

WPŁYW SOKU Z ROKITNIKA (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.) NA JAKOŚĆ NASION MARCHWI (*DAUCUS CAROTA* L.)

MAGDALENA JAROSZ¹

¹Katedra Fitopatologii i Nasiennictwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań

Synopsis. Celem badań było określenie wpływu soku z rokitnika na kiełkowanie, wigor i zdrowotność nasion marchwi odmian Amsterdamska I i Amsterdamska II. Nasiona moczone w 1, 5, 10, 15, 25, 50, 75% roztworach soku z rokitnika i 100% soku z rokitnika, przez 30 min. Kontrolę stanowiły nasiona nietraktowane. Nasiona obu odmian charakteryzowały się zróżnicowaną jakością. Traktowanie nasion obu odmian 100% sokiem z rokitnika zmniejszyło ich zasiedlenie przez grzyby *A. alternaria* i *Fusarium* spp. oraz zwiększyło odsetek nasion wolnych od grzybów w porównaniu do kontroli. Traktowanie nasion odmiany Amsterdamska I, sokiem z rokitnika o stężeniu 1% poprawiło ich energię kiełkowania i zdolność kiełkowania w stosunku do nasion nietraktowanych. Nasiona obu odmian traktowane roztworami o stężeniach 5, 10, 15 i 25% kiełkowały szybciej niż nasiona kontrolne.

Słowa kluczowe: sok z rokitnika, nasiona marchwi, grzyby, kiełkowanie nasion, wigor nasion

WSTĘP

Przyczyną niskiej zdolności kiełkowania nasion marchwi jest ich porażenie przez grzyby patogeniczne, do których należą *Alternaria dauci* (J. G. Kühn) J. W. i *Alternaria radicina* Meier, Drechsler et E.D. Eddy [Neergaard 1945, Tylkowska 1991, Dorna 2007]. Często nasiona marchwi są zasiedlone przez *Alternaria alternata*, gatunek saprotroficzny, uznawany za słabego patogena [Tylkowska 1991, Nowicki 1995]. Ważne jest aby wysiewać nasiona zdrowe, wysokiej jakości. Jednak używanie chemicznego zaprawiania często jest niemożliwe ze względu na brak zarejestrowanych zapraw nasiennych dla tego gatunku, dlatego poszukuje się alternatywnych metod, które będą ekologiczne. Tego typu zastosowanie może mieć traktowanie nasion marchwi sokiem z owoców rokitnika zwyczajnego.

Rokitnik zwyczajny (*Hippophae rhamnoides* L.) należy do rodziny oliwnikowatych (*Elaeagnaceae*) [Xing i in. 2002, Kopčková i in. 2023]. W medycynie tradycyjnej Azji stosowany jest od wieków, a obecnie znajduje zastosowanie w farmacji, przemyśle spożywczym oraz paszowym [Mihal i in. 2023]. Szczególnie cenione są jego owoce, czerwono-pomarańczowe jagody zawierające jedno nasiono otoczone mięsistą tkanką [Rehman i in. 2018], wykorzystywane do produkcji żywności funkcjonalnej i suplementów diety. Owoce rokitnika cechują się wysoką zawartością składników odżywczych, takich jak aminokwasy, wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz witaminy z grup B, C, E i K. Zawierają także kwasy organiczne, polisacharydy, błonnik, makro- i mikroelementy oraz liczne związki bioaktywne: flawonoidy (np. rutyna, kwercytyna, katechina, izorhamnetyna, kemferol), fitosterole (tokoferole i tokotrienole), polifenole (kwas galusowy, fenolowy, kawowy, ferulowy, p-kumarowy), a także karotenoidy (likopen, luteina,

