

JAN BORKOWSKI
Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach

WPŁYW TEMPERATURY NA WZROST, KWITNIENIE I OWOCOWANIE POMIDORÓW

Pomidor (*Lycopersicon esculentum* Mill.) jest warzywem uprawianym na całym świecie, na obszarze około 1000000 ha. Jak podaje Gertych [44] produkcja pomidorów stale się zwiększa i wynosiła kilka lat temu co najmniej 19000000 ton, z czego na Europę przypadało około 44% tej masy.

W Polsce pomidor jest uprawiany jako jeden z sześciu najważniejszych gatunków warzyw. Jak podaje Skierkowski [91] pomidor w uprawie polowej zajmuje obszar około 23 000 ha, a produkcja jego wynosi około 300 000 ton. Pomidor zajmuje także około 50% powierzchni w uprawach pod szkłem wysokim, a w 1975 r. w Polsce wynosiło to około 450 ha. Obszar ten w najbliższych latach powiększy się dwukrotnie w związku z importem szklarni z Bułgarii, ZSRR i Danii. Dokładne poznanie wymagań pomidorów co do temperatury może przyczynić się do obniżenia kosztów jego uprawy oraz do zwiększenia plonów, które jak dotąd są niższe od przeciętnej światowej uzyskiwanej z jednostki powierzchni Gertych [44].

Wpływ temperatury na kiełkowanie nasion

Według Kotowskiego [63] nasiona pomidorów kiełkują już przy 11°C, ale w tej temperaturze pierwsze wschody ukazują się dopiero po trzech tygodniach. W 18°C pierwsze wschody ukazują się po 7 dniach, w 25°C — po 5 dniach, a przy 30°C po 4 dniach. Cholewińska [28] podaje, że nasiona pomidorów zaczynają wschodzić już po 5—6 dniach jeżeli są wysiane do wilgotnej ziemi lub też podlane zaraz po wysiewie. Podobnego zdania jest też Brezniew [21]. Również Thompson i Kelly [93] podają, że przy temperaturze gleby 15,5°C nasiona pomidorów kiełkują bardzo powoli, jednak Kemp [59] stwierdza, że niektóre odmiany pomidorów kiełkują w wysokim procencie już przy temperaturze 8,5°C. Również w Gribowskiej Stacji Hodowlanej wyhodowano odmianę, która kiełkuje przy 8—9°C [wg 29].

Dorywalski, Wojciechowicz i Bartz [36] polecają badać zdolność kiełkowania nasion w temperaturze 20—30°C. Szybkość kiełkowania w tej temperaturze określa się po 5 dniach, a zdolność po 14 dniach wykładając nasiona na bibułę lub w kiełkowniku Jacobsena.

Wiele prac przeprowadzono także nad wpływem zmiennych temperatur oraz ochłodzenia na kiełkowanie nasion pomidorów i późniejszy wzrost roślin. Piszą o tym Kotowski [64], Cholewińska [29], Breźniew [21], Zauralow [106], Büttner [22], Bielka [10], Kusznirienko [66] oraz Gienkiel i Kusznirienko [46]. Zabiegi te miały na celu zwiększenie wytrzymałości roślin na zimno, zwiększenie plonu oraz przyspieszenie dojrzewania. Wittwer i Teubner [101] nie stwierdzili jednak wpływu jaryzacji nasion, ani na ilość liści do grona, ani na ilość kwiatów na pierwszym gronie. Nie było także różnic we wzroście roślin.

Według Beksejewa [8] temperatury 25—28°C są najodpowiedniejsze dla kiełkowania pomidorów, ale w tych warunkach jest łatwo przeoczyć moment kiełkowania, w którym należy obniżyć temperaturę co najmniej do 15—18°C [8]. Dlatego w podręczniku pod redakcją Borny [19] jako optymalną do kiełkowania nasion pomidorów jest podana temperatura 18—20°C. Odmiany kiełkujące przy temperaturze około 10°C mogą mieć praktyczne znaczenie przy uprawie pomidorów z siewu wprost do gruntu.

Wpływ temperatury na wzrost rozsady i jej następne działanie na kwitnienie pierwszego grona

Cholewińska [29] opierając się na pracy Kuiza i Bryzgałowa podaje, że minimalna temperatura wzrostu pomidora wynosi 8°C, optymalna 25°C, a przy 35°C przestają one rosnać. Według Pritcharda i Porta cytowanych przez Cholewińską [29] optimum wzrostu dla pomidorów waha się w granicach 22—24°C. Jak podaje Breźniew [21] za Abakjanem pomidory najlepiej rosą przy temperaturze dziennej 20—25°C i nocnej 8—15°C. Przy stałej temperaturze 30—35°C rozwój generatywny roślin jest zahamowany. Natomiast pomidory dość dobrze rosą i plonują jeżeli w dzień jest 30—35°C, a w nocy 12—17°C.

Według Breźniewa [21] siewki różnych odmian pomidorów chłodzone nocą kwitły w zależności od odmiany o 4—21 dni później niż rośliny trzymane nocą w wyższej temperaturze. Według tego autora w ZSRR wyhodowano odmiany pomidorów, które rosą w temperaturze poniżej 10°C.

