

Tolerancja na niskie temperatury fasoli szparagowej w uprawie na wczesny zbiór

Tomasz W. Bralewski, Roman Hołubowicz

*Katedra Nasiennictwa Ogrodniczego,
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu
Baranowo, ul. Szamotulska 28, 62-081 Poznań*

Słowa kluczowe: uprawa na wczesny zbiór, fasola szparagowa, tolerancja na niskie temperatury, kondycjonowanie nasion

Wstęp

W Polsce coraz popularniejsza staje się uprawa na wczesny zbiór fasoli szparagowej. W niniejszej publikacji przedstawiono charakterystykę tej uprawy w warunkach polskich oraz zaprezentowano metody umożliwiające zmniejszenie ryzyka związanego z niskimi temperaturami. Szczególny nacisk położono na przedstawienie nowych możliwości, takich jak: hodowla odmian szparagowych fasoli tolerancyjnych na niskie temperatury, stosowanie środków chemicznych poprawiających kondycję roślin i kondycjonowanie nasion. Przedstawione przez autorów wyniki związane są z pracami badawczymi przeprowadzonymi w Katedrze Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu w latach 2002–2004.

Charakterystyka produkcji fasoli szparagowej w Polsce

W Polsce wzrasta zainteresowanie ogrodników uprawą fasoli szparagowej, w tym szczególnie upraw przyspieszonych. Wynika to ze wzrostu jej spożycia, a także możliwości zwiększenia eksportu [47]. Powierzchnia upraw fasoli szparagowej w Polsce wynosi około 3 tys. ha, a zbiory około 40 tys. ton. Znaczna część tej produkcji eksportowana jest do Niemiec, Holandii, Hiszpanii i Wielkiej Brytanii [7, 49]. Uprawa na wczesny zbiór fasoli szparagowej gwarantuje ogrodnikom uzyskanie większych przychodów niż uprawa w tradycyjnym terminie, ponieważ umożliwia uzyskiwanie wyższych cen ze sprzedaży wczesną wiosną i jesienią. Różnice cen zwykle są bardzo

duże. Według danych Wielkopolskiej Giełdy Ogrodniczej w roku 2004 średnia cena tygodniowa 1 kg fasoli szparagowej w okresie jej najmniejszej podaży (15 tydzień) była 46,7 razy wyższa niż w okresie największej podaży (30 tydzień).

Wzrost zainteresowania ogrodników uprawą fasoli szparagowej spowodował zwiększenie intensywności prac hodowlanych w firmach nasiennych działających na rynku polskim [40, 52, 53]. Liczba zarejestrowanych w Polsce odmian fasoli szparagowej wzrosła w latach 1990–2003 z 12 do 72, w tym odmian polskich z 12 do 40, a zagranicznych od 0 do 32 [6, 8]. Zaczęto także polecać poszczególne odmiany do uprawy na wczesny zbiór [21, 55, 58].

W Polsce uprawę na wczesny zbiór fasoli szparagowej prowadzi się zarówno w gruncie jak i pod osłonami. Najbardziej opłacalna jest produkcja pod osłonami, umożliwiającą uzyskanie najwcześniejszych plonów. Większość tych upraw prowadzona jest w nieogrzewanych tunelach foliowych. Jedynie sporadycznie spotyka się uprawy w szklarniach czy tunelach ogrzewanych, tam jednak nie występują problemy z niskimi temperaturami. Dlatego też poruszane w niniejszej publikacji zagadnienia dotyczą upraw przyspieszonych fasoli szparagowej w nieogrzewanych tunelach foliowych, jako tych najczęściej stosowanych.

Produkcję tej uprawy w nieogrzewanym tunelu foliowym w warunkach polskich można prowadzić z siewu wprost do gruntu. Nasiona wysiewa się wówczas na przełomie marca i kwietnia. Zwykle jednak w uprawie wykorzystuje się rozsadę. Produkcję rozsady prowadzi się w tunelach lub szklarniach ogrzewanych (w temperaturze 18–20°C). Nasiona wysiewa się w połowie marca do doniczek lub tac wielokomorowych, a po 14 dniach wyprodukowane rośliny wysadza do tunelu. Niekiedy ogrodnicy podkielkują nasiona przed siewem, co skraca czas produkcji rozsady o 4–5 dni. Gdy minie niebezpieczeństwo przymrozków (w Polsce przypada to zwykle na 15 maja) z konstrukcji tuneli usuwa się folię. Zbiory zaczynają się w końcu maja lub na początku czerwca. Strąki zbiera się 3–4-krotnie co 7 dni. Plon wynosi średnio 2–3 kg · m⁻² [21, 55].

