

BADANIA PROCESU PODKIEŁKOWANIA OTOCZKOWANYCH NASION MARCHWI*

Marek Domoradzki, Wojciech Korpala

Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu Chemicznego i Spożywczego,
Akademia Techniczno-Rolnicza
ul. Seminaryjna 3, 85-326 Bydgoszcz,
e-mail: korpala@atr.bydgoszcz.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań podkiełkowania nasion marchwi *Flacoro*. Proces ten polegał na nawilżaniu nasion otoczkowanych wodą oraz wodnymi roztworami KNO_3 , Gibrescolu i Ethrelu, przetrzymywaniu nasion przez określony czas w termostacie w temperaturze 15°C i następnie ich wysuszeniu w temperaturze 36°C . Badano wpływ tego procesu na końcową zdolność kiełkowania (ZK) nasion. Dla nasion nawilżanych wodą destylowaną w zakresie 7-13% (liczonych na masę nasiona otoczkowanego) zdolność kiełkowania opisano równaniem empirycznym. W przypadku nawilżania nasion wodnymi roztworami KNO_3 o stężeniach 0,2-0,6% najlepsze wyniki (ZK około 85%) osiąga się dla najniższych stężeń KNO_3 i zawartości roztworu w otoczce 10-13%. Wodny roztwór Gibrescol-Ethrel- KNO_3 powoduje podniesienie zdolności kiełkowania nasion (do ponad 80%) w szerokim zakresie zawartości roztworu w otoczce wynoszącym 5,5-18%. Nawilżanie wodnymi roztworami Gibrescol-Ethrel prowadziło również do podwyższenia zdolności kiełkowania badanych nasion. Wpływ ten jednak był słabszy niż dla innych stosowanych roztworów.

Słowa kluczowe: nasiona marchwi, nasiona otoczkowane, podkiełkowanie nasion

WSTĘP

Fizyczne metody podkiełkowania nasion są coraz powszechniej stosowane w praktyce [8,9,16]. Wiele z nich jest stosowanych od dawna (np. hartowanie nasion polegające na kilkakrotnym zamaczaniu i suszeniu nasion, stratyfikacja nasion, jarowizacja, skaryfikacja itp.), inne natomiast zyskują na popularności od

*Praca prezentowana i opublikowana w ramach aktywności Centrum Doskonałości AGROPHYSICS (Contract No.: QLAM-2001-00428) 5 Programu Ramowego UE.

niedawna [8,14]. Do metod tych można zaliczyć: hydratację nasion poniżej poziomu wilgotności kiełkowania [9], hydratację przy pełnej wilgotności [8], podkiełkowanie osmotyczne [10-13,15], podkiełkowanie w roztworach wodnych glikolu polietylenowego (PEG) [17,18], podkiełkowanie w stałych nośnikach wilgoci itp. [1-4,8]. Cytowane badania nie dotyczą jednak nasion otoczkowanych, chociaż wydaje się, że niektóre parametry procesu otoczkowania nasion mogłyby prowadzić do równoległego podkiełkowania materiału siewnego. Szczególnie interesującą metodą w tym przypadku może być podkiełkowanie nasion w stałych nośnikach wilgoci, gdzie nośnikiem wilgoci byłby materiał otoczki.

W procesie otoczkowania nasion otrzymuje się produkt wilgotny, który w normalnych warunkach poddaje się suszeniu w umiarkowanych (zwykle nie wyższych od 40°C) temperaturach. Wilgotne nasiona otoczkowane opuszczające otoczkarkę mogłyby być przetrzymywane w określonych temperaturach przez ściśle zaprogramowany czas i następnie dopiero poddane procesowi suszenia. Oprócz wody otoczka mogłaby zawierać również wodne roztwory niektórych związków chemicznych pobudzających proces kiełkowania. Tak realizowana technologia otoczkowania spełniałaby równocześnie wymagania podkiełkowania nasion w stałych nośnikach wilgoci. Również nasiona otoczkowane, które podczas przechowywania obniżałyby swoją zdolność kiełkowania mogłyby być tą metodą pobudzone.

MATERIAŁ I METODY

Do badań opisanych w niniejszej pracy użyto nasion otoczkowanych marchwi *Flacoro* o dość niskiej zdolności kiełkowania (62%), dla lepszego zobrazowania wpływu poszczególnych parametrów w realizowanych badaniach. Masa podstawowa otoczki składała się z mieszaniny pyłu drzewnego, kaolinu i szpatu w stosunku wagowym 1:2:17. Poszczególne składniki otoczki używane były w formie pylistej o znanym rozkładzie uziarnienia, mierzonym urządzeniem laserowym "Analysette 22" firmy Fritsch. Ciecżą granulacyjną był 8% wodny roztwór dekstryny żółtej. Nasiona przed otoczkowaniem zaprawiano fungicydami (Funaben T, Apron SD i Ronilan), natomiast w procesie otoczkowania do otoczki wprowadzano insektycyd (Marshal 25 ST). Zaprawianie i otoczkowanie nasion odbywało się w instalacji opisanej w pracy [9]. Do nawilżania nasion otoczkowanych stosowano:

- wodę destylowaną,
- wodne roztwory KNO_3 o stężeniu 0,2%, 0,4% i 0,6%,
- roztwór 0,011% gibrescolu (GA_3), 0,025% ethrełu i wody destylowanej,
- roztwór 0,011% gibrescolu, 0,025% ethrełu i 0,2% wodnego roztworu KNO_3 oraz laboratoryjny granulador przedstawiony na rysunku 1.