Bendix i Went [9] oraz Went [98] podają, że temperatura 26—30°C stosowana nocą bardziej sprzyja szybkiemu wzrostowi roślin, niż stosowana w ciągu dnia. Jednak taka temperatura uniemożliwia lub bardzo obniża plonowanie z powodu redukcji zapasów węglowodanów w roślinie [98]. Dlatego też rośliny, które w nocy mają 26°C wykształcają tylko po

2—3 kwiaty w jednym gronie, natomiast przy temperaturze nocy 10°C ilość kwiatów na jednym gronie może wzrosnąć do 50.

Calvert [23, 24, 26] oraz Wittwer i Teubner [101, 102, 103], Fölster [39] i Lake [67] także stwierdzili, że niska temperatura ($10\text{—}16^{\circ}\text{C}$) stosowana w fazie po rozłożeniu liścieni przez 2—3 tygodni, powoduje, że pierwsze grono formuje się niżej, ponieważ zmniejsza się ilość liści do niego. Jednocześnie na pierwszym gronie zwiększa się czasem nawet dwukrotnie liczba kwiatów. Zdaniem wymienionych autorów może to mieć znaczenie przy uprawie wczesnych pomidorów gruntowych. Calvert [24], Saito i Ito [87] oraz Hurd i Cooper [51] wykazali, że niska temperatura stosowana przez około 5 tygodni powoduje zwiększenie liczby kwiatów na pierwszym gronie, natomiast ma mniejszy wpływ na grona następne.

Phatak, Wittwer i Teubner [80] wykazali, że na zwiększenie liczby kwiatów na pierwszym gronie decydujący wpływ ma niska temperatura korzeni roślin ($10\text{—}12,5^{\circ}\text{C}$). Jeżeli w tej temperaturze znajduje się także część nadziemna wówczas zmniejsza się liczba liści do pierwszego grona.

Hurd i Cooper [50] stwierdzili, że nawet kilkudniowe ochłodzenie siewek zwiększa procent roślin z rozgałęzionym pierwszym gronem. Należy jednak zaznaczyć, że na wysokość plonu ma wpływ nie tylko temperatura w jakiej trzymano rozsadę ale także faza wzrostu i rozwoju w jakiej rośliny wysadza się na miejsce stałe, co wykazali Mercikowa, Skąpski [70] Nicklow i Minges [73] oraz Nicklow [74] głównie na odmianie Fireball.

Traktowanie siewek pomidorów temperaturą $10\text{—}15^{\circ}\text{C}$ przez 2—3 tygodni może mieć praktyczne zastosowanie przy wczesnej uprawie pomidorów gruntowych oraz pod folią. Zabieg ten wiąże się jednak z wcześniejszym wysiewem i z przedłużeniem okresu produkcji rozsady [82]. Skierkowski [90] nie wspomina nic o traktowaniu chłodem i przy produkcji rozsady pomidorów poleca temperatury znacznie wyższe ($18\text{—}22^{\circ}\text{C}$ w dzień i $12\text{—}15^{\circ}\text{C}$ w nocy).

Jeśli chodzi o wpływ wysokich temperatur na rośliny pomidora to Iwahori Sakiyama i Takanashi [52] wykazali, że działanie temperatury 45°C przez 5 dni po 3 godziny dziennie powoduje widoczne nekrozy na łodygach i liściach rozsady. Plon jednak nie ulegał obniżeniu, o ile rozsada nie miała wykształconych więcej jak 5 liści. Im starszą rozsadę traktowano temperaturą 45°C , tym większe było obniżenie plonu.

Abdalla i Verkerk [2] podają, że w temperaturze 35°C w ciągu dnia i 25°C w nocy, wzrost roślin był dwukrotnie szybszy niż przy temperaturze 22°C w ciągu dnia i 18°C w nocy, jednak łodygi roślin były cienkie z nielicznymi pędami kwiatowymi. Pyłek tych roślin miał słabą zdolność kiełkowania. Abdelhafeez i inni [3] podają, że przy temperaturze powietrza poniżej 20°C następuje osłabienie wzrostu roślin. Najszybszy rozwój

generatywny w warunkach fitotronu stwierdzono przy temperaturze 25°C, ale wówczas wytwarzało się mało kwiatów.

Wpływ temperatury na plonowanie roślin po wysadzeniu w uprawach szklarniowych

Folster [39] wykazał, że trzymanie rozsady w obniżonej temperaturze (10—12°C) nie ma wpływu na plon ogólny. Genkow, Georgiewa i Benbasat [42] podają, że trzymanie rozsady w temperaturze 16°C przyspiesza plonowanie ale obniża plony w stosunku do rozsady trzymanej w 12°C.

Frenz [40] wykazał w warunkach fitotronu, że choć obniżona temperatura powodowała zmniejszenie liczby liści do 1 grona i zwiększenie się liczby kwiatów na 1 gronie, to jednak najwcześniejszy plon zebrano z roślin, których rozsadę trzymano w 24°C w dzień i w 18°C w nocy. Tego samego zdania jest też Moris [72], który stwierdził, że przy wyższej temperaturze otrzymuje się owoce mniejsze i bardziej okrągłe. To samo stwierdzili Hori i inni [47].