W Polsce największą popularnością do bezpośredniej konsumpcji cieszą się odmiany fasoli o żółtych strąkach, natomiast odmiany o zielonych strąkach uprawiane są zwykle z przeznaczeniem dla przetwórstwa i zamrażalnictwa. W uprawach przeważają odmiany karłowe, a odmiany tyczne uprawiane są jedynie sporadycznie. Na rynku wśród odmian karłowych żółtostrąkowych przeważają odmiany polskie, natomiast zagraniczne dominują wśród odmian tycznych. W roku 2003 w Polsce były zarejestrowane 72 odmiany fasoli szparagowej, w tym 64 karłowe (20 polskich i 6 zagranicznych odmian żółtostrąkowych oraz 18 polskich i 20 zagranicznych odmian zielonostrąkowych) oraz 7 tycznych (1 polska i 2 zagraniczne odmiany żółtostrąkowe, 1 polska i 3 zagraniczne odmiany zielonostrąkowe oraz 1 zagraniczna odmiana o fioleto-letowych strąkach) [8].

Możliwości zmniejszenia ryzyka związanego z przyspieszoną uprawą fasoli szparagowej

Środki techniczne

Praktycznie jedynym środkiem technicznym, który może zmniejszyć ryzyko przyspieszonej uprawy warzyw w tunelu nieogrzewanym związane z okresami chłodu i ujemnej temperatury jest przykrywanie włókniną [56]. Dotyczy to zarówno siewu wprost do gruntu, jak i rozsady po posadzeniu [21, 55]. Natomiast w przypadku uprawy przyspieszonej w polu niezbędne jest stosowanie przykrycia z włókniny przez cały początkowy okres uprawy.

Środki chemiczne

W Katedrze Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu prowadzone były badania nad możliwością wykorzystania biostymulatorów do interwencyjnej ochrony upraw fasoli przed przymrozkami oraz w okresie chłódów [33, 34, 35]. Badania dotyczyły stosowania biostymulatorów tradycyjnie używanych w Polsce do poprawy kondycji roślin i ochrony sadów przed przymrozkami: Help ($25 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ α -tokoferolu – witaminy E + $9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ kwasu askorbinowego – witaminy C), Tytanit (Ti), Kelpak (naturalne cytokininy + naturalne auksyny), Asahi SL (0,3% para-nitrofenolanu sodu + 0,2% orto-fenolanu sodu + 0,1% 5-nitroguajakolanu sodu) i Biozyme Crop+ (naturalne enzymy). Uzyskane w doświadczeniach wyniki wskazują na możliwość wykorzystania opryskiwania roślin biostymulatorami w celu ochrony przez niskimi temperaturami. Zabieg taki pozwala w znacznym stopniu na ograniczenie ryzyka przyspieszonej uprawy fasoli, zwłaszcza w przypadku odmian o małej tolerancji na niskie temperatury. W roku 2002 rośliny fasoli traktowane roztworami biostymulatorów poddano działaniu temperatury $-4,5^\circ\text{C}$ w warunkach laboratoryjnych. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że rośliny opryskiwane 4% roztworem preparatu Help i 0,1% Biozyme Crop+ lepiej zregenerowały uszkodzenia spowodowane przez niską temperaturę [33]. W kolejnym roku badań rośliny fasoli traktowano w sztucznych warunkach temperaturą $-3,9^\circ\text{C}$. Uzyskane wyniki potwierdziły, że wcześniejsze opryskiwanie 4% roztworem preparatu Help ogranicza ujemny wpływ spadku temperatury poniżej 0°C [34]. W roku 2004 przeprowadzono doświadczenie, w którym wykonano opryskiwanie roślin fasoli (w fazie pierwszej pary liści właściwych) preparatami Help, Tytanit i Asahi SL na 12 godzin przed naturalnym przymrozkiem wynoszącym $-3,8^\circ\text{C}$. Na 66 badanych zagranicznych odmian fasoli u 39–43 odmian, zależnie od zastosowanego preparatu, stwierdzono działanie ochronne zastosowanego opryskiwania. Najlepszy efekt ochronny stwierdzono przy zastosowaniu 4% roztworu preparatu Help, nieco gorsze wyniki uzyskano w przypadku opryskiwania 0,1% Asahi SL oraz 0,5% Tytanitem [35, 37].