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: magdalena.jarosz@up.poznan.pl

zeaksantyna) [Rehman i in. 2018, Jastrząb i in. 2019, Jaśniewska i in. 2021, Wang i in. 2022, Mihal i in. 2023, Abliz i in. 2024, Fan i in. 2024]. Ze względu na swój bogaty skład, owoce i sok z rokitnika wykazują właściwości antynowotworowe, hepatoprotekcyjne, kardioprotekcyjne, neuroprotekcjne, przeciwzapalne [Dubey i in. 2024], a także przeciwbakteryjne i przeciwutleniające [Jastrząb i in. 2019]. Dzięki swoim właściwościom przeciwutleniającym i przeciwdrobnoustrojowym, ekstrakty z rokitnika znajdują zastosowanie w przemyśle spożywczym jako naturalne dodatki funkcjonalne [Cojocari i in. 2019, Sturza i in. 2019, Sandulachi i in. 2020, 2021]. Przeciwdrobnoustrojowe działanie ekstraktu z owoców rokitnika wobec bakterii patogennych na nasionach rzodkiewki, zostało potwierdzone przez Rajkowską i in. [2024]. W literaturze brakuje obszernych danych na temat wpływu soku z owoców rokitnika na jakość nasion, wcześniejsze badania potwierdzają jego działanie antybakteryjne wobec drobnoustrojów istotnych z punktu widzenia zdrowia człowieka [Qadir i in. 2016, Criste i in. 2020, Ivanišová i in. 2020, Nowak i in. 2022]. Co istotne, dotychczasowe badania wykazały również, że ekstrakt z owoców rokitnika nie wpływa negatywnie na zdolność kiełkowania nasion rzodkiewki [Rajkowska i in. 2024].

Celem badań było określenie wpływu soku z rokitnika na zdrowotność, kiełkowanie i wigor nasion marchwi.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach przeprowadzonych w 2024 roku, wykorzystano nasiona marchwi dwóch odmian Amsterdamska I (nr partii PL804/63/51/414A) i Amsterdamska II (nr partii PL204/63/51/818A). Nasiona te zakupiono w firmie TORSEED – Przedsiębiorstwo Nasiennictwa Ogrodniczego i Szkółkarstwa S.A. w Toruniu. Do traktowania nasion wykorzystano sok z owoców rokitnika wyprodukowany przez firmę EkaMedica. Nasiona obu odmian traktowano roztworami soku o stężeniach 1, 5, 10, 15, 25, 50, 75 i 100% sokiem z rokitnika, przez 30 minut. Kontrolę stanowiły nasiona nietraktowane.

Zdrowotność nasion zbadano testem bibułowym z przemrażaniem. W każdej kombinacji oceniono 200 nasion, w pięciu powtórzeniach po 40 nasion [ISTA 2023a, 2023b]. Nasiona umieszczono w szklanych płytkach Petriego o średnicy 9 cm, na nawilżonej wodą destylowaną, 6 warstwowej bibule filtracyjnej. Przygotowane w ten sposób płytki poddano inkubacji przez 3 dni, w temperaturze 20°C i ciemności. Następnie płytki zostały przemrożone przez 24 h, w temperaturze -20°C. Po upływie tego czasu płytki z nasionami przez sześć dni inkubowano w temperaturze 20°C z zastosowaniem przemiennego oświetlenia 12 h ciemności i 12 h światła NUV o długości fali 320–400 nm. Następnie 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]. Dodatkowo określono procent nasion wolnych od grzybów.

Ocenę kiełkowania wykonano na 300 nasionach, w sześciu powtórzeniach po 50 nasion. Nasiona umieszczono w płytkach Petriego o średnicy 9 cm, na nawilżonej bibule filtracyjnej. Płytki z nasionami inkubowano w temperaturze 20°C, w ciemności. Po upływie 7 dni oceniono energię kiełkowania, a po 14 dniach zdolność kiełkowania, odsetek siewek anormalnych z objawami chorobowymi i zdeformowanych oraz odsetek nasion martwych i zdrowych niekiełkujących [ISTA 2023c]. Ponadto określono G_{max} (odsetek kiełkujących nasion).

Szybkość i wyrównanie kiełkowania oceniono na 300 nasionach, w sześciu powtórzeniach po 50 nasion, w każdej kombinacji. Nasiona inkubowano w tych samych warunkach jak przy ocenie kiełkowania. Obserwacje wykonywano codziennie przez 14 dni. Z płytek usuwano nasiona, u których korzonek zarodkowy osiągnął długość minimum 1 mm. Szybkość kiełkowania oceniono za pomocą parametrów:

- T_1 – czas potrzebny do wykiełkowania 1% nasion z całkowitego odsetka kiełkujących nasion,
- T_{75} – czas potrzebny do wykiełkowania 75% nasion z całkowitego odsetka kiełkujących nasion,
- MGT – średni czas kiełkowania jednego nasienia (ang. *mean germination time*).