Wilgotne nasiona otoczkowane przechowywano przez 14 dni w chłodziarce w temperaturze 15°C pobierając codziennie próbki do wykonania analiz zdolności

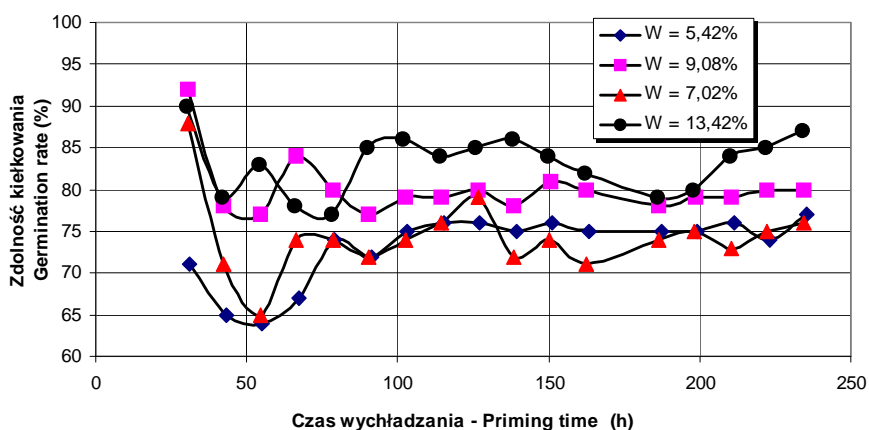
kiełkowania. Przed wykonaniem analizy nasiona suszono w suszarce do stałej masy w temperaturze około 36°C. Badania zdolności kiełkowania nasion wykonywano zgodnie z metodyką opisaną w pracy [5].



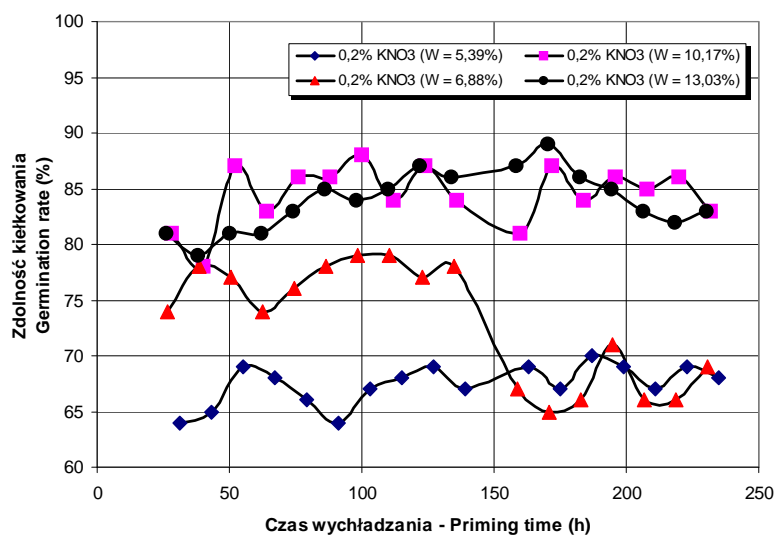
Rys. 1. Laboratoryjny granulator talerzowy
Fig. 1. Laboratory pan coater

WYNIKI I DYSKUSJA

W pracy wykonano ogółem 357 doświadczeń podkiełkowania nasion otoczkowanych marchwi *Flacoro* dla zmiennych ilości cieczy wprowadzanej do otoczki, różnego jej składu chemicznego oraz czasów podkiełkowania w temperaturze 15°C. Otrzymane wyniki przedstawiono na kolejnych rysunkach 2-7.

