

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Wpływ wybranych związków chemicznych i preparatu Biosept 33 SL na jakość nasion marchwi (*Daucus carota* L.)

The influence of selected chemical compounds and the Biosept 33 SL preparation on the quality of carrot seeds (*Daucus carota* L.)

Magdalena Jarosz*

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu wybranych związków chemicznych i preparatu Biosept 33 SL (33% ekstrakt z miąższu i nasion grejpfruta) na zdrowotność oraz kiełkowanie nasion marchwi odmiany Amsterdamska i odmiany Berlikumer 2. Nasiona moczone przez 10, 20 i 30 minut w roztworze nadtlenu wodoru (3%), roztworze kwasu mlekowego (5%) oraz preparacie Biosept 33 SL (0,5%). Kontrolę stanowiły nasiona moczone w wodzie destylowanej przez 10, 20 i 30 minut oraz nasiona nietraktowane. Nasiona obu odmian były w różnym stopniu zasiedlone przez grzyby rodzaju *Alternaria*. Traktowanie nasion obu odmian roztworami nadtlenu wodoru, kwasu mlekowego i preparatu Biosept 33 SL bez względu na czas trwania zabiegu zmniejszało ich stopień zasiedlenia przez grzyby rodzaju *Alternaria* oraz zwiększało odsetek nasion wolnych od grzybów. Traktowanie nasion odmiany Amsterdamska roztworami H₂O₂ przez 20 minut i kwasu mlekowego przez 10 minut zwiększało ich kiełkowanie po 14 dniach, w stosunku do nasion nietraktowanych i moczonych w wodzie destylowanej. Niezależnie od sposobu i czasu traktowania nasion zaobserwowano poprawę kiełkowania oraz zmniejszenie odsetka nasion martwych u odmiany Berlikumer 2 w stosunku do nasion nietraktowanych.

Słowa kluczowe: ekstrakt z grejpfruta, nadtlenek wodoru, kwas mlekowy, kiełkowanie nasion, zdrowotność nasion, *Alternaria* spp.

Abstract

The aim of the study was to determine the effect of selected chemical compounds and the preparation Biosept 33 SL (33% extract from grapefruit pulp and seeds) on the health and germination of carrot seeds of the Amsterdamska cultivar and the Berlikumer 2 cultivar. The seeds were soaked for 10, 20 and 30 minutes in a solution of hydrogen peroxide (3%), a solution of lactic acid (5%) and the preparation Biosept 33 SL (0.5%). The control consisted of seeds soaked in distilled water for 10, 20 and 30 minutes and untreated seeds. The seeds of both cultivars were colonized by fungi of the *Alternaria* genus to a varying extent. Treating the seeds of both cultivars with solutions of hydrogen peroxide, lactic acid and the preparation Biosept 33 SL, regardless of the duration of the treatment, reduced their degree of colonization by fungi of the *Alternaria* genus and increased the percentage of seeds free from fungi. Treatment of seeds of the Amsterdamska cultivar with H₂O₂ solutions for 20 minutes and lactic acid for 10 minutes increased their final count compared to untreated seeds and seeds soaked in distilled water. Regardless of the method and time of seed treatment, an improvement in germination was observed, as well as a reduction in the percentage of dead seeds in the Berlikumer 2 cultivar compared to untreated seeds.

Key words: grapefruit extract, hydrogen peroxide, lactic acid, seeds germination, seeds health, *Alternaria* spp.

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Katedra Fitopatologii i Nasiennictwa

ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań

*corresponding author: magdalena.jarosz@up.poznan.pl

Wstęp / Introduction

Marchew jest jednym z głównych warzyw uprawianych w Polsce i na świecie. Często przyczyną dużych strat w plonie tej rośliny są choroby grzybowe, których sprawcami są patogeny przenoszone z nasionami. Najgroźniejszymi z nich są grzyby: *Alternaria dauci* (J.G. Kühn) J.W. Groves et Skolko powodujący alternariozę naci i *Alternaria radicina* Meier, Drechsler et E.D. Eddy wywołujący czarną zgniliznę korzeni. Patogeny te przyczyniają się również do obniżenia jakości nasion przez pogorszenie ich zdolności kiełkowania (Tylkowska 1991). Na nasionach marchwi wykrywa się także często *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., uważanego za słabego patogena marchwi (Tylkowska 1991).

Do zwalczania grzybów zasiedlających nasiona powszechnie stosuje się środki chemiczne. Poszukuje się jednak nowych sposobów uszlachetniania materiału siewnego, które poprawiłyby jego jakość, a jednocześnie były bezpieczne dla ludzi i środowiska. Alternatywnym sposobem poprawy zdrowotności nasion może okazać się wykorzystanie związków chemicznych używanych w medycynie, przemyśle spożywczym czy innych dziedzinach życia. Wodny roztwór nadtlenu wodoru (H_2O_2) ze względu na swoje właściwości przeciwbakteryjne i przeciwgrzybowe jest powszechnie stosowany w medycynie do dezynfekcji ran, produktów medycznych i powierzchni (Sapers i Sites 2003). Związek ten powstaje naturalnie w reakcjach obronnych roślin, w warunkach stresowych (Tiedemann 1997). Zaobserwowano, że nadtlenek wodoru może skutecznie zwalczać grzyby zasiedlające nasiona oraz wzrost kolonii grzybów na sztucznych podłożach. Nandi i wsp. (2017) podają, że w warunkach *in vitro* preparat ograniczał wzrost kolonii grzybów *A. alternata*, *Aspergillus flavus*, *Colletotrichum capsici*, *Curvularia lunata*, *Fusarium moniliforme* i *Rhizopus stolonifer* na pożywce agarowej. Szopińska (2014) podaje, że eliminował też *Alternaria zinniae* i *Fusarium* spp. zasiedlające nasiona cynii. Dotychczasowe badania wskazują, że nadtlenek wodoru w różnych stężeniach korzystnie wpływał na kiełkowanie nasion bakłażana (Dufková i wsp. 2019), kukurydzy (Wahid i wsp. 2008), pomidora (Gaba i wsp. 2018), winorośli (Conner 2008), nasion drzewa *Trichilia tessmannii* (Fredrick i wsp. 2017) oraz trawy *Bromus auleticus* (Kindiger 2019).