Według Hori i innych [47] pomidory najlepiej plonowały przy temperaturze 23°C w dzień i 18°C w nocy. We wszystkich kombinacjach plon był zawsze niższy przy temperaturze 28°C w dzień i 23°C w nocy niż przy temperaturze 23°C w dzień i 18°C w nocy. Jednak przy wyższej temperaturze plon jest wsześniejszy [48]. Podobne wyniki otrzymali także Saito i Ito [87] oraz Diukarew i inni [34]. Badacze Hori i inni [47] zaobserwowali, że przy temperaturze 18°C w dzień i 13°C w nocy wszystkie zdrowe owoce były duże i zdeformowane.

Knave i Mohr [62] podają, że chłodzenie rozsady pomidorów powoduje deformację owoców na pierwszym i drugim gronie, co jest wywołane pęknięciem tkanki u podstawy słupka w pączkach kwiatowych. Dowodzi to, że długotrwałe chłodzenie rozsady może mieć niekorzystne następstwa. Procent niekształtnych owoców pod wpływem chłodzenia zależy także od odmiany.

Hurd i Cooper [51] stwierdzili, że chłodzenie roślin zwiększyło plon z pierwszego grona o około 25%, co można tłumaczyć zwiększoną ilością owoców i większą ich średnicą. Należy dodać, że owoce dojrzewające przy temperaturze ponad 30°C są gorszej jakości [29], Nowosielski i Borkowski [77]. Przy wysokiej temperaturze i intensywnym świetle zwiększa się także bardzo transpiracja i zapotrzebowanie roślin na wodę, co wykazali Ashby [4] oraz Nicolaisen i Fritz [75]. Grozi to masowym wystąpieniem suchej zgnilizny owoców pomidorów [47]. Sposoby zapobiegania tej chorobie fizjologicznej podają Borkowski i Nowosielski [15] Borkowski [11] oraz Borkowski i Ostrzycka [16]. Wrażliwość na suchą zgniliznę zależy w znacznym stopniu od odmiany [13].

Współdziałanie światła i temperatury przy produkcji rozsady i późnej uprawie w szklarni

Calvert [25] podaje, że u pomidorów, rosnących przy niskiej intensywności światła (250 lumenów) zwiększa się liczba liści do pierwszego grona i zmniejsza ilość kwiatów w gronie (podobnie działa wysoka temperatura) oraz opóźnia się kwitnienie.

Według Skierkowskiego [90] rozsada pomidorów przy nieprzerwanym świetle szybciej rosła w temperaturze 20—22°C niż przy temperaturze 16—18°C. Jednak w temperaturze 20—22°C objawy chlorozy w wyniku nieprzerwanego naświetlania wystąpiły w większym nasileniu. Można to tłumaczyć tym, że pomidor jest raczej niewrażliwy na długość dnia, ale ginie przy nieprzerwanym silnym świetle [32]. Są jednak, jak wykazał Skierkowski [90] wyjątkowe odmiany rosnące dobrze przy nieprzerwanym świetle, których przedstawicielem jest No 10 × Bizon.

Wpływ temperatury przy niedoborze światła w zimie badał Verkerk [96]. Stwierdził on, że zimą przy dużym niedoborze światła pomidory nie wiązały owoców w 23°C, natomiast wiązanie owoców występowało w 17°C.

Wittwer [104] zaleca, żeby nocą trzymać w szklarni siewki pomidorów w temperaturze 11—12°C. Jednak zaznacza, że korzystne działanie obniżonej temperatury zależy od długości dnia i intensywności światła, np. w grudniu, kiedy dzień jest najkrótszy, a intensywność światła najmniejsza, chłodzenie daje niewielkie rezultaty. To samo dotyczy późnej, mglistej jesieni. Saito, Hatayama i Ito [87] wykazali, że rośliny intensywnie naświetlane przy dniu nie dłuższym niż 16 godzin szybciej rosły, kwitły i wytwarzały większą liczbę kwiatów od roślin, które otrzymały 74, 49 lub 24% tego światła.

Calvert [27] wykazał, że jeśli trzyma się rozsadę po rozłożeniu liścieni przy słabym oświetleniu w stałej temperaturze 15,5°C, to wytwarza się dużo pączków kwiatowych, lecz 97% spośród nich opada, natomiast w temperaturze 21°C wprawdzie pączków kwiatowych jest mniej o 40%, ale opada z nich tylko 43%. Do podobnych wniosków doszedł Frenz [40, 41] i dlatego poleca uprawę rozsady pomidorów w zimie przy 24°C w dzień i 18°C w nocy. W tych bowiem warunkach rośliny zaczynają najszybciej plonować¹⁾.