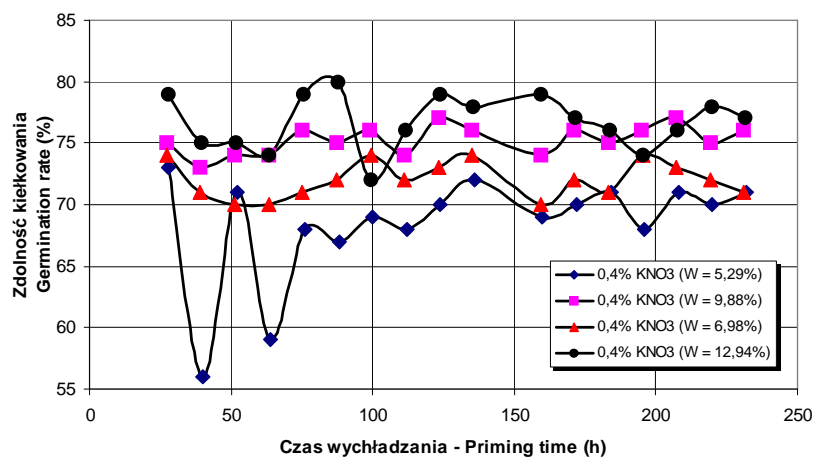


Rys. 2. Zdolności kiełkowania nasion otoczkowanych nawilżanych wodą w funkcji czasu wychładzania w temperaturze 15°C przy różnych wilgotnościach otoczek
Fig. 2. Germination rate of water primed pelleted seeds as a function of the priming time at 15°C at various pellet water contents



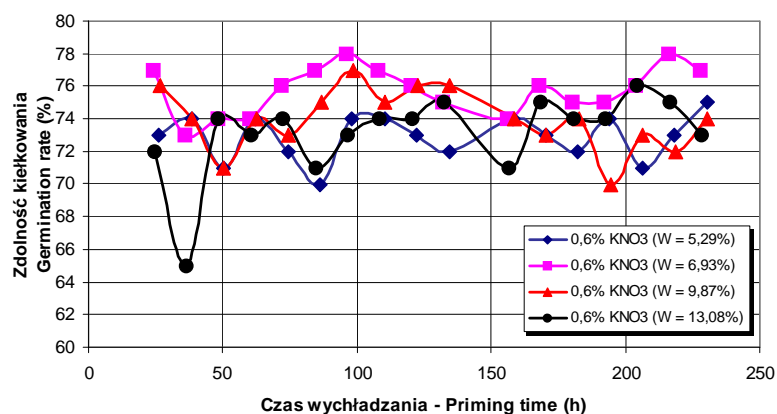
Rys. 3. Wpływ czasu wychładzania na zdolność kiełkowania nasion marchwi *Flacoro* dla różnej wilgotności otoczki (0,2% KNO₃)

Fig. 3. Germination rate of 0.2% KNO₃ solution primed pelleted seeds as a function of the priming time at 15°C at various pellet priming solution contents



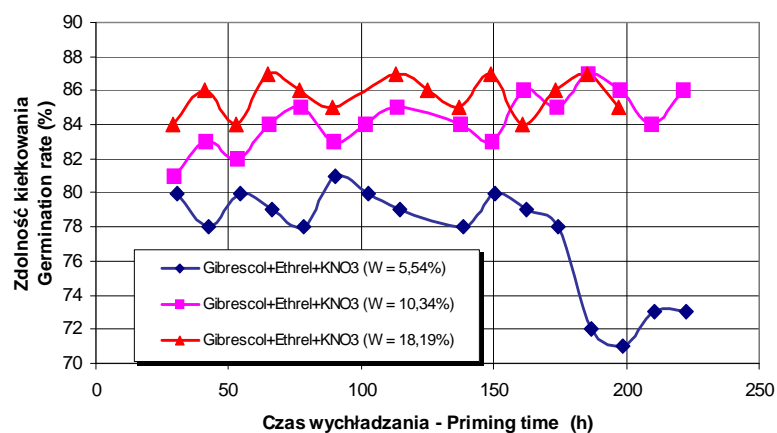
Rys. 4. Wpływ czasu wychładzania na zdolność kiełkowania nasion marchwi *Flacoro* dla różnej wilgotności otoczki (0,4% KNO₃)

Fig. 4. Germination rate of 0.4% KNO₃ solution primed pelleted seeds as a function of the priming time at 15°C at various pellet priming solution contents



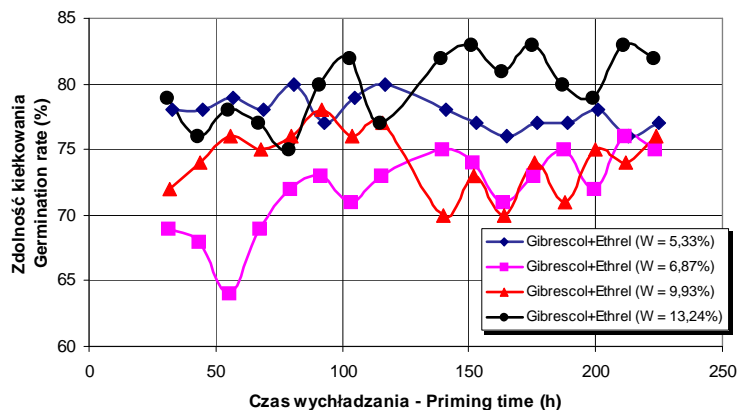
Rys. 5. Wpływ czasu wychładzania na zdolność kiełkowania nasion otoczkowanych marchwi *Flacoro* nawilżanych 0,6% roztworem KNO₃

Fig. 5. Germination rate of 0.6% KNO₃ solution primed pelleted seeds as a function of the priming time at 15°C at various pellet priming solution contents