Kolejnym produktem, który może być stosowany do odkażania powierzchni nasion jest kwas mlekowy. Kwas ten produkowany jest przez bakterie kwasu mlekowego, które mają właściwości przeciwbakteryjne i przeciwbakteryjne (Schnürer i Magnusson 2005; Ali 2010). Kwas mlekowy także posiada te właściwości, obniża pH i jest powszechnie stosowany do konserwacji żywności (Cabo i wsp. 2002; Cheong i wsp. 2014). W badaniach Szopińskiej (2013, 2014) stwierdzono, że kwas ten skutecznie obniżał występowanie *A. alternata*, *A. zinniae* i *Fusarium* spp. na nasionach cynii.

W ochronie roślin przed grzybami chorobotwórczymi coraz częściej wykorzystuje się również preparaty pochodzenia roślinnego, takie jak Biosept 33 SL zawierający wyciąg z mięszu i nasion grejpfruta (*Citrus paradisi* Macf.). Wyciąg ten zawiera hesperydyne, narynginę i ich aglikony (hesperdyne oraz narynginę) charakteryzujące się działaniem antyoksydacyjnym (Dembinski i wsp. 2004; Giamperi i wsp. 2004), a także alifatyczne aldehydy, monoterpny, nutkaton (Caccioni i wsp. 1998), 7-geranoksykumaryne (Angioni i wsp. 1998) i kemferol (Niedworok 2000), które wykazują działanie antygrzybowe. Wielu autorów potwierdziło właściwości biobójcze ekstraktów z grejpfruta w swoich badaniach (Batur 2009; Kaczmarek-Cichosz 2010; Szopińska i wsp. 2010; Patkowska i Krawiec 2016).

Celem doświadczenia było zbadanie wpływu nadtlenu wodoru (3%), kwasu mlekowego (5%) i preparatu Biosept 33 SL (0,5%) na zdrowotność i kiełkowanie nasion marchwi.

Materiały i metody / Materials and methods

W doświadczeniu wykorzystano nasiona marchwi dwóch odmian: Amsterdamska (nr partii 02025/TC-0) i Berlikumer 2 (nr partii 302114/084S). Nasiona pochodziły z Przedsiębiorstwa Nasiennictwa Ogrodniczego i Szkółkarskiego „CNOS” w Poznaniu. Do moczenia nasion użyto roztworu nadtlenu wodoru w stężeniu 3% (producent Przedsiębiorstwo Produkcji Farmaceutycznej Hasco-Lek S.A., Wrocław), kwas mlekowy o stężeniu 5% (producent Sigma-Aldrich Co., Steinheim) oraz preparat Biosept 33 SL w stężeniu 0,5% (producent Cintamani, Piaseczno). Wyżej wymienione preparaty stosowano do moczenia nasion marchwi przez 10, 20 i 30 minut. Kontrolę stanowiły nasiona moczone w wodzie destylowanej (WD) przez 10, 20 i 30 minut oraz nasiona nietraktowane (K).

Analiza zdrowotności nasion / Seed health analysis

Zdrowotność nasion oceniono za pomocą testu bibułowego z przemrażaniem. Dla każdej kombinacji doświadczenia analizowano po 200 nasion, stosując pięć powtórzeń po 40 nasion (ISTA 2023a, 2023b). Nasiona inkubowano na płytkach Petriego o średnicy 9 cm na sześciowarstwowej bibule filtracyjnej nawilżonej wodą destylowaną, po 20 nasion na płytce, przetrzymując je przez trzy dni w ciemności, w temperaturze 20°C. Następnie płytki z nasionami przemroźono w temperaturze -20°C przez 20 godzin. Po upływie tego czasu płytki umieszczono na sześć dni w pomieszczeniu o temperaturze 20°C, stosując lampy NUV w cyklu 12 godzin światła i 12 godzin ciemności. Po inkubacji dokonywano obserwacji wzrostu i zarodnikowania grzybów zasiedlających nasiona stosując mikroskop stereoskopowy Zeiss 2000 (powiększenie 50×) oraz mikroskop biologiczny (powiększenie 240×)

(Mathur i Kongsdal 2003; Marcinkowska 2004). Ponadto określono procent nasion wolnych od grzybów.