Hodowla odmian fasoli tolerancyjnych na niskie temperatury

Nowe możliwości przyspieszonej uprawy fasoli szparagowej daje hodowla odmian przystosowanych do warunków termicznych tego typu uprawy. Odmiany przydatne do takiej produkcji muszą mieć zdolność kiełkowania, wzrostu i plonowania w temperaturach suboptymalnych, a także tolerować przymrozki. Prace mające na celu uzyskanie takich odmian podjęto w wielu krajach: Kanadzie [41], USA [11, 12, 36, 64], Wielkiej Brytanii [24, 25], Francji [2], Holandii [46], Niemczech [42, 48, 63], Australii [18, 19] oraz w Egipcie [54], Brazylii [59] i Bułgarii [65].

W Polsce na małą skalę selekcję linii fasoli pod kątem tolerancji na niskie temperatury prowadzono już w latach osiedziesiątych i dziewięćdziesiątych [15, 16, 26, 27, 38, 39, 45]. Jednak dopiero rosnące zainteresowanie ogrodników przyspieszoną uprawą fasoli szparagowej spowodowało, że polskie firmy hodowlano-nasienne rozpoczęły intensywne prace w tym kierunku. W roku 2002 rozpoczęto projekt hodowlany mający na celu uzyskanie linii fasoli zwyczajnej o podwyższonej tolerancji na niskie temperatury (projekt współfinansowany przez MRiRW). Projekt ten realizowany był w latach 2002–2004 w Katedrze Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu we współpracy z największymi polskimi firmami hodowlano-nasiennymi [33, 34, 35].

W roku 2002 przeprowadzono szereg doświadczeń mających na celu ustalenie temperatury selekcyjnej określającej tolerancję badanych materiałów fasoli na kiełkowanie w niskiej temperaturze w warunkach laboratoryjnych. Przebadano 71 odmian uprawnych, miejscowych oraz ekotypów fasoli pochodzących z Europy i Chin, znajdujących w kolekcji AR w Poznaniu oraz kolekcjach polskich firm hodowlano-nasiennych. Optymalną temperaturę selekcyjną określono na 9°C. Za materiały o wystarczającej tolerancji uznano te, które kiełkowały w co najmniej 60% po upływie 9 dni. Wyselekcjonowano 32 obiekty, które kiełkowały co najmniej w 60% w temperaturze 9–10°C i 4 obiekty – w temperaturze 7–8°C [3, 33].

W roku 2003 przebadano 112 odmian uprawnych, linii hodowlanych oraz ekotypów otrzymanych z pięciu polskich firm hodowlano-nasiennych. W pierwszym etapie doświadczeń wyselekcjonowano 13 tolerancyjnych na kiełkowanie w niskiej temperaturze (w 9°C). Następnie rośliny uzyskane z nasion tych obiektów poddano w fazie 4 liści działaniu temperatury od –1,4°C do –2,9°C w warunkach laboratoryjnych. Przeżywalność roślin poszczególnych obiektów wyniosła od 0 do 75%. Z roślin, które przeżyły takie przemrażanie uzyskano nasiona do dalszych badań [31, 34]. W celu określenia tolerancji na niskie temperatury w warunkach polowych nasiona 112 badanych obiektów wysiano do gruntu w kwietniu. Jednak brak chłódów oraz przymrozków uniemożliwił przeprowadzenie selekcji. W roku 2003 również uzyskano i rozmnożono 66 linii i odmian pochodzących z zagranicznych kolekcji i banków genów o potencjalnej tolerancji na chłód [34].

W roku 2004 dnia 1 kwietnia wysiano do gruntu nasiona odmian zagranicznych uzyskanych w roku 2003. Dzięki wystąpieniu chłódów oraz przymrozków spośród

badanych obiektów wyselekcjonowano linie najbardziej cenne jako materiały wyjściowe do hodowli odmian przydatnych do uprawy przyspieszonej. Spośród 66 badanych odmian wytypowano 4, które wzeszły w 76–100% po upływie 4 tygodni od siewu [30, 35]. Zbadano również kiełkowanie materiałów zagranicznych w warunkach laboratoryjnych w temperaturze 9°C. W temperaturze tej najbardziej tolerancyjne odmiany i linie kiełkowały w 37,5–48,4% [35]. Wystąpienie przymrozku (–3,8°C) umożliwiło także w warunkach polowych ocenę tolerancji badanych linii na ujemną temperaturę. Spośród nich wytypowano te, u których nie stwierdzono żadnych uszkodzeń oraz te, u których odsetek uszkodzonych roślin był najniższy, a uszkodzenia obejmowały jak najmniejszą powierzchnię liści [28, 29, 35]. W roku 2004 badaniami objęto również 51 linii uzyskanych z nasion roślin wyselekcjonowanych w roku 2003. Spośród nich nasiona 43 linii testowane w temperaturze 9°C kiełkowały w powyżej 60%. W dalszych doświadczeniach uzyskane rośliny fasoli, poddano działaniu ujemnej temperatury w warunkach laboratoryjnych. Przeżywalność roślin po traktowaniu ich temperaturą od –4,5°C do –3,8°C wynosiła od 0 do 100% (rośliny 7 linii przeżyły co najmniej w 60%) [35].