Rys. 6. Wpływ czasu wychładzania na zdolność kiełkowania nasion otoczkowanych nawilżanych roztworem Gibrescol-Ethrel-KNO₃

Fig. 6. Germination rate of GA₃-Ethrel-KNO₃ solution primed pelleted seeds as a function of the priming time

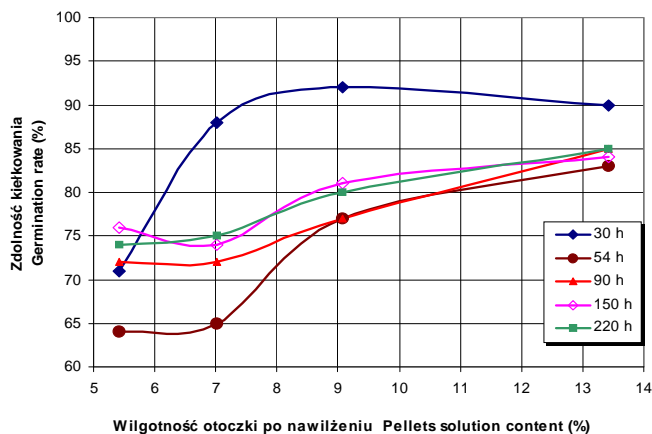


Rys. 7. Wpływ czasu wychładzania na zdolność kiełkowania nasion otoczkowanych nawilżanych roztworem Gibrescol-Ethrel

Fig. 7. Germination rate of GA_3 -Ethrel solution primed pelleted seeds as a function of the priming time

DYSKUSJA

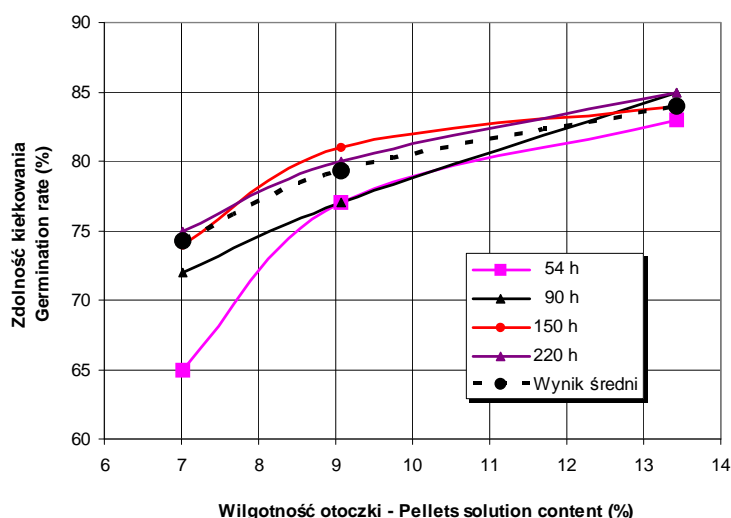
Z przebiegu krzywych na rysunku 2 można zauważyć, że zdolność kiełkowania nasion nawilżanych wodą i następnie wychładzanych jest zwykle tym wyższa im większa jest wilgotność otoczki. Zróżnicowany jest natomiast wpływ czasu wychładzania, co przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Zależność zdolności kiełkowania nasion otoczkowanych nawilżanych wodą w funkcji wilgotności otoczki dla wybranych czasów wychładzania

Fig. 8. Germination rate of water primed pelleted seeds as a function of the pellet water content for selected priming times

Zależności zdolności kiełkowania nasion w funkcji wilgotności otoczek dla czasów wychładzania większych od 50 godz. mają podobny przebieg. Wpływ czasu wychładzania po przekroczeniu pewnej wartości (zależnej od wilgotności otoczki) na zdolność kiełkowania nasion, praktycznie zanika, natomiast istotny staje się parametr wilgotności otoczki. Obrazują to wykresy na rysunku 9.



Rys. 9. Zależność zdolności kiełkowania nasion otoczkowanych nawilżanych wodą w funkcji czasu wychładzania i wilgotności otoczek

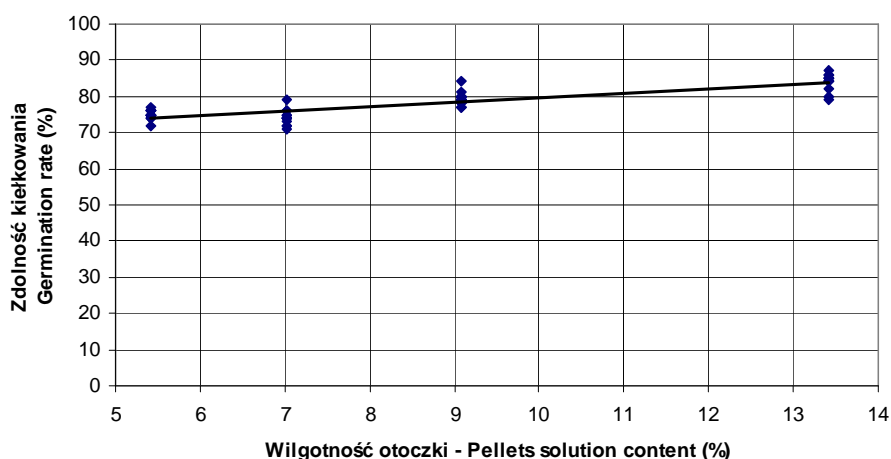
Fig. 9. Germination rate of water primed pelleted seeds as a function of the pellet water content and priming time