Obliczono również parametr U_{75-25} – czas potrzebny do wykiełkowania od 25 do 75% nasion z całkowitego odsetka kiełkujących nasion, w celu określenia wyrównania kiełkowania [ISTA 2023c].

Wszystkie otrzymane dane zostały porównane statystycznie za pomocą programu STAT. Wykonano jednoczynnikową analizę wariancji, w układzie całkowicie losowym. Średnie porównano na podstawie testu Duncana, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

Nasiona odmiany Amsterdamska I były porażone przez *A. radicina*. Prawie wszystkie nasiona obu odmian były zasiedlone przez *A. alternata*. Na nasionach obu odmian obserwowano także *Fusarium* spp. i *Stemphylium botryosum* (tab. 1). W przeprowadzonych badaniach traktowanie nasion odmiany Amsterdamska I, roztworami soku z rokitnika w znacznym stopniu ograniczało ich zasiedlenie przez *A. radicina* i *A. alternata* w porównaniu do nasion nietraktowanych. Najbardziej efektywne było zastosowanie 100% soku z rokitnika, który zmniejszył u obu odmian, odsetek nasion opanowanych przez *A. alternata* w stosunku do kontroli. Roztwory soku z rokitnika o stężeniach 5; 50 i 100% u pierwszej odmiany oraz o stężeniach 50; 75 i 100% u drugiej odmiany zmniejszyły odsetek nasion opanowanych przez *Fusarium* spp. w porównaniu do nasion nietraktowanych. Traktowanie nasion odmiany Amsterdamska I sokiem z rokitnika o stężeniu 1% oraz Amsterdamska II o stężeniach 5 i 10% zwiększyło ich zasiedlenie przez *Fusarium* spp. w stosunku do kontroli. Po traktowaniu nasion odmiany Amsterdamska I sokiem z rokitnika o stężeniach od 25 do 100% oraz nasion odmiany Amsterdamska II sokiem o stężeniach 10 i 25% obserwowano ograniczenie występowania *S. botryosum*, w porównaniu do nasion nietraktowanych. U obu odmian nasiona wolne od grzybów odnotowano po zastosowaniu 100% soku z rokitnika. Traktowanie nasion odmiany Amsterdamska I sokiem o stężeniach 25; 50 i 75% także zwiększyło odsetek tych nasion w porównaniu do kontroli.

Zastosowanie soku z rokitnika o stężeniu 1% poprawiło energię kiełkowania i zdolność kiełkowania u odmiany Amsterdamska I w porównaniu z nasionami nietraktowanymi (tab. 2). U tej odmiany stwierdzono pogorszenie zdolności kiełkowania i wzrost liczby siewek z objawami chorobowymi po zastosowaniu 25% roztworu soku z rokitnika w stosunku do kontroli. W przypadku gdy traktowano nasiona odmiany Amsterdamska II, 10% roztworem soku z rokitnika odnotowano zwiększenie energii kiełkowania i zmniejszenie odsetka siewek z objawami chorobowymi oraz nasion zdrowych niekiełkujących w porównaniu do kontroli. Traktowanie nasion tej odmiany 100% sokiem z rokitnika zmniejszyło parametr G_{max} , energię kiełkowania i zdolność kiełkowania, a zwiększyło odsetek siewek z objawami chorobowymi i nasion martwych w porównaniu do nasion nietraktowanych.

Większość zastosowanych sposobów traktowania nasion marchwi odmiany Amsterdamska I, poprawiła parametry T_1 , T_{75} i MGT w stosunku do nasion nietraktowanych (tab. 3). Traktowanie nasion tej odmiany nie wpłynęło na wyrównanie ich kiełkowania. Po traktowaniu nasion odmiany Amsterdamska II roztworami soku z rokitnika o stężeniach 5 do 25% obserwowano poprawę parametrów T_1 i MGT w porównaniu do kontroli. Jednak 1% roztwór soku z rokitnika pogorszył parametr T_{75} , a 100% sok pogorszył MGT i wyrównanie kiełkowania w stosunku do nasion nietraktowanych.