Prace badawcze przeprowadzone w AR w Poznaniu potwierdzają wyniki uzyskane przez wielu innych badaczy, którzy donoszą o tolerancji na chłody niektórych linii fasoli. Także informacje o istnieniu linii fasoli tolerujących krótkotrwałe spadki temperatury poniżej 0°C są znane w literaturze [5, 17]. Podobnie jak w innych doświadczeniach [10, 64], stwierdzono wysoką tolerancję na niskie temperatury u ekotypów fasoli o barwnej okrywie nasiennej (w temperaturze 9°C kiełkowały one w 100%). Cecha ta jest prawdopodobnie związana z wysokim wigorem tych linii fasoli [9]. Ekotypy te w badaniach autorów charakteryzowały się także wysoką zdrowotnością nasion, co potwierdzają obserwacje innych badaczy [66]. Nie zbadany jest ostatecznie jeszcze stopień przekazywania cechy tolerancji na niskie temperatury w kolejnych pokoleniach. Dotychczas przeprowadzone badania wykazały dobre utrzymanie się tej cechy w pierwszym pokoleniu. W następnych latach planowane są badania kolejnych pokoleń wyselekcjonowanych linii, istnieje bowiem prawdopodobieństwo stopniowej utraty tolerancji na chłody w kolejnych pokoleniach [39]. W celu utrzymania tej cechy ważne jest prowadzenie selekcji kolejnych pokoleń w suboptymalnych warunkach termicznych [68].

Dane dostępne w literaturze wskazują na istnienie licznych linii z rodzaju *Phaseolus* tolerujących niskie temperatury. Przykładem są siewki *Phaseolus angustissimus*, które przeżyły w 55% wiosenny przymrozek w polu (od –7°C do –5°C). Do gatunków o podwyższonej tolerancji na ujemną temperaturę zalicza się również *Phaseolus filiformis*, *P. ritensis* i *P. acutifolius* var. *tenuifolius* [1]. W USA, dzięki fali naturalnych przymrozków udało się wyselekcjonować rośliny *P. wrightii*, które przeżyły spadek temperatury dochodzący do –6,7°C [5]. Nieco niższą wrażliwość na niską temperaturę wykazuje również *P. coccineus* L. [23] w porównaniu z *P. vulgaris* L. Przekazanie tej cechy jest możliwe na drodze krzyżowania. Znane są mieszańce *P. coccineus*

i *P. vulgaris* znoszące przymrozki do -5°C . Niestety uzyskane mieszańce z czasem wracają do cech typowych dla *P. vulgaris* [48]. Wyniki prac badawczych prowadzonych na świecie wskazują również na istnienie linii *P. vulgaris* wykazujących tolerancję na przymrozki. Znane są odmiany *P. vulgaris* znoszące 2–3 godzinne przymrozki do -3°C [17], a także przeżywające w fazie kiełkowania spadek temperatury do -6°C oraz w fazie siewek do -4°C [16]. Prowadzone przez badaczy doświadczenia i obserwacje wskazują również na materiały fasoli tolerancyjne na okresy temperatur suboptymalnych. Przykładem jest linia fasoli szparagowej NY 5-161 tolerancyjna na chłody [12] oraz inne obiekty, które dobrze znoszą temperaturę 10°C [39]. W literaturze znaleźć można również opisy odmian miejscowych *P. vulgaris* kiełkujące w 100% w warunkach laboratoryjnych w temperaturze 12°C [32] oraz linie dobrze kiełkujące w warunkach polowych w $8-10^{\circ}\text{C}$ [10].

