest uznawany jako potencjalnie niebezpieczny ze względu na możliwość produkowania toksyn, które mogą powodować wydłużanie się korzeni i opóźnianie rozwoju siewek (2). Ponadto często izolowano grzyby z rodzaju *Penicillium*, chociaż należą one do tzw. „grzybów przechowalniczych” (21). Badane ziarno jęczmienia było także w dużym stopniu porażone przez *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. i grzyby z rodzaju *Fusarium*. Patogeny te są główną przyczyną chorób podsuszkowych w Polsce (23).

Znaczący wpływ na rozwój mikroflory mają opady i wysoka temperatura w czasie kłoszenia, na co zwrócili uwagę Agarwal i Sinclair (1). Autorzy podkreślili, że wysoka temperatura w maju i wilgotne oraz chłodniejsze warunki pod koniec maja i na początku czerwca sprzyjały wysokiemu porażeniu ziarniaków, zwłaszcza przez *B. sorokiniana*. Zróżnicowane wyniki liczby uzyskanych wyosobnień tego grzyba z ziarna w różnych latach zbioru i różnych okręgach rolniczych uzyskała Łacicowa (17), tłumacząc to również warunkami pogodowymi i glebowymi, a także niejednakową ilością materiału infekcyjnego znajdującego się w otoczeniu podczas kwitnienia zbóż. Grzyb *Bipolaris sorokiniana* atakuje jęczmień w każdej fazie wzrostu. Według Eng-Chong-Pua i in. (10) redukcja plonu ziarna może dochodzić nawet do 30%, w konsekwencji porażenia korzeni, dolnych międzywęźli, liści, kłosów, a w nich ziarna. Głównym źródłem infekcji w polu jest porażony materiał siewny jęczmienia, w którym grzybnia zlokalizowana jest między plewkami a okrywą owocowo-nasienną, oraz konidia zanieczyszczające powierzchnię ziarniaków (19). Zabieg powierzchniowego odkażania ziarna tylko częściowo eliminuje patogena, co wskazuje na ścisły związek grzyba z głębszymi warstwami ziarna (17). Przeprowadzone analizy nagich i oplewionych ziarniaków oraz plew wykazały, że grzyb był obecny zarówno na plewach i ziarniakach oplewionych, jak i na ziarniakach nagich.

Zakażenie przez *B. sorokiniana* ziarna nie zawsze wpływa na jego zewnętrzny wygląd, chociaż Wilcoxson i Miles (25) izolowali go z ziarniaków jęczmienia o wyraźnie zmienionym kolorze. W badaniach Koczowskiej i Jelińskiej (14) ziarno z kłosów zainfekowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* było wyraźnie mniejsze niż z kłosów kontrolnych. Perkowski i Kiecana (22) obserwowali, że w kłosach porażonych przez *F. crookwellense*, *F. culmorum* i *F. graminearum* niektóre ziarniaki były słabo wykształcone, pomarszczone, o barwie różowo-szarej. Wielkość

ziarniaków była jednak taka sama jak nieporażonych, przy czym były one lżejsze i o miękkiej konsystencji. Badania ziarniaków wykazały istotne ujemne korelacje pomiędzy liczbą mikroorganizmów, w tym grzybów z rodzaju *Fusarium* i *Bipolaris sorokiniana*, a masą tysiąca nasion. Ponadto ziarniaki, na których te grzyby wystąpiły w większym nasileniu, były bardziej pomarszczone.

Dosyć licznie występowały w badanym materiale także grzyby z rodzaju *Fusarium*. Spośród 11 gatunków najczęściej obserwowano *F. graminearum*, *F. equiseti*, *F. culmorum* i *F. poae*. Łacicowa (17) stwierdziła, że ze względu na dużą szkodliwość i częste występowanie w materiale roślinnym, największe znaczenie wydają się mieć *F. avenaceum*, *F. culmorum* i *F. graminearum*. Jednakże niejednolite warunki klimatyczne w Polsce stwarzają zróżnicowane zagrożenie zbóż przez choroby powodowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (18).

Badania laboratoryjne wykazały różnice odmianowe w zdolności kiełkowania i w wigorze jęczmienia jarego. Najniższą zdolność kiełkowania obserwowano u odmiany nieoplewionej, co potwierdza wyniki uzyskane przez Vermę i in. (24). Autorzy badali wartość siewną oplewionych i nieoplewionych genotypów jęczmienia i stwierdzili, że wyższą zdolnością kiełkowania i lepszym wigorem oznaczonym długością plumuli, korzenia pierwotnego i suchą masą siewek charakteryzowały się genotypy oplewione w porównaniu z nieoplewionymi.