Tabela 1. Wpływ traktowania nasion marchwi sokiem z rokitnika na występowanie grzybów

Table 1. The influence of treating carrot seeds with sea buckthorn juice on the occurrence of fungi

Traktowanie nasion/Seed treatment	Grzyb [% zasiedlonych nasion]/Fungus [% of infested seeds]				Nasiona wolne od grzybów/ Seeds free from fungi
	<i>A. alternata</i> (Fr.) Keissler	<i>A. radicina</i> Meier, Drechsler & Eddy	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.	
Amsterdamska I					
K	100 e	34,0 c	4,0 b–d	23,5 d	0 a
R 1%	97,5 d	18,0 b	24,0 e	22,0 d	0 a
R 5%	96,0 d	19,5 b	1,0 a	18,5 cd	0 a
R 10%	97,0 d	17,5 b	6,0 cd	16,5 b–d	0 a
R 15%	98,5 de	21,5 b	2,5 a–c	17,0 b–d	0,5 ab
R 25%	89,5 c	22,0 b	6,0 d	9,5 ab	2,0 b
R 50%	76,5 b	20,5 b	1,5 ab	9,5 ab	6,5 c
R 75%	69,5 b	17,5 b	4,5 b–d	12,5 a–c	11,0 c
R 100%	39,5 a	10,5 a	0,5 a	8,5 a	37,5 d
Amsterdamska II					
K	97,0 b	–	60,5 c	27,5 c	0 a
R 1%	99,0 b	–	70,5 cd	19,0 a–c	0 a
R 5%	99,0 b	–	79,0 d	23,0 bc	0 a
R 10%	98,5 b	–	80,0 d	12,5 a	0 a
R 15%	97,5 b	–	80,0 d	20,0 a–c	0 a
R 25%	99,5 b	–	61,0 c	14,0 ab	0 a
R 50%	97,0 b	–	26,0 a	19,0 a–c	0 a
R 75%	99,0 b	–	38,5 b	25,5 c	0 a
R 100%	86,0 a	–	21,0 a	17,5 a–c	0,5 b

Wartości w kolumnach oznaczone jednakowymi literami nie różnią się istotnie na poziomie $\alpha=0,05$ według testu Duncan's Means in columns followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0,05$ level according to Duncan's multiple range test

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

R1% – nasiona moczone w 1% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 1% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R5% – nasiona moczone w 5% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 5% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R10% – nasiona moczone w 10% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 10% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R15% – nasiona moczone w 15% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 15% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R25% – nasiona moczone w 25% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut-seeds soaked in 25% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R50% – nasiona moczone w 50% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 50% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R75% – nasiona moczone w 75% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 75% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R100% – nasiona moczone w 100% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 100% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

Tabela 2. Wpływ traktowania nasion marchwi sokiem z rokitnika na ich kiełkowanie
 Table 2. The influence of treating carrot seeds with sea buckthorn juice on their germination