Efektom prac hodowlanych prowadzonych w Polsce mających na celu uzyskanie odmian fasoli szparagowej szczególnie przydatnych do uprawy przyspieszonej są zarejestrowane odmiany tolerancyjne na chłody [68]. Spodziewać się należy, że szeroko prowadzone prace selekcyjne i hodowlane zaowocują wprowadzeniem w najbliższym czasie na rynek przez polskie firmy nasienne kolejnych odmian tolerancyjnych na uprawę w suboptymalnych warunkach termicznych [4].

Kondycjonowanie nasion

Fasola jest uważana za roślinę bardzo [57] lub średnio wrażliwą [69] na warunki panujące w okresie kiełkowania i wschodów. Za główną przyczynę słabych wschodów fasoli, podobnie jak i innych roślin strączkowych, uważa się tzw. stres chłodowodny [20, 60]. Występuje on w warunkach wczesnych wysiewów i jest spowodowany działaniem na nasiona nadmiernej wilgotności gleby i niskiej temperatury [44]. Fasola jest uważana za gatunek wrażliwy na działanie stresu chłodowodnego [51, 62].

Jednym ze sposobów zapobiegania słabym wschodom fasoli spowodowanym stresem chłodowodnym jest kondycjonowanie nasion [61]. Zabieg kondycjonowania nasion z powodzeniem stosowany jest u wielu gatunków roślin uprawnych. Poprawia on wigor nasion i zapewnia szybsze i bardziej wyrównane wschody roślin, zwłaszcza w warunkach suboptymalnych [22, 67]. Tradycyjnym sposobem na skrócenie czasu od siewu do wschodów jest kondycjonowanie nasion fasoli poprzez ich moczenie w wodzie przed siewem [13, 14].

Prace nad kondycjonowaniem nasion roślin strączkowych są w Polsce prowadzone od lat osiemdziesiątych [43, 44, 50]. W Katedrze Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu w roku 2004 rozpoczęto wstępne badania nad hydrokondycjonowaniem nasion odmian fasoli zalecanych do uprawy przyspieszonej. Uzyskane wyniki zachęcają do prowadzenia dalszych prac i opracowania metody kondycjonowania nasion, która mogłaby być wdrożona przez firmy nasienne. Kondycjonowane nasiona warunkują bowiem wyrównane i szybkie wschody, co jest trudne do uzyskania przy wysiewie nasion niekondycjonowanych, zwłaszcza w warunkach niskich temperatur wczesną wiosną.

Podsumowanie

Nowe możliwości przyspieszonej uprawy fasoli szparagowej w Polsce wynikają przede wszystkim z ograniczenia ryzyka tej produkcji związanego z niskimi temperaturami. Należą do nich: hodowla odmian fasoli tolerancyjnych na niskie temperatury, stosowanie środków chemicznych poprawiających kondycję roślin w przypadku spadku temperatury oraz kondycjonowanie nasion. Należy się spodziewać, że prace badawcze prowadzone w tym zakresie w Katedrze Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu oraz ich wdrożenie do praktyki spowoduje wzrost powierzchni upraw przyspieszonych fasoli szparagowej w Polsce.

Literatura

- [1] Balasubramanian P., Vandenberg A., Huci P., Gusta L.V. 2004. Resistance of *Phaseolus* species to ice crystalization at subzero temperature. *Physiol. Plant.* 120: 451–457.
- [2] Bannerot H. 1979. Cold tolerance in beans. *Ann. Rpt. Bean Impr. Coop.* 22: 81–84.
- [3] Bralewski T.W., Hołubowicz R. 2003. Wpływ obniżonej temperatury na kiełkowanie nasion fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.). Mat. XIII symp. Sekcji „Mrozoodporność” przy KNO PAN. Kórnik, 14–15 V 2003: 102–104.
- [4] Bralewski T.W., Hołubowicz R. 2004. New possibilities of forced production of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Poland. Výber príspevkov z II. medzinárodnej záhradnickej vedeckej konferencie. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 16–18 septembra 2004, Nitra. Acta horticulturae et regiotecturae – Mimoriadne číslo, Slovaca Univ. Agric. Nitrae 7: 147.
- [5] Buhrov R.A. 1980. Frost tolerance of the Phaseolinae of the Soutwestern United States. *Ann. Rpt. Bean Impr. Coop.* 23: 62–64.
- [6] COBORU 1990. Lista Odmian Roślin Warzywnych, Słupia Wielka: 26–27.
- [7] COBORU 2002. Lista opisowa odmian. Rośliny warzywne, Słupia Wielka.
- [8] COBORU 2003. Lista Odmian Roślin Warzywnych, Słupia Wielka: 79–81, 82–83.
- [9] Deakin J.R. 1974. Asociacion of seed colour with emergence and seed yield of snap beans. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99: 110–114.
- [10] Dickson M.H. 1971. Breeding beans. *Phaseolus vulgaris* L. for increased germination under unfavorable condition. *Crop Sci.* 11: 848–850.
- [11] Dickson M.H., Boettger M.A. 1984. Emergence, growth and blooming of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at suboptimal temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 257–260.
- [12] Dickson M.H., Petzold R. 1986. Breeding for cold and heat tolerance in snap bean. NY State Procc. Veg. Conf. Canadaigua, NY, Feb. 18–20, 1986. NY State Agric. Exp. St., Cornell Univ., Ithaca: 17–18.
- [13] Domoracki M. 2004. Nowe technologie przedsięwziętej obróbki nasion. Warsztaty nasienne II, 25–27 II 2004, Kraków: 16–28.