Przyjęto, że po przekroczeniu następujących czasów wychładzania: 79 godzin dla $W = 5,42\%$; 66 godzin dla $W = 7,02\%$; 42 godzin dla $W = 9,08\%$ oraz 90 godzin dla $W = 13,42\%$, zdolność kiełkowania zależna jest tylko od wilgotności otoczki. Zależność tę przedstawiono na rysunku 10.

Jest to zależność prostoliniowa, którą można opisać następującym równaniem empirycznym:

$$ZK = 1,241 \cdot W + 0,673$$

W równaniu powyższym zmienne ZK i W są zdefiniowane jako udziały w ułamkach. Współczynniki tego równania zostały wyznaczone za pomocą najmniejszych kwadratów metodą regresji prostoliniowej. Błąd standardowy wynosi 0,022, natomiast współczynnik korelacji Pearsona R jest równy 85,78%. Porównując oddziaływanie roztworów KNO_3 na zdolność kiełkowania nasion otoczkowanych marchwi *flacoro* można zauważyć, że przy mniejszych zawartościach roztworu w otoczce i mniejszym stężeniu tego roztworu wpływ zawartości roztworu w otoczce na średnią zdolność kiełkowania nasion jest znaczny.



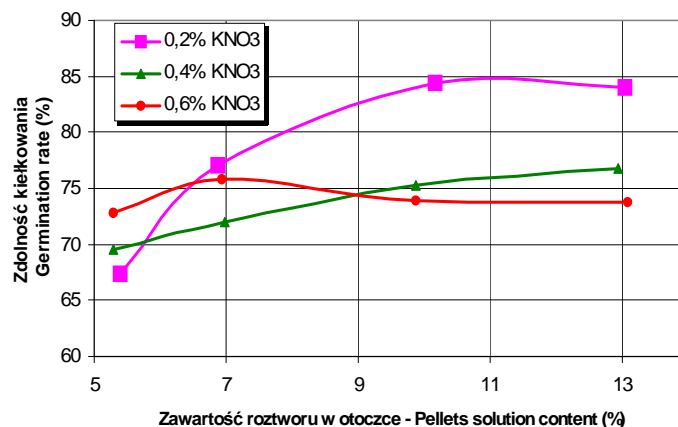
Rys. 10. Zależność zdolności kiełkowania od wilgotności otoczki

Fig. 10. Germination rate of pelleted seeds as a function of the pellet water content

W miarę wzrostu stężenia roztworu KNO_3 krzywe są bardziej płaskie, a przy maksymalnym badanym stężeniu wynoszącym 0,6% wpływ ilości wilgoci staje się praktycznie nieistotny (rys. 11).

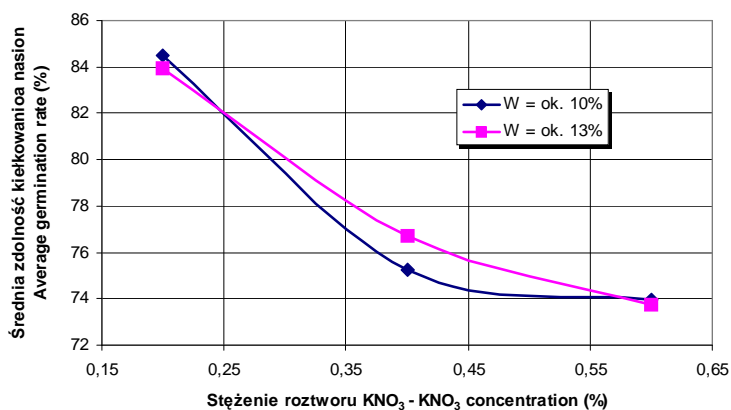
Osiągana zdolność kiełkowania nasion we wszystkich przypadkach jest wyższa od zdolności kiełkowania nasion wyjściowych nie nawilżanych. Wpływ stężenia roztworu KNO_3 (dla $W > 9\%$) na średnią zdolność kiełkowania nasion obrazuje rysunek 12. W badanym zakresie stężeń, im większe stężenie roztworu tym zdolność kiełkowania mniejsza. Powyżej zawartości roztworu w otoczce wynoszącej około 9%, charakter zależności stężenia KNO_3 jest podobny i niezależny od tej zawartości. Występujące niewielkie różnice mogą być spowodowane błędem oznaczeń.