Jedną z przyczyn słabego plonowania pomidorów trzymanyh w warunkach słabego oświetlenia w niskiej temperaturze może być słabo rozwinięta powierzchnia asymilacyjna [68]. Leopold [68] twierdzi bowiem,

¹⁾ Badania przeprowadzone w I. W. w lutym i marcu 1977 roku wykazały, że rozsada przed kwitnieniem trzymana w temperaturze 18—25°C szybko rosła, lecz pierwsze grono tych roślin nie rozwijało się wcale lub kwitło później niż drugie (Borkowski — nie publikowane).

że w przypadku małej powierzchni liści, zawiązywanie owoców jest trudniejsze nawet przy dobrym zapyleniu. Z drugiej jednak strony należy pamiętać, że rozsada wyprodukowana w zimie przy 18°C w nocy i 24°C w dzień, będzie bardzo wyciągnięta, łamliwa, co bardzo utrudnia jej wysadzenie na miejsca stałe. Wyciągniętą rozsadę należy też wcześniej wysadzać na miejsca stałe, co nie jest uzasadnione ekonomicznie. Poza tym wcześniejsze wysadzanie roślin do gruntu w szklarni w zimie może spowodować gorsze zawiązywanie owoców na pierwszy gronie. Wyciąganiu się rozsady możnaby zapobiec stosując opryskiwanie roślin preparatem CCC w stężeniu 125 mg/l. Zabieg ten powoduje skrócenie się międzywęźli i niekiedy przyspiesza kwitnienie i owocowanie, co wykazali Will [99], Urban [95], Zalewski, Borkowski, Ostrzycka [105], Borkowski [14].

Niestety do tej pory nie ma jeszcze zaleceń zezwalających na stosowanie tego preparatu na pomidory produkcyjne.

Kaname i Itagi [56] w trzech doświadczeniach wykazali, że podczas grudnia i stycznia kiedy intensywność światła była niska, najlepszy wzrost i zawiązywanie owoców uzyskano przy dziennej temperaturze 25°C i nocnej 10°C i temperaturze gleby 15—17°C.

Odporność na temperaturę bliską 0°C

Przyjmuje się, że poniżej 0°C pomidory giną [19]. Jednak wśród producentów panuje opinia, że rozsada pomidorów znosi przymrozki do -2°C jeżeli wystąpią one w 2 tygodnie po wysadzeniu roślin w pole (rośliny już są wtedy zahartowane i ukorzenione). W tym przypadku rośliny jeżeli nawet są uszkodzone przez przymrozek to szybko odbijają. Edelsztajn [37] podaje, że rozsada pomidorów trzymana przez 3 tygodnie w zimnym inspekcje wytrzymała przymrozek -2°C, natomiast rozsada trzymana w szklarni cieplej, wystawiona później na działanie -2°C zmarzła. O możliwości zahartowania roślin pomidorów tak, żeby znosiły przymrozki od -2 do -5°C piszą także Becker-Dilingen [7] i Beksiejew [8]. Wytrzymałość na chłody zależy nie tylko od zahartowania rozsady, ale także od odmiany [21, 58, 59]. Według badań Borkowskiego i Dyki [17] z 10 badanych odmian pomidorów najlepiej spadki temperatury do 0°C 8 dni po posadzeniu znosiły odmiany Nesthäckchen i Maria a najgorzej Karzełek Chodowski.

Uprawa w gruncie

Jak podaje Majlert [68] za Jonesem i Boswellem (1941) optymalna średnia temperatura dla wzrostu pomidora w polu wynosi 21—24°C, na skalę handlową pomidory mogą być uprawiane przy średniej temperaturze miesięcznej lipca 18—21°C. Twierdzą oni, że w rejonach, gdzie śred-

nia temperatura najcieplejszego miesiąca nigdy nie przekracza 18°C, nie ma gwarancji uzyskania pomidorów wysokiej jakości. Uważają oni okres bezmroźny czteromiesięczny jako minimalny dla uprawy pomidorów.

Thompson i Kelly [93] uważają jako minimalny dla uprawy pomidorów 3,5-miesięczny okres bezmroźny. Z pracy Majlerta [69] wynika, że także w Polsce obszary intensywnej uprawy pomidorów występują głównie tam, gdzie izoterma lipca wynosi co najmniej 18°C.

Najkorzystniejsze w Polsce tereny dla uprawy pomidora z punktu widzenia warunków klimatycznych podaje praca zbiorowa wykonana pod kierunkiem Gertycha [45].

Porównując rozmieszczenie rejonów intensywnej uprawy pomidorów w Polsce [19, 69] z mapą opadów atmosferycznych [89], okazuje się, że intensywna uprawa pomidorów rozwija się głównie w rejonach o najmniejszej ilości opadów i nie przekracza nigdzie granicy 800 mm opadów rocznie nawet w rejonach, w których izoterma lipca wynosi 18°C. Także w opracowaniu zrobionym pod kierunkiem Gertycha [45] południowa granica terenów nadających się najlepiej do uprawy pomidorów, nie przekracza obszarów o ilości opadów powyżej 800 mm rocznie.