- [14] Domoracki M., Korpala W. 2004. Nowe technologie przewidzianej obróbki nasion. W: Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych. B. Michalik, W. Weiner (red.), Sekcja HRiN PTNO, Kraków: 94–110.
- [15] Dorna H., Hołubowicz R., Duczmal K. 1994. Studies on selected problems of snap beans. *Ann. Rpt. Bean Impr. Coop.* 37: 192.
- [16] Duczmal K.W., Hołubowicz R. 1987. Tolerancja fasoli na chłód. *HRiN* 1–2: 23–26.
- [17] Duke J.A. 1983. *Phaseolus vulgaris*. W: Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press, New York, London: 195–200.
- [18] Farlow P.J. 1981. Effect of low temperature of number of location and developed seed in two cultivars of French beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *Aust. J. Agric. Res.* 32: 325–330.
- [19] Farlow P.J., Byth D.E., Kryger N.S. 1979. Effect of temperature on seed set and in vitro pollen germination in French beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 19: 725–731.
- [20] Górecki R.J., Fordoński G., Bieniaszewski T., Jacuński K. 1990. Comparative studies on chilling sensitivity in some legume seeds. *Acta Phys. Plant.* 2: 149–158.
- [21] Grzelak K., Skoczylas Z. 2001. Uprawa fasoli szparagowej pod folią. *OWK* 23: 10.
- [22] Halmer P. 2000. Commercial seed treatment technology. W: „Seed Technology.” Black M., Bewley J.D. (red.), Sheffield Academic Press.
- [23] Hardwick R.C. 1972. The emergence and early growth of French and runner beans (*Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus coccineus* L.) sown on different dates. *J. Hort. Sci.* 47: 395–410.
- [24] Hardwick R.C., Andrews D.J. 1980. A method of measuring differences between bean varieties in tolerance to suboptimal temperatures. *Ann. Appl. Bot.* 95: 235–247.
- [25] Hardwick R.C., Andrews D.J. 1980. Selection for cold tolerance in *Phaseolus vulgaris* – yield of selective lines grown in warm and cold environment. *Ann. Appl. Bot.* 95: 249–259.
- [26] Hołubowicz R. 1984. Laboratoryjna i polowa ocena odporności na chłód i mróz kiełkujących nasion fasoli. *Biul. IHAR* 153: 242–243.
- [27] Hołubowicz R. 1985. Reakcja fasoli na niską temperaturę w badaniach laboratoryjnych i polowych. Praca dokt. AR-Poznań.
- [28] Hołubowicz R., Bralewski T. W. 2005. Ocena uszkodzenia przez przymrozek w warunkach polowych 66 obiektów fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) pochodzących z kolekcji zagranicznych. Mat. X Ogólnopol. Zjazdu Hod. Rośl. Ogrod. Skierniewice, 15–16 II 2005: 133–134.
- [29] Hołubowicz R., Bralewski T. W. 2005. Rozdz. Ocena uszkodzenia przez przymrozek w warunkach polowych 66 obiektów fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) pochodzących z kolekcji zagranicznych. W: Zmienność genetyczna i jej wykorzystanie w hodowli roślin ogrodniczych. B. Michalik, E. Żurawicz (red.), Wyd. ISK i Sekcja HRiN PTNO, Skierniewice: 171–176.
- [30] Hołubowicz R., Bralewski T. W. 2005. Wstępna ocena tolerancji 66 obiektów fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) pochodzących z kolekcji zagranicznych na warunki suboptymalne w okresie wschodów. Mat. X Ogólnopol. Zjazdu Hod. Rośl. Ogrod. Skierniewice, 15–16 II 2005: 132–133.
- [31] Hołubowicz R., Bralewski T.W., Dykas P. 2004. Selection of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for tolerance to low temperatures in the laboratorial conditions. *Biuletynul USAMV-CV* 61: 26–33.