Reasumując, chcąc poprawić zdolność kiełkowania nasion otoczkowanych marchwi *Flacoro* poprzez nawilżanie roztworem KNO_3 należy nawilżyć te nasiona 0,2% roztworem do jego zawartości w otoczce około 10% (jednak nie więcej niż 13%) i następnie poddać je wychładzaniu przez kilkudziesiąt godzin (np. 100 godzin) i wysuszyć w temperaturze poniżej 40°C .



Rys. 11. Zależność średniej zdolności kiełkowania nasion otoczkowanych nawilżanych roztworami KNO₃ od zawartości tych roztworów w otoczce po czasie wychładzania około 100 godzin

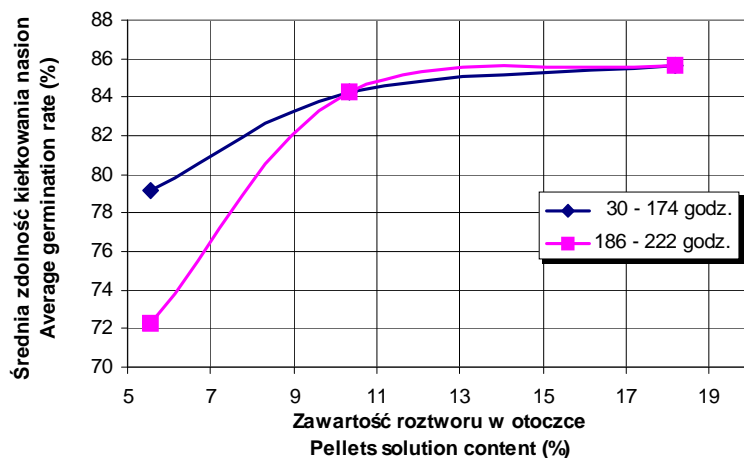
Fig. 11. Average germination rate of KNO₃ solution primed seeds after ca. 100 hr of priming as a function of the pellet water content



Rys. 12. Wpływ stężenia roztworu KNO₃ na średnią zdolność kiełkowania nasion

Fig. 12. Average germination rate of KNO₃ solution primed seeds as a function of KNO₃ concentration

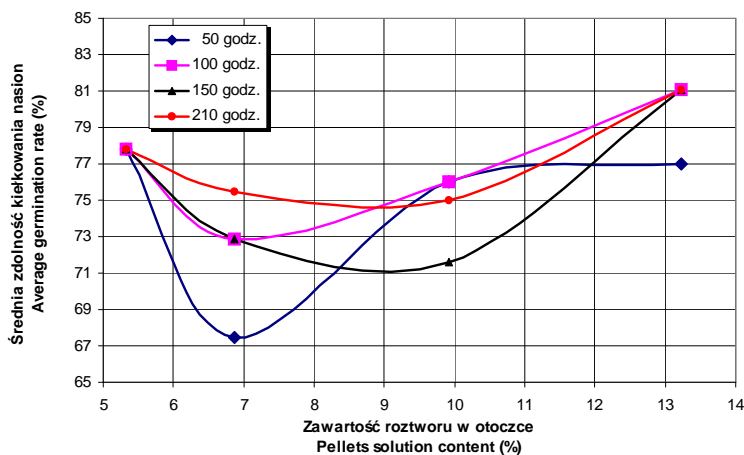
W przypadku nawilżania nasion otoczkowanych marchwi *Flacoro* roztworem Gibrescol, Ethrel, KNO₃, wpływ zawartości tego roztworu w otoczce na zdolność kiełkowania nasion przedstawiono na rysunku 13.



Rys. 13. Wpływ zawartości roztworu Gibrescol-Ethrel-KNO₃ w otoczce na średnią zdolność kiełkowania nasion

Fig. 13. Average germination rate of GA₃-Ethrel-KNO₃ solution primed seeds as a function of the pellet priming solution content

Wyniki zdolności kiełkowania nasion otoczkowanych nawilżanych roztworami Gibrescolu i Ethrelu są bardzo zróżnicowane. Dla przykładowych czasów wychładzania nasion wpływ zawartości roztworu w otoczce na zdolność kiełkowania nasion przedstawiono na rysunku 14.

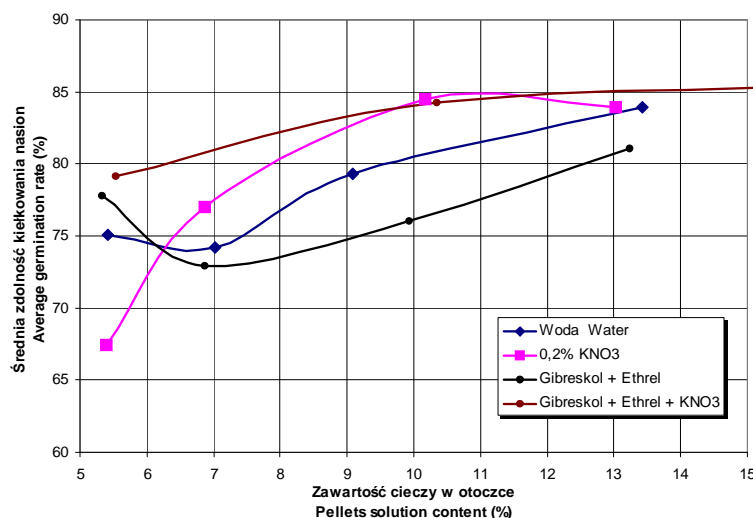


Rys. 14. Wpływ zawartości roztworu Gibrescol-Ethrel w otoczce na zdolność kiełkowania nasion