Trakto- wanie nasion/ Seed treat- ment	Gmax- [%]	Energia kiełkowa- nia/ Germina- tion energy [%]	Zdolność kiełkowa- nia/ Ger- mination capacity [%]	Siewki z ob- jawami cho- rowowymi/ Diseased seedlings [%]	Siewki zdeformo- wane/ Deformed seedlings [%]	Nasiona martwe/ Dead seeds [%]	Nasiona zdrowe niekiełkujące/ Healthy ungerminated seeds [%]
Amsterdamska I							
K	79,3 ab	47,3 ab	48,3 b	27,7 ab	0,3 a	20,7 ab	3,0 cd
R 1%	80,3 ab	56,0 c	57,0 c	21,3 ab	0 a	16,0 a	5,7 d
R 5%	80,3 ab	52,7 bc	53,3 bc	20,3 ab	0,3 a	21,0 ab	5,0 d
R 10%	80,7 ab	44,7 ab	45,3 ab	33,7 c	0,3 a	19,3 ab	1,3 a-c
R 15%	77,0 ab	46,3 ab	47,0 ab	27,3 a-c	0,7 a	24,7 b	0,3 ab
R 25%	72,7 a	39,7 a	40,0 a	35,0 c	0 a	22,7 b	2,3 b-d
R 50%	81,7 b	45,7 ab	46,0 ab	30,0 bc	0 a	24,0 b	0 a
R 75%	76,3 ab	48,0 bc	50,7 bc	25,7 a-c	0,7 a	22,3 b	0,7 ab
R 100%	79,7 ab	50,7 bc	53,7 bc	17,7 a	0,3 a	22,3 b	6,0 d
Amsterdamska II							
K	95,0 c	84,7 b	90,0 bc	4,7 bc	0 a	3,0 a	2,3 c
R 1%	98,0 c	89,3 bc	91,0 bc	1,3 a	0,7 a	1,7 a-c	5,3 bc
R 5%	97,3 c	87,3 bc	88,3 b	2,7 ab	0,3 a	8,0 bc	0,7 a-c
R 10%	96,3 c	92,7 c	93,7 c	1,7 a	0 a	4,3 a-c	0,3 ab
R 15%	95,7 c	85,3 b	86,7 b	3,0 ab	0 a	9,0 c	1,3 a-c
R 25%	96,0 c	89,3 bc	91,0 bc	3,0 ab	0 a	5,7 a-c	0,3 ab
R 50%	91,7 b	86,3 b	86,7 b	6,3 bc	0,3 a	6,7 a-c	0 a
R 75%	95,7 c	85,7 b	88,3 b	7,3 c	0 a	4,3 ab	0 a
R 100%	84,0 a	66,0 a	69,3 a	22,0 d	0,3 a	8,3 bc	0 a

Wartości w kolumnach oznaczone jednakowymi literami nie różnią się istotnie na poziomie $\alpha=0,05$ według testu Duncan
 Means in columns followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ level according to Duncan's multiple range test

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

R1% – nasiona moczone w 1% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 1% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R5% – nasiona moczone w 5% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 5% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R10% – nasiona moczone w 10% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 10% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R15% – nasiona moczone w 15% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 15% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R25% – nasiona moczone w 25% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 25% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R50% – nasiona moczone w 50% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 50% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R75% – nasiona moczone w 75% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 75% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R100% – nasiona moczone w 100% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 100% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

Tabela 3. Wpływ traktowania nasion marchwi sokiem z rokitnika na ich wigor

Table 3. The effect of treating carrot seeds with sea buckthorn juice on their vigor

Traktowanie nasion/ Seed treatment	Szybkość kiełkowania/ Speed of germination			Wyrównanie kiełkowania/ Uniformity of germination
	T ₁ [dni/days]	T ₇₅ [dni/days]	MGT [dni/days]	U ₇₅₋₂₅ [dni/days]
Amsterdamska I				
K	1,93 c	3,45 d	3,15 d	0,84 a
R 1%	1,68 a-c	3,36 b-d	3,00 cd	0,91 ab
R 5%	1,43 a	3,18 a-d	2,85 a-c	1,03 b
R 10%	1,37 a	3,08 a	2,70 a	0,92 ab
R 15%	1,48 a	3,11 ab	2,77 ab	0,90 ab
R 25%	1,61 ab	3,16 a-c	2,84 a	0,86 a
R 50%	1,76 bc	3,16 a-c	2,92 bc	0,81 a
R 75%	1,69 ab	3,39 cd	3,05 cd	0,96 ab
R 100%	1,67 ab	3,02 a	2,80 ab	0,80 a
Amsterdamska II				
K	1,57 c	2,95 a-c	2,67 b	0,76 a
R 1%	1,39 bc	3,19 d	2,77 bc	0,88 ab
R 5%	1,08 a	2,92 ab	2,49 a	0,94 ab
R 10%	1,38 a-c	2,80 a	2,51 a	0,79 a
R 15%	1,09 ab	2,86 ab	2,45 a	0,84 ab
R 25%	0,97 a	2,82 a	2,38 a	0,96 ab
R 50%	1,33 a-c	3,04 b-d	2,65 b	0,88 ab
R 75%	1,44 bc	2,97 a-c	2,66 b	0,86 ab
R 100%	1,52 bc	3,08 cd	2,85 c	0,97 b