Ocena kiełkowania / Evaluation of germination

Ocenę kiełkowania nasion wykonano w temperaturze 20°C (ISTA 2023c). Badano 300 nasion z każdej kombinacji doświadczalnej, stosując po 50 nasion w sześciu powtórzeniach. Nasiona umieszczono na płytkach Petriego o średnicy 9 cm na sześciowarstwowej bibule filtracyjnej nawilżonej wodą destylowaną. Nasiona umieszczano w ciemnym pomieszczeniu, w temperaturze 20°C. Kiełko-

wanie obliczono po upływie 7 i 14 dni inkubacji. W drugim terminie dodatkowo określono odsetek siewek z objawami chorobowymi, siewek zniekształconych, nasion martwych oraz zdrowych niekiełkujących (ISTA 2023c).

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Zdrowotność nasion / Seed health

Na nasionach obu badanych odmian występowały grzyby rodzaju *Alternaria*. Na nasionach odmiany Amsterdam-

Tabela 1. Wpływ traktowania nasion marchwi na występowanie grzybów

Table 1. The influence of carrot seed treatment on the occurrence of fungi

Kombinacja doświadczalna Experimental combination	Czas traktowania Treatment time [min]	Procent nasion zasiedlonych przez grzyby Percentage of seeds infested by fungi			Procent nasion wolnych od grzybów Percentage seeds free from fungi
		<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	<i>Alternaria dauci</i> (Kühn) Groves & Skolko	<i>Alternaria radicina</i> Meier, Drechsler & Eddy	
Odmiana Amsterdamska – Amsterdamska cultivar					
K	–	22,5 e	0 a	10,0 e	70,0 a
WD	10	5,0 cd	0 a	4,0 cd	73,0 ab
	20	1,5 a-c	0 a	5,5 de	77,0 a-c
	30	7,0 d	0 a	1,5 ab	77,0 a-c
H ₂ O ₂	10	2,5 bc	0 a	1,5 ab	82,5 a-c
	20	1,5 a-c	0 a	0,5 ab	85,0 bc
	30	2,0 bc	0 a	0 a	90,0 c
KM	10	0 a	0 a	0,5 ab	73,0 ab
	20	1,0 ab	0 a	0 a	80,0 a-c
	30	1,0 ab	0 a	0 a	79,0 ac
B	10	0,5 ab	0 a	2,0 bc	85,0 bc
	20	0 a	0 a	1,0 ab	87,5 c
	30	0,5 b	0 a	1,5 ab	85,0 bc
Odmiana Berlikumer 2 – Berlikumer 2 cultivar					
K	–	97,5 f	72,5 f	27,5 c	0 a
WD	10	95,0 f	32,5 f	10,0 ab	0 a
	20	97,5 f	29,0 de	7,5 ab	0 a
	30	96,5 f	30,5 de	9,0 ab	0 a
H ₂ O ₂	10	68,0 e	15,0 a	10,0 ab	9,0 b
	20	64,0 de	15,5 a	11,5 ab	9,0 b
	30	40,0 b	18,0 ab	10,0 ab	14,0 c
KM	10	41,0 bc	31,0 de	7,5 ab	28,0 d
	20	45,0 bc	18,0 ab	10,0 ab	36,0 e
	30	22,0 a	22,5 bc	5,5 a	50,0 f
B	10	65,0 de	28,0 c-e	10,5 ab	12,5 bc
	20	53,0 b-d	25,5 cd	7,5 ab	27,5 d
	30	56,0 c-e	25,0 cd	13,0 b	16,0 c

K – kontrola (nasiona nietraktowane) – control (untreated seeds)

WD – nasiona moczone w wodzie destylowanej – seeds soaked in distilled water

H₂O₂ – nasiona moczone w roztworze nadtlenku wodoru – seeds soaked in solution of peroxide hydrogen

KM – nasiona moczone w roztworze kwasu mlekowego – seeds soaked in solution of lactic acid

B – nasiona moczone w roztworze preparatu Biosept 33 SL – seeds soaked in solution of preparation Biosept 33 SL

Wartości w kolumnach oznaczone jednakowymi literami nie różnią się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$ według testu Duncana

Means in columns followed by the same letters are not significantly different at $\alpha = 0.05$ level according to Duncan's multiple range test

ska stwierdzono obecność tylko *A. radicina* i *A. alternata*, natomiast nasiona odmiany Berlikumer 2 były silnie zasiedlone przez *A. alternata*, *A. radicina* i *A. dauci*. Grzyb *A. alternata* w największym stopniu zasiedlał nasiona obu testowanych odmian (tab. 1). Po moczeniu nasion w wodzie destylowanej, bez względu na czas ich traktowania, obserwowano ograniczenie porażenia nasion przez *A. radicina* dla odmiany Amsterdamska, a w przypadku odmiany Berlikumer 2 zmniejszenie zasiedlenia przez *A. alternata*, w porównaniu do nasion kontrolnych. Według Neergaard (1977) i Maude (1996) grzyby rodzaju *Alternaria* występują na powierzchni nasion. Moczenie w wodzie może powodować wypłukanie zarodników grzybów z powierzchni okrywy nasiennej. Zjawisko to zaobserwowali Szopińska i wsp. (2017) odnotowując mniejsze zasiedlenie nasion marchwi przez *A. dauci* po moczeniu ich przez 10 i 30 minut w wodzie destylowanej. Badania własne potwierdziły doniesienia, że moczenie nasion w wodzie, bez względu na czas ich traktowania, zmniejsza istotnie zasiedlenie nasion przez *A. alternata* i *A. radicina*.