Głównia pyłkowa w ziarniakach w czasie trzyletnich badań występowała w niewielkim nasileniu. Stwierdzono, że najsilniej porażone było ziarno odmiany Rodion, Rasbet i Rastik ze zbioru w roku 2001. W pozostałych latach grzybnię tego patogena obserwowano tylko na ziarnie odmiany Rodion zebranych w roku 1999. Lipa i Korbas (16) stwierdzili, że w 2001 roku średnie porażenie kłosów jęczmienia jarego, podobnie jak w 2000 roku, nie przekraczało 2%, co oznacza niewielkie nasilenie choroby w uprawach jęczmienia jarego i potwierdza wyniki uzyskane w doświadczeniu.

Analiza składu chemicznego ziarniaków jęczmienia jarego wykazała pewne zależności pomiędzy zawartością białka, skrobi i włókna. Stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy zawartością białka i włókna oraz ujemną pomiędzy zawartością skrobi i białka oraz skrobi i włókna. Obserwowano także różnice odmianowe, przy czym najwyższą zawartość białka stwierdzono u odmiany Rastik o ziarnie nieoplewionym, co jest zgodne z opinią Dziamby i Rachonia (8), chociaż w ich badaniach nie występował Rastik, lecz starsze rody nagoziarniste.

## WNIOSKI

1. Ziarniaki jęczmienia jarego były licznie zasiedlane przez grzyby i bakterie. Stwierdzono występowanie grzybów patogenicznych rodzaju *Fusarium* i grzyba *Bipolaris sorokiniana* oraz powszechną obecność saprotrofów: *Alternaria alternata*, *Cladosporium spp.*, *Stemphylium spp.* i *Penicillium spp.*

2. Ziarniaki nieoplewione były w mniejszym stopniu zasiedlane przez mikroorganizmy, a zwłaszcza przez grzyby *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium spp.*

3. Grzyby patogeniczne występujące na ziarniakach wpływały niekorzystnie na ciężar, dorodność i wygląd ziarna.

4. Zdolność kiełkowania i wigor miały podobne wartości zarówno dla ziarna nieoplewionego, jak i oplewionego. Nagie ziarniaki charakteryzowały się najwyższą zawartością białka i najniższą skrobi.

#### LITERATURA

1. Agarwal V.K., Sinclair J.B.: Principles of seed pathology. Second edition CRC Press Inc., Lewis, 1997.
2. Baturó A.: Head healthiness and fungus composition of spring barley harvested grain cultivated under organic, integrated and conventional farming system. *Phytopathol. Pol.*, 2002, **26**: 73-83.
3. Bhatti R.S.: The potential of hull-less barley – a review. *Cereal Chem.*, 1986, **63**: 97-103.
4. Błaszczkowski J., Piech M.: Comparison of seed-borne fungal communities of naked and husked oats and barley. *Phytopathol. Pol.*, 2002, **24**: 73-76.
5. Boros D., Rek-Cieply B., Cyran M.: A note on the composition and nutritional value of hullless barley. *J. Animal Feed Sci.*, 1996, **5**: 417-424.
6. Chidambaram S.B., Matur S.B., Neergaard P.: Handbook on seed health testing. The International Seed Testing Association As-NLH, Norway, 1972.
7. Clear R.M., Patrick S.K., Gaba D.: Prevalence of fungi and fusariotoxins on barley seed from western Canada, 1995 to 1997. *Can. J. Plant Sci.*, 2000, **22(1)**: 44-50.
8. Dziamba S., Rachoń L.: Zróżnicowanie elementów struktury plonu nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego uprawianych w siewie czystym i mieszanym. *Biul. IHAR*, 1988, **167**: 79-85.
9. Ellis M.B.: „Dematiaceous Hyphomycetes”. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 1971.
10. Eng-Chong-Pua R.R., Pelletier H.R., Klinck H.R.: Seedling blight, spot blotch and common root rot in Quebec and their effect on grain yield in barley. *Can. J. Plant Pathol.*, 1985, **7**: 395-401.
11. International Seed Testing Association: Handbook of Vigour Test Methods. ISTA edited by J.G. Hampton and D.M. TeKrony. 3<sup>rd</sup> Edition, Zurich, Switzerland, 1995.
12. International Rules for Seed Testing: Published by The International Seed Testing Association (ISTA), P. O. BOX 308, 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland, Edition 2004.
13. Knudsen I.B.M., Hockenhull J., Jensen D.F.: Biocontrol of seedling disease of barley and wheat caused by *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana*: Effects of selected fungal antagonists on growth and yield components. *Plant Pathol.*, 1995, **44**: 467-477.
14. Koczowska I., Jelińska E.: Wpływ porażenia kłosów żyta przez grzyby z rodzaju *Fusarium* na plon ziarna. *Biul. IHAR*, 1983, **150**: 21-26.
15. Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P.: Flora Polska T. XXII. Grzyby niedoskonałe. Strzępczakowe. Gruźelkowate. Sierpik (*Fusarium*). PAN Warszawa-Kraków, 1991.
16. Lipa J.J., Korbas M.: Nowoczesna ochrona zbóż przed chorobami i szkodnikami. *Wiś Jutra*, 2002, **5(46)**: 40-44.
17. Łacicowa B.: Mikoflora ziarna jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) wzrastającego w warunkach zagrożenia chorobowego przez *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain. (= *Helminthosporium sativum* P.K. et B.). *Rocz. Nauk Rol.*, 1990, s. E, **20(1/2)**: 17-23.
18. Łacicowa B., Orlikowski L.: Próba oceny zagrożenia chorobowego zbóż przez grzyby z rodzaju *Fusarium* w niektórych województwach Polski – na podstawie analizy ziarna. *Biul. IHAR*, 1973, **3-4**: 29-38.
19. Łacicowa B., Pięta D.: Podatność różnych odmian jęczmienia jarego na porażenie przez *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain. *Hod. Rośl. Aklim. Nasien.*, 1991, **35(5/6)**: 53-59.