Fig. 14. Average germination rate of GA₃-Ethrel solution primed seeds as a function of the pellet priming solution content

Dla przedstawionych czasów wychładzania, początkowo wzrost zawartości roztworu w otoczce powoduje zmniejszenie średniej zdolności kiełkowania nasion, a następnie w miarę zwiększania się wilgotności, zdolność kiełkowania wzrasta. Dla czasów wychładzania 50 i 100 godzin minimum zdolności kiełkowania występuje przy wilgotności 6,87%, dla pozostałych analizowanych czasów minimum to przesuwają się do wilgotności 9,93%.

Porównując wpływ poszczególnych cieczy stosowanych do nawilżania nasion otoczkowanych na ich jakość możemy zauważyć, że praktycznie we wszystkich badanych seriach nasiona marchwi *Flacoro* wykazywały poprawę swojej zdolności kiełkowania. Na rysunku 15 porównano wyniki zbliżone do optymalnych w poszczególnych seriach doświadczeń.



Rys. 15. Wpływ stosowanych cieczy nawilżających na zdolność kiełkowania nasion otoczkowanych marchwi *Flacoro*

Fig. 15. Influence of priming solution on germination rate of pelleted carrot seeds

Obszar poniżej 7% zawartości cieczy w otoczce jest mało stabilny dla poszczególnych rodzajów roztworów i dopiero zwiększenie zawartości cieczy powyżej 7% powoduje we wszystkich przypadkach poprawę zdolności kiełkowania badanych nasion. Najlepszym roztworem spośród badanych, poprawiającym jakość nasion jest roztwór: Gibreskol-Ethrel-KNO₃. Zmiany stężenia tego roztworu w otoczce w mniejszym stopniu wpływają na zmiany osiąganych zdolności kiełkowania, co dodatkowo uatrakcyjnia stosowanie tego roztworu w praktyce. Przy zdolności kiełkowania nasion wyjściowych równych 62%, nawilżenie otoczek omawianym roztworem w szerokim zakresie od 5,54% do 18,11% prowadzi do znacznej poprawy jakości

nasion. Zdolność kiełkowania takich nasion osiąga wartości od 79,17% do 85,64%. Nieco gorszym roztworem, który może być stosowany do poprawy jakości nasion w badanej metodzie uszlachetniania jest 0,2% wodny roztwór KNO_3 . Jakość nasion w tym ostatnim przypadku jest bardziej zależna od zawartości roztworu w otoczce, lecz przy zawartości ok. 10% możemy osiągnąć podobną jakość nasion jak dla roztworu Gibrescol-Ethrel- KNO_3 .

Zdecydowanie najmniej interesującym roztworem możliwym do zastosowania dla poprawy jakości nasion jest roztwór Gibrescol-Ethrel. Wydaje się, że w praktyce częściej do stosowania należałoby zalecać stosowanie czystej wody, której zastosowanie do tego procesu daje gorsze wyniki niż dla dwóch wcześniej opisywanych roztworów, lecz zdecydowanie lepsze niż w przypadku stosowania roztworu Gibrescol-Ethrel.

WNIOSKI

W wyniku badań procesu podkiełkowania nasion otoczkowanych marchwi Flacoro polegającym na nawilżaniu nasion otoczkowanych wodą oraz wodnymi roztworami KNO_3 , Gibrescolu i Ethrelu, przetrzymywaniu ich przez określony czas w termostacie w temperaturze 15°C i następnie ich wysuszeniu w 36°C , można sformułować następujące wnioski:

1. Dla wody destylowanej najwyższą zdolność kiełkowania (ok. 90%) osiąga się dla czasu wychładzania około 30 godzin i wilgotności otoczek większych od 7%. Dla czasów wychładzania $90 < \tau < 240$ godzin, zdolność kiełkowania nasion jest tylko funkcją ilości cieczy wprowadzonej do otoczki i może być z dobrym przybliżeniem opisana następującym równaniem empirycznym

$$ZK = 1,241 \cdot W + 0,673$$

2. W przypadku nawilżania nasion wodnymi roztworami KNO_3 o stężeniach 0,2-0,6% najlepsze wyniki osiągnięto dla najniższych stężeń KNO_3 i zawartości roztworu w otoczce $10 \div 13\%$ (zdolność kiełkowania ok. 85%). Optymalny czas wychładzania nasion powinien być większy od 50 godzin, jednak nie większy niż 240 godzin.