Badania własne wykazały również, że moczenie nasion w roztworach H_2O_2 , kwasu mlekowego i preparatu Biosept 33 SL, niezależnie od czasu ich traktowania, zmniejszyło zasiedlenie nasion przez *A. alternata*, *A. dauci* i *A. radicina* w porównaniu do nasion nietraktowanych (tab. 1). Nasiona odmiany Amsterdamska potraktowane roztworami kwasu mlekowego przez 10 minut i preparatu Biosept 33 SL przez 20 minut były całkowicie wolne od *A. alternata*. Traktowanie nasion odmiany Berlikumer 2 roztworami H_2O_2 przez 30 minut oraz kwasu mlekowego przez 20 i 30 minut doprowadziło do całkowitej eliminacji *A. radicina* oraz zmniejszenia porażenia przez *A. dauci* w porównaniu do nasion nietraktowanych.

Nietraktowane nasiona odmiany Amsterdamska były wolne od grzybów w 70%, a u odmiany Berlikumer 2 nie obserwowano nasion wolnych od grzybów. Traktowanie nasion odmiany Amsterdamska roztworami H_2O_2 przez 20 i 30 minut zwiększyło udział nasion wolnych od grzybów, w porównaniu z nasionami nietraktowanymi. Większy odsetek nasion wolnych od grzybów u tej odmiany, w porównaniu do kontroli, odnotowano także po traktowaniu nasion roztworem preparatu Biosept 33 SL, niezależnie od czasu traktowania. W przypadku odmiany Berlikumer 2 zwiększenie odsetka nasion wolnych od grzybów obserwowano po traktowaniu ich roztworami wszystkich wymienionych substancji, w stosunku do kombinacji kontrolnych. Ponadto zaobserwowano zależność, szczególnie w przypadku odmiany Berlikumer 2, że im dłuższy czas traktowania nasion, tym większy odsetek nasion wolnych od grzybów i mniejsze zasiedlenie przez grzyby rodzaju *Alternaria*.

Przeciwbakteryjne i przeciwgrzybowe właściwości nadtlenu wodoru próbuje się także wykorzystać w ochronie roślin (Sapers i Sites 2003). Szopińska i wsp. (2017) zaobserwowali pozytywny wpływ nadtlenu wodoru na ograni-

czenie zasiedlenia nasion marchwi przez grzyby *A. alternata*, *A. radicina* i *Fusarium* spp. Medeiros i wsp. (2019) stwierdzili, że nadtlenek wodoru w stężeniach 2, 4, 6, 8 i 10% skutecznie hamował wzrost *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Cercospora* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. i *Rhizoctonia* sp., grzybów wyizolowanych z nasion soi w warunkach *in vitro*. W badaniach Jarosz i wsp. (2013) nadtlenek wodoru o stężeniu 3% zastosowany przez 10, 20 i 30 minut zmniejszył zasiedlenie nasion cebuli, pomidora i sałaty przez *A. alternata*.

Właściwości przeciwbakteryjne i przeciwgrzybowe bakterii kwasu mlekowego są dobrze udokumentowane przez badaczy (Cabo i wsp. 2002; Cheong i wsp. 2014). Vaitkevičienė i wsp. (2019) stwierdzili, że szczepy bakterii mlekowych *Pediococcus pentosaceus* wykazywały silne i umiarkowane działanie hamujące przeciwko grzybom *Aspergillus versicolor* oraz *Penicillium viridicatum*. Juodeikiene i wsp. (2018) obserwowali hamujące działanie tych bakterii wobec grzybów *Fusarium culmorum* i *Fusarium poae*, a Hamed i wsp. (2011) wobec *Fusarium oxysporum*. Bakterie *P. pentosaceus* KTU05-10 zastosowane pojedynczo oraz w mieszance z *Pediococcus acidilactici* KTU05-7 i *Lactobacillus sakei* KTU05-6 znacząco zmniejszały występowanie *Alternaria* spp., *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium* spp. na nasionach pszenicy (Suproniene i wsp. 2015). Szopińska (2013) obserwowала zmniejszone zasiedlenie nasion cynii przez *A. zinniae* i *Fusarium* spp. po traktowaniu ich kwasem mlekowym w stężeniach 1; 2,5 i 5%. Kolejne badania tej autorki potwierdziły skuteczność kwasu mlekowego w ograniczaniu występowania *A. alternata*, *A. zinniae* i *Fusarium* spp. na nasionach tego gatunku (Szopińska 2014).

W przeprowadzonych badaniach preparat Biosept 33 SL skutecznie ograniczał zasiedlenie nasion marchwi przez grzyby rodzaju *Alternaria*. Ograniczenie występowania *A. radicina* na nasionach marchwi sztucznie inokulowanych zarodnikami patogenu, a następnie traktowanych roztworami preparatu Biospet 33 SL w stężeniach 0,05; 0,2 i 0,5% zaobserwowała Szopińska i wsp. (2010). Baturó (2009) stwierdziła pozytywny wpływ traktowania nasion jęczmienia i opryskiwania roślin 0,1% roztworem preparatu Biosept 33 SL na zmniejszenie ich zasiedlenia przez *Drechslera teres* i *B. sorokiniana*. Zmniejszenie zasiedlenia nasion cynii przez *A. zinniae* po zastosowaniu samego preparatu Biosept 33 SL, jak i preparatu połączonego z zabiegiem osmokondycjonowania zaobserwowała Szopińska (2011). Mniejszy odsetek roślin porażonych przez *Fusarium* spp. po uprzednim traktowaniu nasion grochu, łubinu wąskolistnego i żółtego roztworem preparatu Biosept 33 SL w stężeniu 0,4% stwierdzili Horoszkiewicz-Janka i wsp. (2012). Kaczmarek-Cichosz (2010) zaobserwowała mniejsze zasiedlenie nasion ciecierzycy pospolitej przez *A. alternata* po traktowaniu ich 0,1% roztworem preparatu Biosept 33 SL. Zastosowanie tego preparatu w stężeniu 0,2% do zaprawiania