20. Malone J.P., Muskett A.E.: Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species. 3 rd Edition. Sheppard J.W. (ed.). ISTA, Zurich, 1997.
21. Narkiewicz-Jodko M.: Wpływ wilgotności na zdolność kiełkowania i mikoflorę ziarna zbóż przechowywanego bez wymiany powietrza oraz w atmosferze dwutlenku węgla. Biul. IHAR, 1979, **135**: 133-141.
22. Perkowski J., Kiecana I.: Biosynteza toksyn fuzaryjnych w ziarnie jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) po inokulacji kłosów *Fusarium crokwellense* Burgess, Nelson, Toussoun, *F. culmorum* (W.G.Sm) Sacc. i *F. graminearum* Schwabe. Biul. IHAR, 1998, **207**: 69-80.
23. Truszkowska W., Dorenda M., Janiak M., Kutrzeba M., Milewska M.: Badania zagrożenia jęczmienia (*Hordeum sativum* L.) zgorzelą podstawy źdźbła w zależności od uprawy. Roczn. Nauk Rol., 1983, s. E, **13(1-2)**: 85-99.
24. Verma S.S., Verma U., Dahiya O.S., Saini S.L.: Studies on seed quality parameters in hulled and huskless barley. Ann. Agri Bio Res., 1998, **3(1)**: 27-33.
25. Wilcoxson R.D., Miles M.R.: Fungi associated with discolored barley kernels in Minnesota. International J. Tropic. Plant Diseases., 1995, **13(1)**: 97-105.

#### COMPARISON OF SELECTED TRAITS OF NAKED AND HUSKED SEEDS OF SPRING BARLEY

##### Summary

Seeds of 5 cultivars of spring barley: one naked (Rastik) and four husked (Rataj, Rodion, Rasbet and Scarlett) were tested for sowing value (seed health, germination capacity and vigour), chemical components and one thousand kernel weight. The studies showed that barley seeds were infected by numerous fungi. Among them the saprophytic fungi: *Alternaria alternata*, *Cladosporium spp.*, *Stemphylium spp.*, *Penicillium spp.* as well as pathogens: *Bipolaris sorokiniana* and *Fusarium spp.* were determined. The analysis also showed that naked seeds were only lightly infected. It was found also that occurrence of pathogens on seeds decreased one thousand kernel weight. The highest content of protein and the lowest content of starch was observed in naked seeds. However the germination capacity and vigour of naked seeds were the same as for husked ones.

*Praca wpłynęła do Redakcji 1 VII 2005 r.*