Prawdopodobnie z powodu dużej ilości opadów (powyżej 800 mm) niektóre rejonu Podkarpacia o wysokiej izotermie lipca nie leżą w rejonie intensywnej uprawy pomidorów, a to ze względu na wyższe koszty uprawy. Uprawia się tam pomidory głównie na palikach i drutach, ponieważ przy tym sposobie uprawy owoce nie dotykają ziemi i szybciej obсыhają po deszczu i rannej rosie. Poza tym łatwiej je opryskać środkami grzybobójczymi, co jest w tym rejonie konieczne z uwagi na duże rozpowszechnienie zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*), a także innych chorób grzybowych takich jak *Alternaria sp.*, *Botrytis sp.* Opis tych chorób i epidemiologię podają Chupp i Sherf [31] Baundys i Benada [5] oraz Partyka [79].

Fajkowska [38] wykazała, że procent owoców chorych zależy od sumy opadów i wilgotności powietrza w okresie wzrostu i dojrzewania owoców. Z drugiej strony słoneczna pogoda w okresie wegetacji sprzyja wysokim plonom.

Pomidor lepiej znosi suszę niż nadmiar opadów, ponieważ ma dobrze rozwinięty system korzeniowy [21, 97]. Także Kryńska [65] wykazała, że deszczowanie bardzo zwiększa plon pomidorów w roku suchym, ale nie zwiększa go wcale w roku mokrym.

W lato bardzo suche i gorące (temperatura w południe około 32°C) w uprawie gruntowej może wystąpić masowo sucha zgnilizna owoców pomidorów, co bardzo obniża plon handlowy. Piszą o tym Gerard i Hipp [43] oraz Borkowski i Nowosielski [15]. Z odmian krajowych najwrażliwszy na suchą zgniliznę jest Najwcześniejszy co podają Borkowski i No-

wosielski [15] Borkowski [12], a znaczną odporność wykazują Venture, Unita i Mory 33.

Bąkowski i Borkowski [6] podają, że owoce pomidorów otrzymane w lata ciepłe i suche charakteryzuje duża zawartość suchej masy, co jest bardzo istotną rzeczą w przetwórstwie.

W lecie w dni suche i gorące mogą także wystąpić na owocach w postaci białych plam oparzenia słoneczne szczególnie wtedy, gdy *Alternaria* wcześniej zniszczy ulistnienie [31]. Oparzenia także występują w Polsce [Borkowski — nie publikowane]. O oparzeniach słonecznych i próbach zapobiegania im piszą także Reting i [85, 86] oraz Kedar [57].

Wpływ obniżonej temperatury na kwitnienie i późniejsze owocowanie pomidorów w zależności od odmiany

Wittwer i Teubner [101] w doświadczeniu przeprowadzonym na 10-ciu odmianach stwierdzili, że chłodzenie siewek zwiększyło plon wczesny średnio o 65%. Jednak u odmiany Early Chatham zwyczajka ta wynosiła 27%, a u odmiany Siouxann, która najlepiej reagowała na chłodzenie, zwyczajka plonu wynosiła aż 133%.

Także prace Wittwera i Teubnera [102] Calverta [27] Wenta [98] oraz Hurtha i Coopera [51] wykazują, że reakcja pomidorów na działanie obniżonej temperatury zależy w znacznym stopniu od odmiany.

Daubeny [33] podaje, że w warunkach, w których kwitły i wiązały owoce Puck, Fireball, Valnorth, Valiant, Red Cloud, Victor, Cornell 54—149 i Cornell 54—179, inne odmiany jak Earliana i John Baer nie zawiązywały owoców, a Rutgers w ogóle nie zakwitł. Z prac Daubeny'ego [33] i Kempa [58] wynika, że są wielkie różnice między odmianami pomidorów co do zdolności wiązania owoców w obniżonej temperaturze. Odmiany Earlinorth, Early Lethbridge, Farthest North i Puck mogą zawiązywać owoce w niższej temperaturze (10—13°C) niż inne odmiany.

Na uwagę zasługują nieopublikowane prace Potaczka [81] spośród 11 badanych przez Potaczka odmian (Fireball, Earlinorth, Early Chathan, Summerdawn, Cold Set, Venture, Doskoj, Niedrige Bush, Quebec 309, Mory 33) u odmian Venture, Cold Set i Mory 33 liczba kwiatów na pierwszym gronie zmniejszyła się pod wpływem chłodzenia. U Karzełka Chołdowskiego chłodzenie zwiększyło liczbę kwiatów na pierwszym gronie o 130%. Podobne wyniki otrzymano u odmian Earlinorth i Niedriger Bush.

Chłodzenie zwiększyło do 50% plon wczesny u odmiany Fireball, Summerdawn i Donskoj. Natomiast u odmian Earlinorth, Cold Set i Mory 33 chłodzenie obniżyło plon wczesny.