nasion i opryskiwania pozyskanych z nich roślin poprawiło zdrowotność oraz plon grochu (Patkowska i Krawiec 2016). Ponadto preparat ten w warunkach *in vitro* hamował wzrost *A. alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *Rhizoctonia solani* i *Trichoderma hamatum* (Jamiołkowska 2011), *Phomopsis sojae* (Patkowska 2013), *A. alternata*, *B. cinerea* i *Cladosporium cadosporioides* (Kućmierz i wsp. 2013).

Kielkowanie nasion / Seed germination

Traktowanie nasion odmiany Amsterdamska roztworami H_2O_2 przez 20 minut i kwasu mlekowego przez 10 minut poprawiło ich kielkowanie po 14 dniach, w porównaniu do nasion nietraktowanych (tab. 2). Większość zastosowanych preparatów zmniejszyło odsetek siewek zdeformowanych i nasion martwych u tej odmiany. Ponadto odsetek siewek z objawami chorobowymi był mniejszy w porównaniu z na-

Tabela 2. Wpływ traktowania nasion marchwi na ich kielkowanie

Table 2. The influence of carrot seed treatment for their germination

Kombinacja doświadczalna Experimental combination	Czas traktowania Treatment time [min]	Kielkowanie po 7 dniach Germination after 7 days [%]	Kielkowanie po 14 dniach Germination after 14 days [%]	Siewki z objawami chorobowymi Diseased seedlings [%]	Siewki zdeformowane Deformed seedlings [%]	Nasiona martwe Dead seeds [%]	Nasiona zdrowe niekielkujące Healthy ungerminated seeds [%]
Odmiana Amsterdamska – Amsterdamska cultivar							
K	–	45,0 ab	63,0 ab	11,0 cd	6,0 d	15,0 a	5,0 b
WD	10	53,3 b-d	66,0 ab	9,3 cd	0,3 ab	7,0 a-c	17,3 cd
	20	46,3 a-c	62,0 ab	6,0 bc	1,3 ab	10,7 b-d	20,0 d
	30	54,0 b-d	72,0 bc	2,7 ab	0 a	5,3 a	20,3 d
H_2O_2	10	53,3 b-d	66,7 a-c	5,7 bc	1,3 a-c	14,0 cd	12,3 c
	20	67,0 e	76,0 c	1,7 a	1,3 a-c	4,3 a	17,0 cd
	30	59,0 de	72,0 bc	2,7 ab	1,3 a-c	4,3 a	19,7 d
KM	10	54,0 b-d	76,0 c	0,7 a	2,3 a-c	6,3 ab	14,7 cd
	20	56,0 cd	71,3 bc	0,7 a	0,3 ab	13,0 cd	14,7 cd
	30	42,7 a	72,0 bc	0,7 a	1,7 a-c	8,0 a-c	17,7 cd
B	10	47,7 a-c	60,0 a	14,3 d	2,7 bc	11,3 b-d	11,7 a
	20	49,7 a-d	61,0 ab	10,3 cd	3,7 cd	10,3 b-d	14,7 c
	30	55,7 cd	66,3 ab	12,3 cd	2,3 a-c	10,0 b-d	9,0 cd
Odmiana Berlikumer 2 – Berlikumer 2 cultivar							
K	–	29,0 a	37,0 a	30,0 ef	2,0 ab	25,0 d	6,0 a
WD	10	44,3 b	47,7 b	31,0 f	0 a	13,0 a-c	8,3 ab
	20	53,3 b-d	56,0 b-e	21,7 c-f	1,3 ab	11,3 a-c	9,7 ab
	30	51,0 b-d	53,7 b-d	22,0 c-f	0,3 ab	13,7 bc	10,3 ab
H_2O_2	10	45,0 b	51,7 b	24,7 d-f	0,3 ab	15,7 c	7,7 ab
	20	46,0 b	53,0 bc	22,0 c-f	0 a	13,0 a-c	12,0 b
	30	49,3 bc	56,3 b-e	20,3 c-e	0,3 ab	12,3 a-c	10,7 ab
KM	10	60,7 de	65,0 ef	13,7 c	0,3 ab	11,0 a-c	10,0 ab
	20	65,7 ef	72,0 fg	5,0 b	0,3 ab	10,0 a-c	12,7 b
	30	72,3 f	75,3 g	2,3 a	0,7 ab	10,3 a-c	11,3 ab
B	10	58,0 c-e	62,3 c-f	15,3 cd	1,0 ab	8,7 ab	12,7 b
	20	58,3 c-e	63,0 c-f	15,7 cd	2,0 ab	7,7 a	11,7 b
	30	60,0 de	64,0 d-f	16,0 cd	2,3 b	9,0 ab	8,7 ab

K – kontrola (nasiona nietraktowane) – control (untreated seeds)