- [32] Hołubowicz R., Bralewski T.W., Fiebig M., Bocian S. 2004. Variability of selected characters of 18 local populations of bean (*Phaseolus* ssp.). EJPAU Seria Hort. Vol.7, Issue 1, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume7/issue1/horticulture/art-08.html>
- [33] Hołubowicz R., Bralewski T.W., Hołubowicz T. 2002. Sprawozdanie za rok 2002. Projekt badawczy nr PRH N-4040-167/2 zlecony przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Uzyskanie linii fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) o podwyższonej tolerancji na chłody”. Nie publikowane.
- [34] Hołubowicz R., Bralewski T.W., Hołubowicz T. 2003. Sprawozdanie za rok 2003. Projekt badawczy nr PRH N-4040-167/2 zlecony przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Uzyskanie linii fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) o podwyższonej tolerancji na chłody”. Nie publikowane.
- [35] Hołubowicz R., Bralewski T.W., Hołubowicz T. 2004. Sprawozdanie za rok 2003. Projekt badawczy nr PRH N-4040-167/2 zlecony przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Uzyskanie linii fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) o podwyższonej tolerancji na chłody”. Nie publikowane.
- [36] Hołubowicz R., Dickson M.H. 1989. Cold tolerance of beans (*Phaseolus* ssp.) as analyzed by their exotherms. *Euphytica* 41: 31–37.
- [37] Hołubowicz R., Hołubowicz T., Bralewski T.W. 2005. Wstępne wyniki oceny wpływu opryskiwań preparatami Asahi, Help i Tytnit na intensywność uszkodzeń mrozowych siewek fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.). Mat. XIV seminarium Sekcji „Mrozoodporność” przy KNO PAN. Kórnik, 17–18 V 2005: 141–149.
- [38] Hołubowicz R., Legutko W. 1995. Breeding snap beans for cold tolerance. *Ann. Rpt. Bean Impr. Coop.* 38: 33.
- [39] Hołubowicz R., Legutko W. 1995. Low temperature tolerance of French beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *Folia Hort.* 7: 27–36.
- [40] Karpiński S. 1993. Postęp w hodowli fasoli karłowej szparagowej żółtostrąkowej. *HRiN* 2: 23–26.
- [41] Kemp G.A. 1978. Growth of primary leaves of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under suboptimal temperatures. *Can. J. Plant Sci.* 58: 169–174.
- [42] Klein W. 1981. Ergebnisse zum Vererbungsmodus der Kältetoleranz bei *Phaseolus vulgaris* L. Tag.-Ber., Akad. Lanwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin 191: 127–131.
- [43] Knypl J.S. 1983. Podwyższanie wschodów i plonów soi przez osmokondycjonowanie nasion w roztworze glikolu polietylenowego z dodatkiem fitohormonów lub w atmosferze nasyconej parą wodną. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 253: 35–52.
- [44] Knypl J.S. 1983. Podwyższenie wilgotności nasion osłabia objawy stresu chłodno-wodnego przy kiełkowaniu. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 258: 87–93.
- [45] Kolasińska K., Szyrmer J. 1993. Badania nad kiełkowaniem i wigorem nasion różnych genotypów fasoli w optymalnych i prowokacyjnych warunkach termicznych. Mat. konf. „Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej”. Warszawa, 23–24 IX 1993: 376–382.
- [46] Kooista A.E. 1971. Germinability of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under suboptimal temperatures. *Euphytica* 20: 208–213.
- [47] Kubiak K. 1994. Światowy rynek fasoli. *Ogrodnictwo* 6: 7–9.
- [48] Lamprecht H. 1941. Die Artgrenze zwischen *Phaseolus vulgaris* L. und *multiflorus* LAM. *Hereditas* 27: 51–175.