3. Roztwór Gibrescol-Ethrel- KNO_3 powoduje podniesienie zdolności kiełkowania nasion (od 80 do ponad 85%) w szerokim zakresie jego zawartości w otoczce wynoszącym 5,5-18%. Zależność tę opisuje następujące równanie

$$ZK = 0,967 \cdot W^{0,0667}$$

4. Nawilżanie roztworem Gibrescol-Ethrel również poprawia jakość badanych nasion, jednak wpływ ten jest słabszy niż dla innych stosowanych roztworów.

5. Przeprowadzone badania potwierdziły skuteczność zaproponowanego procesu podkiełkowania nasion otoczkowanych. Powinny być one jednak podstawą do dalszych, bardziej szczegółowych badań, szczególnie z zastosowaniem wody, roztworów KNO_3 i Gibrescol-Ethrel- KNO_3 jako środków wprowadzanych do otoczek nasion otoczkowanych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Benjamini L.:** The efficacy of seed treatment with ardicarb to establish conditioned aversion in birds to sprouting sugar beets. *Phytoparasitica*, 9(1), 3-9, 1981.
2. **Blocklehurst P., Dearman J.:** Interaction between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination, *Annals of Applied Biology*, 102, 577-584, 1983.
3. **Cantliffe D.:** Priming of lettuce seed for early and uniform emergence under conditions of environmental stresses. *Acta Horticulturae*, 122, 29-38, 1981.
4. **Corleto A.:** Effect of seed pre-sowing hardening on grain sorghum. *Proceedings of the XII International Grassland Congress Leipzig*, 2, 729-734, 1980.
5. **Domoradzki M.:** Determination of germination capability of coated seeds. *Int. Agrophysics*, 13, 431-433, 1999.
6. **Hegarty T.:** The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination. A review. *Plant Cell Environ.*, 1, 101-119, 1987.
7. **Karssen C., Weges R.:** Osmoconditioning of lettuce seed and induction of secondary dormancy. *Acta Hort.*, 215, 165-171, 1987.
8. **Khan A.:** Preplant physiological seed conditioning. *Hort. Rev.*, 13, 131-181, 1992.
9. **Korpál W.:** Investigations of the influence of component characteristics of coat on the germination ability of coated seeds. *Int. Agrophysics*, 13, 463-468, 1999.
10. **Kubik K., Eastin J.:** Solid matrix priming of tomato and pepper, *Proc. Int. Conf. Stand Est. Hort. Crops.*, Lancaster, PA. 86-96, 1988.
11. **Kulkarni L.:** Effect of presowing treatment with growth regulators on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Indian Journal of Plant Physiology*, 21 (1), 66-69, 1978.
12. **Nayon R., Prentice C.:** Osmoconditioning as means of counteracting the ageing of pepper seed during high temperature storage. *Ann. Bot.*, 60, 279-286, 1988.
13. **Palevitch D., Thomas T.:** Termodormancy release of celery seed by gibberelin, 6-benzylaminopurine and ethphon applied in organic solvent. *J. Expt. Bot.*, 25, 981-986, 1980.
14. **Parera C., Cantliffe D.:** Improved stand establishment of sh 2 sweet corn by solid matrix priming. *Proc. National Symp. Stand Estab. Hort. Crops*, Minneapolis, MN. 91-96, 1990.
15. **Srivastawa K.:** Eko-physiological exploitation of Triticale seed with pre-sowing treatments to develop hardiness against moisture stress. *Acta Agronomica*, 32, 362-369, 1983.
16. **Tonkin J.H.B.:** Pelleting and other presowing treatments. *Advances in Research and Technology of Seeds (Netherlands)*, 4, 84-105, 1979, 9, 94-127, 1984.
17. US Patent 5119589: Methods of priming seed, 1992.
18. US Patent 5873197: Seed priming, 1999.

INVESTIGATION OF PRIMING OF PELLETTED CARROT SEEDS

Marek Domoradzki, Wojciech Korpala

Department of Technology and Apparatures of Chemical and Food Industry
University of Technology and Agriculture in Bydgoszcz
85-326 Bydgoszcz, ul. Seminaryjna 3
e-mail: korpala@atr.bydgoszcz.pl

Abstract. Priming of pelleted seeds of *Flacoro* carrot was investigated. The priming was performed by wetting the pelleted seeds with water or aqueous solutions of KNO_3 , Gibrescol (GA_3) and Ethrel, storing the wetted seeds for a certain amount of time in a thermostat at 15°C and finally drying at 36°C . The germination rates (ZK) before and after the treatment were compared. For the seeds wetted with distilled water in the range of 7-13% (relative to the mass of the pelleted seeds) the germination rate was described by an empirical equation. For the seeds wetted with 0.2-0.6% KNO_3 solutions, the highest germination rate was obtained for the lowest KNO_3 concentrations and 10-13% solution content in the pellet. Priming with aqueous Gibrescol-Ethrel- KNO_3 solution resulted in an increase of germination rate (to above 80%) in 5.5-18% range of the solution content in the pellet. Priming with Gibrescol-Ethrel solution resulted in the smallest increase in germination rate.

Key words: seed priming, pelleted seeds, carrot seeds