WD – nasiona moczone w wodzie destylowanej – seeds soaked in distilled water

H_2O_2 – nasiona moczone w roztworze nadtlenku wodoru – seeds soaked in solution of peroxide hydrogen

KM – nasiona moczone w roztworze kwasu mlekowego – seeds soaked in solution of lactic acid

B – nasiona moczone w roztworze preparatu Biosept 33 SL – seeds soaked in solution of preparation Biosept 33 SL

Wartości w kolumnach oznaczone jednakowymi literami nie różnią się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$ według testu Duncana

Means in columns followed by the same letters are not significantly different at $\alpha = 0.05$ level according to Duncan's multiple range test

sionami nietraktowanymi i moczonymi w wodzie destylowanej po traktowaniu nasion odmiany Amsterdamska roztworami nadtlenu wodoru i kwasu mlekowego, niezależnie od czasu traktowania. Woda destylowana i wszystkie zastosowane związki poprawiły kiełkowanie oraz zmniejszyły odsetek nasion martwych w stosunku do nasion nietraktowanych u odmiany Berlikumer 2 (tab. 2). Sharma i wsp. (2023) stwierdzili pozytywny wpływ traktowania nasion fasolnika (*Vigna mungo*) nadtlaniem wodoru na ich kiełkowanie, wysokość roślin i długość jego korzeni. W przeprowadzonych badaniach uzyskano również pozytywny wpływ kwasu mlekowego na kiełkowanie nasion marchwi. Jednak nie potwierdzają tego badania przeprowadzone przez Ergenoglu i wsp. (1997), którzy wykazali że produkt ten obniżał kiełkowanie nasion winorośli. Szopińska (2013) również stwierdziła, że traktowanie nasion cynii 5% roztworem kwasu mlekowego przyczyniło się do pogorszenia parametrów kiełkowania i wigoru nasion. Badania tej autorki potwierdzają natomiast pozytywny wpływ traktowania nasion marchwi preparatem Biosept 33 SL na ich zdolność kiełkowania (Szopińska i wsp. 2010). Horoszkiewicz-Janka i wsp. (2012) również odnotowali poprawę energii kiełkowania nasion grochu po traktowaniu ich tym preparatem.

Uzyskane wyniki wskazują na korzystny wpływ zastosowanych związków i preparatu Biosept 33 SL na kiełko-

wanie i zdrowotność nasion marchwi, a szczególnie ich zasiedlenie przez grzyby rodzaju *Alternaria*. Zastosowane związki chemiczne oraz preparat Biosept 33 SL mogą być polecane do traktowania nasion w uprawach.

Wnioski / Conclusions

1. Traktowanie nasion obu odmian nadtlaniem wodoru, kwasem mlekowym i preparatem Biosept 33 SL bez względu na czas traktowania, zmniejszyło ich zasiedlenie przez grzyby rodzaju *Alternaria* oraz zwiększyło odsetek nasion wolnych od grzybów.
2. Traktowanie nasion odmiany Amsterdamska roztworami H₂O₂ przez 20 minut i kwasu mlekowego przez 10 minut poprawiło ich kiełkowanie po 14 dniach w stosunku do nasion nietraktowanych i moczonych w wodzie destylowanej.
3. Niezależnie od sposobu i czasu traktowania zaobserwowano poprawę kiełkowania oraz zmniejszenie odsetka nasion martwych odmiany Berlikumer 2 w stosunku do nasion nietraktowanych.

Literatura / References

- Ali A.A. 2010. Beneficial role of lactic acid bacteria in food preservation and human health. *Research Journal of Microbiology* 5 (12): 1213–1221. DOI: 10.3923/jm.2010.1213.1221
- Angioni A., Cabras P., D'Hallewin G., Pirisi F.M., Reniero F., Schirra M. 1998. Synthesis and inhibitory activity of 7-geranoxycoumarin against *Penicillium* species in *Citrus* fruit. *Phytochemistry* 47 (8): 1521–1525. DOI: 10.1016/S0031-9422(97)00771-1
- Baturo A. 2009. Effect of biopreparations on the health of grain of spring barley (*Hordeum vulgare*) in organic system. [Wpływ biopreparatów na zdrowotność ziarna jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare*) w systemie ekologicznym]. *Phytopathologia* 53: 19–30.
- Cabo M.L., Braber A.F., Koenraad P.M.F.J. 2002. Apparent antifungal activity of several lactic acid bacteria against *Penicillium discolor* is due to acetic acid in the medium. *Journal of Food Protection* 65 (8): 1309–1316. DOI: 10.4315/0362-028X-65.8.1309
- Caccioni D.R.L., Guizzardi M., Biondi D.M., Renda A., Ruberto G. 1998. Relationship between volatile components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. *International Journal of Food Microbiology* 43 (1–2): 73–79. DOI: 10.1016/s0168-1605(98)00099-3
- Cheong E.Y.L., Sandhu A., Jayabalan J., Le T.T.K., Nhiep N.T., Ho H.T.M., Kesselring J.C., Bansal N., Turner M.S. 2014. Isolation of lactic acid bacteria with antifungal activity against the common cheese spoilage mould *Penicillium commune* and their potential as biopreservatives in cheese. *Food Control* 46: 91–97. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.05.011
- Conner P.J. 2008. Effects of stratification, germination temperature and pretreatment with gibberellic acid, and hydrogen peroxide on germination of 'Fry' muscadine (*Vitis rotundifolia*) seed. *Hort Science* 43 (3): 853–856. DOI: 10.21273/HORTSCI.43.3.853
- Dembinski A., Warzecha Z., Konturek S.J., Ceranowicz P., Dembinski M., Pawlik W.W., Kusnierz-Cabala B., Naskalski J.W. 2004. Extract of grapefruit-seed reduces acute pancreatitis induced by ischemia/reperfusion in rats: possible implication of tissue antioxidants. *Journal of Physiology and Pharmacology* 55 (4): 811–821.
- Dufková H., Berka M., Luklová M., Rashotte A.M., Brzobohatý B., Černý M. 2019. Eggplant germination is promoted by hydrogen peroxide and temperature in an independent but overlapping manner. *Molecules* 24 (23): 4270. DOI: 10.3390/molecules24234270
- Ergenoglu F., Tangolar S., Gök S. 1997. The effects of some pre-treatments for promoting germination of grape seeds. *Acta Horticulture* 441 (27): 207–213. DOI: 10.17660/actahortic.1997.441.27
- Fredrick C., Omokhua G.E., Chinedu W.N. 2017. Effects of pre-treatment on seed germination of *Trichilia tessmannii* (Harms) in Nigeria. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment* 13 (2): 90–93.
- Gaba R., Gupta N., Jindal S.K. 2018. Effect of seed treatment on seed germination and vigour parameters in seeds subjected to salt stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Indian Journal of Ecology* 45 (4): 892–894.
- Giamperi L., Fraternali D., Bucchini A., Ricci D. 2004. Antioxidant activity of *Citrus paradisi* seeds glyceric extract. *Fitoterapia* 75 (2): 221–224. DOI: 10.1016/j.fitote.2003.12.010