- [49] Łabuda H. 2004. Nasiennictwo fasoli. Warsztaty nasienne II. Kraków, 25–27 II 2004: 127–137
- [50] Markowski A. 1980. Metoda przedsięwzięcia kondycjonowania nasion soi do celów hodowlanych. *Biul. IHAR* 142: 41.
- [51] Markowski A. 1988. Sensitivity of different species of field crops to chilling temperature. Part I. Interaction of initial seed moisture and imbibition temperature. *Acta Physiol. Plant.* 10: 265–274.
- [52] Milczyńska E. 2001. Fasola karłowa szparagowa – krajowe nowości (cz. I). *OWK* 20: 13–14.
- [53] Milczyńska E. 2001. Fasola karłowa szparagowa – krajowe nowości (cz. II). *OWK* 21: 15–16.
- [54] Mohamed H.M. 2001. The effect of planting date, density and cultivar on productivity and quality of pole beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in cold plastic house. *Egyp. J. Hort.* 28: 197–206.
- [55] Pawłowska B. 2003. Uprawa fasoli szparagowej pod folią. *HO* 8: 58–59.
- [56] Pawłowski A. 1999. Agrowłóknina jako sposób ochrony przed niskimi temperaturami warzyw wczesnych. *OWK* 17–18: 44–46.
- [57] Peplińska M. 1967. Próba oceny wartości siewnej nasion kilku gatunków roślin warzywnych w warunkach polowych. *Biul. IHAR* 1–2: 85–90.
- [58] Pietrzak B. 2002. Odmiany fasoli karłowej do uprawy przyspieszonej i opóźnionej. *Rada* 3: 8.
- [59] Procópio S.O., da Silva A.A., dos Santos J.B., Araújo E.F., Ribeiro Jr. J.I., Ferreira L.R. 2002. Efeito de envelhecimento artificial de sementes sobre a tolerância de feijão ao smectachlor, em baixa temperatura. *Rev. Ceres* 49(284): 353–367.
- [60] Prusiński J. 1991. Kiełkowanie i wschody roślin strączkowych w warunkach chłodnej i wilgotnej gleby. *Post. Nauk Rol.* 4/5/6: 3–18.
- [61] Prusiński J. 1998. Kondycjonowanie nasion roślin strączkowych – teoria i praktyka. *Post. Nauk Rol.* 6: 101–114.
- [62] Prusiński J., Borowska M. 1993. Zastosowanie testu elektroprzewodnictwa w ocenie wigoru mechanicznie uszkodzonych nasion roślin strączkowych. *Biul. IHAR* 186: 133–143.
- [63] Seeman J. 1942. Über die Bedeutung der Unterkühlung für die Selektion frostresistenter Bohnenpflanzen. *Der Züchter* 14: 258–264.
- [64] Silbernagel M.J. 1977. Seed quality index as an indicator of crop production potential and a selection tool for the genetic improvement of snap bean seed quality. *Ann. Rpt. Bean Impr. Coop.* 20: 40–42.
- [65] Tsonev T., Velkova V., Georgieva K., Hyde P.F., Jones H.G. 2003. Low temperature photosynthetic down-regulation in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Plants Ann. Bot.* 91: 343–352.
- [66] Tylkowska K., Chenyi L., Janhua W., Fiebig M. 2002. Zdrowotność nasion wybranych obiektów *Phaseolus vulgaris* L. z kolekcji roboczej Polskiego Banku Genów. *Mat. Symp. Sekcji Hod. i Nas. PTNO „Hodowla i nasiennictwo roślin ogrodniczych”*. Kraków, 21–22 V 2002: 60.
- [67] Tylkowska K., Dorna H. 2000. Kondycjonowanie, w: *Nasiennictwo*. Tom 1. K.W. Duczmal, H. Tucholska (red.), PWRiL, Poznań: 267–270.

- [68] Witek A., Witek Z. 2005. Hodowla fasoli szparagowej tolerancyjnej na chłody. Mat. X Ogólnopol. Zjazdu Hod. Rośl. Ogrodniczych. Skierniewice, 15–16 II 2005: 130
- [69] Woyke H. 1990. Zależność między zdolnością kiełkowania nasion a wschodami warzyw w polu. Cz. V fasola. *Biul. Warzyw.* XXXV: 53–62.

Tolerance to low temperatures of the snap bean cultivated for early harvest

Key words: forced production, snap bean, low temperatures tolerance, seed conditioning

Summary

The importance of growing early snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Poland, has been increasing. The crop growing, however, is subjected to high natural risk. Paper gives the characteristics of forced snap bean growing under Polish conditions. It also shows the possibilities to reducing its production risk connected with low temperatures. These possibilities include: traditional use of technical facilities, breeding common bean cultivars of tolerance to low temperatures, use of chemical compounds improving biological condition of plants and seed conditioning. Data presented in the paper come from the project carried out over last few years at the Department of Horticultural Seed Science, Technology and Nursery, August Cieszkowski Agricultural University of Poznań.