Kemp [58] podaje, że Earlinorth może zawiązać owoce nawet wtedy, gdy temperatura nocą spada do 5°C. W następnej pracy Kemp [59], któ-

ry przebadał 267 różnych linii i odmian pomidorów stwierdza, że podobną zdolność do wiązania w niskiej temperaturze jak Earlinorth mają także odmiany Bonita, Rocket, Earlicrop i Cold Set. Według badań Borkowskiego i Dyki [17] odmiany Nesthäckchen, Maria, Tempo i New Yorker i Venture podczas chłodnej wiosny szybciej niż Cold Set zaczynają kwitnienie. W 1974 roku, gdy średnia temperatura czerwca i lipca była poniżej 16°C, odmiany Nesthäckchen, Unita, Karzełek Chodowski i Venture dały wyższy plon wczesny obliczany do 21.VIII niż Cold Set. W latach o temperaturach bardziej korzystnych wysoki plon wczesny otrzymywano z odmiany New Yorker (Genewa) dość odpornej na zarazę.

Wpływ różnych temperatur na wytwarzanie się i kiełkowanie pyłku

Według prac Smitha i Cochran z 1935 roku cytowanych przez Kępkową [61] najlepszą temperaturą do kiełkowania pyłku pomidora jest 21—30°C. W temperaturze 10°C kiełkowanie jest bardzo osłabione, a wzrost łagiewki pyłkowej bardzo powolny. Również temperatury powyżej 30°C wpływają ujemnie na kiełkowanie, a przy temperaturze 38°C procent skielkowanego pyłku był jeszcze niższy niż przy 10°C.

Z pracy Warda cytowanej przez Kempa [58] wynika, że optymalna temperatura dla kiełkowania pyłku wynosi 21—26,5°C, a dla zawiązywania owoców 18—24°C. Według Wenta [98] temperatura spadająca nocą poniżej 13°C powoduje nienormalne wykształcenie pyłku, co odbija się ujemnie na zawiązywaniu owoców. Pyłek wytwarzany w granicach temperatur 13—20°C ma co najmniej 50% żywotności.

Iwahori i Takanashi [53] podają, że pąki na 8—9 dni przed otwarciem się kwiatów i pyleniem pylników są bardzo wrażliwe na wysokie temperatury. Już traktowanie temperaturą 40°C przez 1 godzinę powodowało późniejsze pogorszenie się zawiązywania owoców, co było związane z gorszym kiełkowaniem pyłku. Dalsze badania [54] wykazały, że najbardziej ujemny wpływ na zawiązywanie owoców ma temperatura 40°C stosowana 5—9 dni przed zapyleniem oraz 1—3 dni po zapyleniu. Jak wykazały badania anatomiczne prowadzone przez Iwahoriego [55] było to wynikiem uszkodzenia i utraty żywotności ziaren pyłku. Także Abdala i Verkerk [2] podają, że w kwiatach pomidorów, które rosły przy 35°C w dzień i 25°C w nocy, pyłek miał bardzo słabą zdolność kiełkowania.

Wiadomo jednak, że o ile pomidory nie wiążą owoców z powodu nieodpowiednich warunków, to przy zastosowaniu preparatu Betokson [60, 61] można pomidory zmusić do owocowania.

Preil i Reimann-Philipp [83] podają, że partenokarpiczne owoce tworzą się nawet na roślinach o normalnej żywotności pyłku. Łagiewki pyłkowe osiągają załaznię po 12 godzinach przy temperaturze 20—25°C oraz po

48 godzinach przy temperaturze 10°C. Badacze ci podają, że kiełkowanie pyłku całkowicie ustaje przy 35°C i wilgotności 100%, ale przebiega dość sprawnie przy 35°C i wilgotności 35%.

Preil [84] wykazał, że w miarę obniżenia temperatury procent owoców partenokarpicznych wzrastał i przy temperaturze nocy 5°C owoców partenokarpicznych było już 71%. Borkowski i Dyki [18] także stwierdzili, że przy obniżonej temperaturze zwiększa się procent owoców partenokarpicznych powstałych bez zapylenia. Zdolność do partenokarpii zależy w znacznym stopniu od odmiany. To samo stwierdzili Charles i Harris [28] oraz Michalska i Teleżyńska [71]. Te ostatnie wykazały, że zdolność do wytwarzania owoców w obniżonej temperaturze można spotęgować na drodze hodowli i otrzymać nowe wczesne odmiany pomidorów wiążące dobrze owoce bez użycia Betoksonu w obniżonej temperaturze.

Wpływ temperatury gleby na wzrost roślin i plonowanie

Doświadczenie przeprowadzone w fitotronie w Wageningen przez badaczy Abd el Rahman, Kuiper, Bierhuizen [1] wykazują, że najlepszy wzrost uzyskuje się gdy pomidory rosną w glebie o temp. około 25°C.

Wilcox, Martin i Langston [100] podają, że temperatura ziemi w szklarni powinna wynosić co najmniej 14,5°C. Przy niższej temperaturze gleby następuje bardzo silne zahamowanie wzrostu roślin, co wiąże się z obniżeniem szybkości pobierania fosforu przez korzenie. Podobne wyniki otrzymał Hori ze wsp. [49].

Według Boxalla [20] najwyższe plony pomidorów otrzymano, gdy korzenie rosły w temperaturze 20,6—34°C (badany zakres 7,2—38°C).

Niezgoworow i Sołowiew [76] podają, że przy dłuższym spadku temperatury gleby do 10°C następuje zahamowanie pobierania wody przez korzenie.