- Hamed H.A., Moustafa Y.A., Abdel-Aziz S.M. 2011. In vivo efficacy of lactic acid bacteria in biological control against *Fusarium oxysporum* for protection of tomato plant. *Life Science Journal* 8 (4): 462–468. DOI: 10.7537/marslsj080411.60
- Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Korbas M. 2012. Wykorzystanie biopreparatów do zaprawiania nasion roślin strączkowych (bobowe). [Usage of biopreparations as seed dressings in legume cultivation]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 57 (3): 162–166.
- ISTA 2023a. International Rules for Seed Testing. Annexe to Chapter 7: Seeds Health Testing Methods 7-001a: Blotter method for detection of *Alternaria dauci* on *Daucus carota*. International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA 2023b. International Rules for Seed Testing. Annexe to Chapter 7: Seeds Health Testing Methods 7-002a: Blotter method for detection of *Alternaria radicina* on *Daucus carota*. International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA 2023c. International Rules of Seed Testing. International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland. ISBN 978-3-906549-68-2.
- Jamiółkowska A. 2011. Laboratory effect of azoxystrobin (Amistar 250 SC) and grapefruit extract (Biosept 33 SL) on growth of fungi colonizing zucchini plants. [Laboratoryjna ocena wpływu azoksystrobiny i ekstraktu z grejpfruta na wzrost grzybów występujących na cukinii]. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 10 (2): 245–257.
- Jarosz M., Dorna H., Szopińska D. 2013. Wpływ nadtlenu wodoru na jakość nasion cebuli, pomidora i sałaty. [Effect of hydrogen peroxide on the quality of onion, tomato and lettuce seeds]. *Episteme* 20/2013, t. I: 363–379.
- Juodeikiene G., Bartkiene E., Cernauskas D., Cizeikiene D., Zadeike D., Lele V., Bartkevics V. 2018. Antifungal activity of lactic acid bacteria and their application for *Fusarium* mycotoxin reduction in malting wheat grains. *LWT – Food Science and Technology* 89: 307–314. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.10.061
- Kaczmarek-Cichosz R. 2010. Ekologiczne preparaty do zwalczania patogenów roślin i możliwości ich wykorzystania w ochronie ciecierzycy pospolitej (*Cicer arietinum* L.). [Ecological specimens applied to control of plant pathogens and the ability to use them in protection of a chickpea]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 55 (3): 152–155.
- Kindiger B. 2019. Enhancing germination of *Bromus auleticus* seeds using a 15% hydrogen peroxide treatment. *Seed Science and Technology* 47 (1): 103–106. DOI: 10.15258/sst.2019.47.1.11
- Kuźmierz J., Nawrocki J., Sojka A. 2013. Wpływ kilku preparatów biotechnicznych na ograniczenie wzrostu w warunkach *in vitro* grzybów izolowanych z chorych owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbiferum* L.). [Influence of several biotechnical products on growth limitation of fungi isolated from infested fruits of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) *in vitro* conditions]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 53 (2): 347–350. DOI: 10.14199/ppp-2013-094
- Marcinkowska J. 2004. Oznaczanie rodzajów grzybów ważnych w patologii roślin. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa: 165–224. ISBN 83-7274-056-9.
- Mathur S.B., Kongsdal O. 2003. Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland, 425 ss. ISBN 978-3-906549-35-4.
- Maude R.B. 1996. Infection of seeds. s. 6–31. W: *Seedborne Diseases and their Control: Principles and Practice* (R.B. Maude, red.). CAB International, Wallingford, UK, 288 ss. ISBN 0-85198-922-5.
- Medeiros J.G.F., Neto A.C.A., Silva M.G.N., Silva J.V.B., Inô C.F.A. 2019. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tratadas com peróxido de hidrogênio. *Revista de Ciências Agrárias* 42 (4): 982–990. DOI: 10.19084/rca.18232
- Nandi M., Pervez Z., Alam M.S., Islam M.S., Mahmud M.R. 2017. Effect of hydrogen peroxide treatment on health and quality of chilli seed. *International Journal of Plant Pathology* 8 (1): 8–13. DOI: 10.3923/ijpp.2017.8.13
- Neergaard P. 1977. *Seed Pathology*. Volumes 1 and 2. Red Globe Press, London, 1164 ss. ISBN 978-0333192733. DOI: 10.1007/978-1-349-02842-9
- Niedworok J. 2000. Sok grejprutowy a działanie leków. *Wiadomości Zielarskie* 42 (10): 10–11.
- Patkowska E. 2013. Effect of “Biosept 33 SL” on the growth of *Phomopsis sojae* Lehman in *in vitro* conditions. *Modern Phytomorphology* 4: 97–98. DOI: 10.5281/zenodo.161197
- Patkowska E., Krawiec M. 2016. Yielding and healthiness of pea cv. ‘Sześciotygodniowy TOR’ after applying biotechnical preparations. [Plonowanie i zdrowotność grochu odm. ‘Sześciotygodniowy TOR’ po zastosowaniu preparatów biotechnicznych]. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 15 (2): 143–156.
- Sapers G.M., Sites J.E. 2003. Efficacy of 1% hydrogen peroxide wash in decontaminating apples and cantaloupe melons. *Journal of Food Science* 68 (5): 1793–1797. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb12331.x
- Schnürer J., Magnusson J. 2005. Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives. *Trends in Food Science and Technology* 16: 70–78. DOI: 10.1016/j.tifs.2004.02.014
- Sharma I., Anthwal A., Bhushan B., Bisht N.S., Shan K., Uniyal A. 2023. Effect of hydrogen peroxide and vermicompost on germination and development of *Vigna mungo*. *Journal of Mountain Research* 18 (2): 327–337. DOI: 10.51220/jmr.v18i2.36
- Suproniene S., Semaskiene R., Juodeikiene G., Mankevičienė A., Cizeikiene D., Vidmantiene D., Basinskiene L., Sakalauskas S. 2015. Seed treatment with lactic acid bacteria against seed-borne pathogens of spring wheat. *Biocontrol Science and Technology* 25 (2): 144–154. DOI: 10.1080/09583157.2014.964661
- Szopińska D. 2011. Enhancement of zinnia seeds by osmopriming and grapefruit extract treatment. [Poprawa jakości nasion cynii poprzez osmokondycjonowanie i traktowanie ekstraktem z grejprfruta]. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 10 (2): 33–47.
- Szopińska D. 2013. The effects of organic acids treatment on germination, vigour and health of zinnia (*Zinnia elegans* Jacq.) seeds. [Wpływ traktowania nasion cynii (*Zinnia elegans* Jacq.) kwasami organicznymi na ich kiełkowanie, wigor i zdrowotność]. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 12 (5): 17–29.
- Szopińska D. 2014. Alleviation of *Zinnia elegans* Jacq. seed deterioration using hydrogen peroxide and organic acids. [Ograniczenie negatywnych efektów starzenia nasion *Zinnia elegans* Jacq. poprzez traktowanie nadtlentkiem wodoru i kwasami organicznymi]. *Ecological Chemistry and Engineering S* 21 (2): 309–326. DOI: 10.2478/eces-2014-0024
- Szopińska D., Jarosz M., Sławińska B. 2017. The effect of hydrogen peroxide on seed quality and emergence of carrot (*Daucus carota* L.). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 16 (2): 21–33. DOI: 10.24326/asphc.2017.2.0