Wartości w kolumnach oznaczone jednakowymi literami nie różnią się istotnie na poziomie $\alpha=0,05$ według testu Duncan's Means in columns followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0,05$ level according to Duncan's multiple range test

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

R1% – nasiona moczone w 1% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 1% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R5% – nasiona moczone w 5% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 5% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R10% – nasiona moczone w 10% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 10% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R15% – nasiona moczone w 15% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 15% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R25% – nasiona moczone w 25% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 25% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R50% – nasiona moczone w 50% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 50% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R75% – nasiona moczone w 75% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 75% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

R100% – nasiona moczone w 100% roztworze soku z rokitnika przez 30 minut/seeds soaked in 100% solution of sea buckthorn juice for 30 minutes

DYSKUSJA

Nasiona badanych odmian były zróżnicowane pod względem zasiedlenia przez grzyby i kiełkowania. Nasiona obu odmian były zasiedlone przez *A. alternata*, *Fusarium* spp. i *S. botryosum*, a nasiona odmiany Amsterdamska I były porażone przez *A. radicina*. Zastosowanie 100% soku z rokitnika skutecznie ograniczało zasiedlenie nasion przez *A. radicina* i *A. alternata*, a także zmniejszało występowanie *Fusarium* spp. oraz *S. botryosum*. Ponadto traktowanie nasion obu odmian 100% sokiem z rokitnika zwiększyło odsetek nasion wolnych od grzybów. Wyniki te są zgodne z wcześniejszymi doniesieniami Rajkowskiej i in. [2024], którzy wykazali skuteczność wodnego ekstraktu z owoców rokitnika wobec bakterii patogennych: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i *Salmonella enterica* na nasionach rzodkiewki. O przeciwbakteryjnych właściwościach tego soku donosili także Qadir i in. [2016] wykazując jego aktywność przeciwko opornemu na metycylinę szczepowi *S. aureus* (MRSA). Ivanišová i in. [2020] dowiedli, że 100% sok z rokitnika skutecznie hamuje wzrost zarówno bakterii Gram-ujemnych (*E. coli*, *S. enterica*, *Yersinia enterocolitica*), jak i Gram-dodatnich (*Bacillus thuringiensis*, *Listeria monocytogenes*, *S. aureus*). Criste i in. [2020] stwierdzili, że ekstrakt z rokitnika charakteryzował się wysokim działaniem przeciwdrobnoustrojowym wobec wszystkich analizowanych szczepów Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Najwyższą aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec wszystkich testowanych szczepów zarówno bakterii Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych soku z rokitnika potwierdzili także Nowak i in. [2022]. W niniejszym badaniu potwierdzono dodatkowo, że ekstrakt ten wykazuje również działanie grzybobójcze, co może poszerzać zakres jego potencjalnych zastosowań w ochronie materiału siewnego. Jednak przy zastosowaniu niskich stężeń (1% dla odmiany Amsterdamska I oraz 5–15% dla Amsterdamska II), obserwowano wzrost zasiedlenia przez *Fusarium* spp., co może sugerować niepełną skuteczność lub wręcz działanie stymulujące rozwój tych grzybów w warunkach niewystarczającej dawki substancji aktywnych. Różnice w skuteczności między odmianami mogą wynikać z odmiennej jakości nasion i aktywności składników bioaktywnych soku.

Analiza parametrów kiełkowania wykazała, że najniższe stężenia soku, 1% dla Amsterdamska I i 10% dla Amsterdamska II, korzystnie wpływały na energię kiełkowania i zdolność kiełkowania, zmniejszając jednocześnie udział siewek z objawami chorobowymi. Jednak w przypadku zastosowania 100% soku u odmiany Amsterdamska II zaobserwowano obniżenie G_{max} , energii i zdolności kiełkowania, wzrost liczby siewek z objawami chorobowymi oraz nasion martwych. Może to świadczyć o fitotoksyczności wyższych stężeń soku, szczególnie dla tej odmiany. Rajkowska i in. [2024] stwierdzili, że wodny ekstrakt z owoców rokitnika nie wpłynął na zdolność kiełkowania inokulowanych nasion rzodkiewki ani na długość korzeni i hipokotyli kiełków. W przypadku parametrów związanych z wigorem nasion (T_1 , T_{75} , MGT), większość zabiegów poprawiała, T_1 i MGT, u obu odmian, co może świadczyć o korzystnym wpływie związków fenolowych i antyoksydacyjnych zawartych w soku z rokitnika na metabolizm nasion w początkowych fazach kiełkowania. Jednocześnie jednak, nie stwierdzono jednoznacznej poprawy wyrównania kiełkowania, co wskazuje na możliwość selektywnego działania soku na poszczególne partie nasion.