Japończycy Hori, Arai i Hosoya [47] podają na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w fitotronie, że krytyczna temperatura dla korzeni pomidorów wynosi około 13°C. Przy temperaturze gleby 33°C plony były niskie, a procent owoców chorych na suchą zgniliznę dochodził do 65%.

Według Diukarewa, Buca i Suwałowa [34] w kulturach hydroponicznych korzenie pomidorów zamierają w temperaturze poniżej 14°C. Jak podaje Abdelhafeez i inni [3] wyniki doświadczeń przeprowadzonych w fitotronie wykazały, że osłabienie wzrostu roślin i opóźnienie owocowania występowało, gdy temperatura gleby spadła poniżej 17°C. Podobne wyniki uzyskał też Hori ze wsp. [49]. Z powyższych prac wynika, że optymalna temperatura gleby leży w granicach 16—25°C¹⁾, (wyższa w lecie, niższa w zimie). Jest to prawie niemożliwe do wykonania przy niezbyt wysokiej temperaturze powietrza utrzymywanej w lutym.

W tych warunkach przy najwcześniejszej uprawie wiosennych pomidorów dobrym rozwiązaniem wydaje się stosowanie kultur pierścieniowych, które opisuje Chroboczek i Karasińska-Dobrzańska [30], Dobrzańska [35], Starck i Oświęcimski [99] lub kontenerów Nowosielski i Smoter [77].

Prawdopodobnie przyszłość dużych kombinatów szklarniowych leży w stosowaniu metody kontenerowej dwuczęściowej, którą obecnie opracowują Nowosielski, Smoter i Wiśniewska [Owoce, Warzywa Kwiaty 4—5, 1977], albo w uprawie na leżących poziomo workach foliowych co opracowuje Skierkowski. Na uwagę zasługuje także metoda torfowodna opracowana przez Gosiewskiego [Owoce, Warzywa Kwiaty 4, 6—7, 1976].

Podsumowanie

Na podstawie wyników prac cytowanych w niniejszym artykule trudno jest podać ścisłe zalecenia odnośnie najkorzystniejszej temperatury dla produkcji rozsady pomidorów szklarniowych, ponieważ zależne to jest od intensywności światła. Poza tym brak tu jest obliczenia opłacalności różnych sposobów traktowania.

Potaczek [82] opierając się na pracy Calverta [27] i innych badaczy poleca pomidory na najwcześniejszy zbiór trzymane przy niedoborze światła we dnie i w nocy w temperaturze 18—21°C. W podręczniku pod redakcją Borny [19] są polecane niższe temperatury i raczej one są powszechnie stosowane.

LITERATURA

1. Abdel Rahman A.A., Kuiper P.J.C., Bierhuizen J.P.: Meded. Landbhegesch., Wageningen, 59, 1—12, 1959.
2. Abdalla A.A., Verkerk K.: Neth. J. Agric. Sci. 16, 71—76, 1968.
3. Abdelhafeez A. T. i inni: Neth. J. Agric. Sci. 65—75, 1971.
4. Ashby W.C.: Plant. Physiol. v, 30 abstract (Hort. Abstr. 26, nr 702), 1955.
5. Baundys Ed., Benada J.: — Zemedelska Fytopatologie dil. 2, 356—375. Praca zbiorowa. Ceskoslov. Akad. Zemedelskich Ved. Praha. 1958.
6. Bąkowski J., Borkowski J.: Biuletyn Warzywniczy I. W. nr X: 227—240, 1969.
7. Becker-Dillingen J.: Handbuch des Gesamten Gemüsebaues. Verlag Paul Parley. Berlin, Hamburg. 1956.
8. Beksejew Sz.G.: Wyraszcziwanije rannich tomatow. Leningrad „Kołos”. 1975.
9. Bendix S., Went F.W.: Bot. Gaz., 117, 326—335. Hort Abstr. 1956, v. 26: 3824, 1956.
10. Bielka R.: Archiv für Gartenbau 8, 383—398, 1959.
11. Borkowski J.: Ochrona Roślin 2, 13—15, 1972.
12. Borkowski J.: Materiały Ogólnopolskiego Zjazdu Warzywniczego. Skierniewice 14—15. VI, 1973.
13. Borkowski J.: Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin 59, 413—423, 1975.
14. Borkowski J.: Ogrodnictwo 2, 40—41, 1975.