- Szopińska D., Jensen B., Knudsen I.M.B., Tylkowska K., Dorna H. 2010. Non-chemical methods for controlling seedborne fungi in carrot with special reference to *Alternaria radicina*. [Niechemiczne metody zwalczania grzybów zasiedlających nasiona marchwi ze szczególnym uwzględnieniem *Alternaria radicina*]. Journal of Plant Protection Research 50 (2): 184–192. DOI: 10.2478/v10045-010-0031-3
- Tiedemann A.V. 1997. Evidence for a primary role of active oxygen species in induction of host cell death during infection of bean leaves with *Botrytis cinerea*. Physiological and Molecular Plant Pathology 50 (3): 151–166. DOI: 10.1006/pmpp.1996.0076
- Tylkowska K. 1991. The influence of *Alternaria alternate* (Fr.) Keissler on carrot (*Daucus carota* L.) seed germination. Phytopathologia Polonica 1 (13): 14–18.
- Vaitkevičienė R., Žadeikė D., Bartkienė E., Krunglevičiūtė V., Baliukoniene V., Supronienė S., Juodeikienė G. 2019. The use of rice polish medium for the evaluation of antifungal activity of lactic acid bacteria. Zemdirbyste-Agriculture 106 (1): 59–64. DOI: 10.13080/z-a.2019.106.008
- Wahid A., Sehar S., Perveen M., Galani S., Basra S.M.A., Farooq M. 2008. Seed pretreatment with hydrogen peroxide improves heat tolerance in maize at germination and seedling growth stages. Seeds Science and Technology 36 (3): 633–645. DOI: 10.15258/sst.2008.36.3.13