Podsumowując, ekstrakt z owoców rokitnika stanowi obiecującą, ekologiczną alternatywę dla tradycyjnych środków chemicznych do traktowania nasion, oferując jednocześnie korzyści w postaci braku negatywnego wpływu na ich jakość. Może to być szczególnie przydatne w rolnictwie ekologicznym lub w przypadkach, gdy stosowanie syntetycznych środków chemicznych jest niepożądane.

WNIOSKI

1. Traktowanie nasion obu odmian 100% sokiem z rokitnika zmniejszyło ich zasiedlenie przez grzyby *A. alternaria* i *Fusarium* spp. oraz zwiększyło odsetek nasion wolnych od grzybów w porównaniu do kontroli.
2. Traktowanie nasion odmiany Amsterdamska I, sokiem z rokitnika o stężeniu 1% poprawiło ich energię kiełkowania i zdolność kiełkowania w stosunku do nasion nietraktowanych.
3. Nasiona obu odmian potraktowane roztworami soku z rokitnika o stężeniach 5, 10, 15 i 25% kiełkowały szybciej niż nasiona nietraktowane.

PIŚMIENNICTWO

- Abliz A., Huang Y., Rouzi R., Xu D., Gao Y., Liu J. 2024. Effects of emulsifiers on physicochemical properties and carotenoids bioaccessibility of sea buckthorn juice. *Foods* 13(13), 1972.
- Cojocari D., Sturza R., Sandulachi E., Macari A., Balan G., Ghendov-Mosanu A. 2019. Inhibiting of accidental pathogenic microbiota in meat products with berry powders. *J. Eng. Sci.* 26(1): 114–122.
- Criste A., Urcan A.C., Bunea A., Pripon Furtuna F.R., Olah N.K., Madden R.H., Corcionivoschi N. 2020. Phytochemical composition and biological activity of berries and leaves from four romanian Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) varieties. *Molecules* 25(5), 1170.
- Dorna H. 2007. Wybrane gatunki grzybów rodzaju *Alternaria* w nasionach marchwi – ich lokalizacja, toksynotwórczość, wpływ na wigor i kiełkowanie nasion oraz wschody. *Rocz. AR Poznań, Rozprawy Naukowe* 386, ss. 98.
- Dubey R.K., Shukla S., Shukla V., Singh S. 2024. Sea buckthorn: A potential dietary supplement with multifaceted therapeutic activities. *Intelligent Pharmacy* 2(5): 681–687.
- Fan Y., Shang Y., Li F., Liu J., Wang D., Zhang Y., Yu X., Wang W. 2024. Effects of cholesterol-lowering probiotic fermentation on the active components and in vitro hypolipidemic activity of sea buckthorn juice. *J. Food Sci.* 89: 6308–6320.
- 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.
- Ivanišová E., Blašková M., Terentjeva M., Grygorieva O., Vergun O., Brindza J., Kačániová M. 2020. Biological properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) derived products. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 19(2): 195–205.
- Jalink, H., Van der Schoor, R. Seed Calculator 2.1; License Number: 100200122; Plant Research International: Wageningen, The Netherlands, 1999.
- Jastrzab A., Skrzydlewska E. 2019. Composition and biomedical relevance of sea buckthorn. *Acta Pol. Pharm.* 76(6): 959–969.
- Jaśniewska A., Diowski A. 2021. Wide spectrum of active compounds in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) for disease prevention and food production. *Antioxidants* 10(8), 1279.
- Kopčėková J., Mrázová J., Fatrcová-Šramková K., Habánová M., Gažarová M., Lenártová P. 2023. Benefits of sea buckthorn juice consumption in women of productive age with hypercholesterolemia. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 74(2): 187–193.
- Marcinkowska J. 2004. Oznaczanie rodzajów grzybów ważnych w patologii roślin. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa: 165–224.

- Mathur S.B., Kongsdal O. 2003. Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland, ss. 425.
- Mihal M., Roychoudhury S., Sirotkin A.V., Kolesarova A. 2023. Sea buckthorn its bioactive constituents and mechanism of action: potential application in female reproduction. *Front. Endocrinol.* 14: 1–14.
- Neergaard P. 1945. Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*. Taxonomy, parasitism and economical significance. Einar Munskaard, Copenhagen, pp. 562.
- Nowak D., Gośliński M., Kłębukowska L. 2022. Antioxidant and antimicrobial properties of selected fruit juices. *Plant Foods Hum. Nutr.* 77: 427–435.
- Nowicki B. 1995. Patogeniczne grzyby zasiedlające nasiona marchwi. *Acta Agrobot.* 48(2): 49–57.
- Qadir M.I., Abbas K., Younus A., Shaikh R.S. 2016. Antibacterial activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) against methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Pak. J. Pharm. Sci.* 29(5): 1705–1707.
- Rajkowska K., Rykała E., Czyżowska A. 2024. Antibacterial effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruit extract on radish seeds prior to sprouting. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 74(2): 120–129.
- Rehman A., Hussain S., Javed M., Ali Z., Rehman H., Shahzady T.G., Zahra A. 2018. Chemical composition and remedial perspectives of *Hippophae rhamnoides* LINN. *Post. Biol. Komorki* 45(3): 199–210.
- Sandulachi E., Bulgaru V., Ghendov-Mosanu A., Sturza, R. 2021. Controlling the risk of *Bacillus* in food using berries. *Food Sci. Nutr.* 12(06): 557–577.
- Sandulachi E., Cojocari D., Balan G., Popescu L., Ghendov-Mosanu A., Sturza R. 2020. Antimicrobial effects of berries on *Listeria Monocytogenes*. *Food Sci. Nutr.* 11(09): 873–886.
- Sturza R., Sandulachi E., Cojocari D., Balan G., Popescu L., Ghendov-Mosanu A. 2019. Antimicrobial properties of berry powders in cream cheese. *J. Eng. Sci.* 26(3): 125–136.
- Tylkowska K. 1991. *Alternaria radicina* M.D. et E. w materiale siewnym marchwi Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawa Naukowa 220, ss. 69.
- Wang Z., Zhao F., Wei P., Chai X., Hou G., Meng Q. 2022. Phytochemistry, health benefits, and food applications of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A comprehensive review. *Front. Nutr.* 9, 1036295.
- Xing J., Yang B., Dong Y., Wang B., Wang J., Kallio H. P. 2002. Effects of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed and pulp oils on experimental models of gastric ulcer in rats. *Fitoterapia* 73(7–8): 644–650.

M. JAROSZ

THE INFLUENCE OF SEA BUCKTHORN (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.)
JUICE ON THE QUALITY OF CARROT SEEDS (*DAUCUS CAROTA* L.)

Summary

The aim of the research was to determine the effect of sea buckthorn juice on the germination, vigour and health of carrot seeds of the Amsterdam I and Amsterdam II varieties. The seeds were soaked in 1, 5, 10, 15, 25, 50, 75% solutions of sea buckthorn juice and 100% sea buckthorn juice for 30 min. The control consisted of untreated seeds. The seeds of both varieties were of different quality. Treating the seeds of both varieties with 100% sea buckthorn juice reduced their colonization by the fungi *A. alternaria* and *Fusarium* spp. and increased the percentage of fungi-free seeds compared to the control. Treatment of seeds of the Amsterdamska I variety with sea buckthorn juice at a concentration of 1% improved their energy and germination capacity compared to untreated seeds. Seeds of both varieties treated with sea buckthorn juice solutions at concentrations of 5, 10, 15 and 25% germinated faster than untreated seeds.

Key words: sea buckthorn juice, carrot seeds, fungi, seed germination, seed vigour

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.10.2025

Do cytowania – For citation:

Jarosz M. 2025. Wpływ soku z rokitnika (*Hippophae rhamnoides* L.) na jakość nasion marchwi (*Daucus carota* L.). *Fragm. Agron.* 42(2): 1–9.