15. Borkowski J., Nowosielski O.: *Postępy Nauk Rolniczych* 1, 55—76, 1971.
16. Borkowski J., Ostrzycka J.: *Acta Agrobotanica* v. 28, 67—77, 1975.
17. Borkowski J., Dyki B.: *Przydatność 10 odmian pomidorów do wczesnej uprawy gruntowej*. Biuletyn Warzywniczy I.W. nr XX w druku.
18. Borkowski J., Dyki B.: *Zdolność 10 odmian pomidorów gruntowych do wytwarzania partenokarpicznych owoców*. Biuletyn Warzywniczy w przygotowaniu do druku.
19. Borna Z.: *Szczegółowa uprawa warzyw*. Praca zbiorowa. PWRiL Warszawa, 1973.
20. Boxal M.: *Proc. 16, th. Inter. hort. Congress Brussels*. 1, 89, 1962.
21. Breźniew D.D.: *Tomaty*. Gosp. In. Siel. Lit. Moskwa, Leningrad, 1955.
22. Büttner G.: *Gartenbauwissen*. 23 (5): 401—407, 1958.
23. Calvert A.: *A.R. John Innes Hort. Inst.* 1955, 1956: 24—25, (*Hort. Abstr.* 1956 t. 26 nr 3823), 1956.
24. Calvert A.: *J. Hort. Sci.* 32. 9—17, 1957.
25. Calvert.: *J. Hort Sci.* 34, 154—162, 1959.
26. Calvert A.: *J. Hort Sci.* 39, 194—211, 1964.
27. Calvert A.: *J. Hort Sci.* 44, 117—126, 1969.
28. Charles W.B., Harris R.E.: *Canadian Journal of Plant Science* 52: 498—506, 1972
29. Cholewińska B.: *Pomidory*, wyd. II, PWRiL Warszawa, 1955.
30. Chroboczek E., Karasińska-Dobrzańska J.: *Oranżerijno i parnikowo żeljencyko-prawodstwo*. Akademia Nauk. Sofia: 169—192.
31. Chupp Ch., Sherf A.F.: *Vegetable diseases and their control*: 571—574. The Ronald Press Company. New York, 1960.
32. Curtis O.T., Clark D.S.: *Wstęp do fizjologii roślin*: 673—675, PWRiL Warszawa, 1958.
33. Daubeny H.H.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 78: 445—449, 1961.
34. Diukarew J., Buc M., Suwałow J.: *Międzyn. Czas. Rol.* 13, 50—54, 1969.
35. Dobrzańska J.: *Ogrodnictwo* 12: 358—359, 1969.
36. Dorywalski J., Wojciechowicz M., Bartz J.: *Metodyka oceny nasion*. Wyd. VI, PWRiL, Warszawa, 1964.
37. Edelsztain W.: *Warzywnictwo*. PWRiL, Warszawa, 1950.
38. Fajkowska H.: *Syntetyczne opracowanie wyników 50-letnich badań nad wpływem płodozmianu, rodzaju nawożenia oraz czynników klimatycznych na plon kilku gatunków roślin warzywnych*. Praca doktorska, Biblioteka I. W., 1976.
39. Fölster E.: *Gartenbauwiss.* 29: 43—80 (*Hort. Abstr.* 1964., 34 nr: 6942) 1964.
40. Frenz W. F.: 1968. *Gartenbauwiss.* 33: 1—35, 1968.
41. Frenz W. F.: 1969 a *Gemüse* 5, 9: 219—221, 1969.
42. Genkow G., Georgewa M., Benbasat E.: 1967. *Naucz. Trudowe. Bisz.. Selskostop. Inst. „G. Dimitrow” Agron. Fak. Sofia.*, 18., ser. *Rastieniewolstwo*: 345—371, 1967.
43. Gerard G. J., Hipp B. W.: 1968 *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 93: 521—531, 1968.
44. Gertych Zb.: *Problemy zagospodarowania ziem górskich*. Seria ekonomiki ogrodnictwa V. 1: 15—66. Praca zbiorowa PAN Kraków, 1968.
45. Gertych Zb.: *Przyrodnicze i ekonomiczne podstawy rejonizacji uprawy warzyw*. Praca zbiorowa Instytut Warzywnictwa, Skierniowice-Warszawa, 1975.

46. Gienkiel P. A., Kusznirenko S. W.: Fizj. Rost. nr 4: 446—450, 1959.
47. Hori Y., Arai K., Hosoya T. i Oyamada M.: Bull. hort. Res. Stat. Hiratsuka, ser. A, 7: 187—214, 1968.
48. Hori Y., Arai K., Bull. Hort. Res. St. Hiratsuka, ser. A. nr 10: 205—227, 1971.
49. Hori Y., Arai K. i inni: Bull. Hort. Res. St. Hiratsuka, ser. A., nr 11: 103—125, 1972.
50. Hurd R. G., Cooper A. J.: J. Hort. Sci. 42: 181—188, 1967.
51. Hurd R. G., Cooper A. J.: J. Hort. Sci. 45: 19—27, 1970.
52. Iwahori S., Sakiyama R., Takanashi K.: Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 32, 2: 197—204, 1963.
53. Iwahori S., Takanashi K.: Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 32., 4: 299—302.
54. Iwahori S., Takanashi K.: 1964. Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 33., 1: 67—74, 1964.
55. Iwahori S.: 1965. Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 1: 33—42, 1965.
56. Kaname T., Itagi T.: 1973. Bull. Kanagawe. Horticulturae. Exper. St. nr 21, 67—78. (Hort. Abstr. v 45, nr 11: 8518), 1973.
57. Kedar N., Rabinowith H. D., Budowski O.: Science Horticulturae 3. 1: 83—87, 1975.
58. Kemp S. A.: Proc. Amer. Hort. Sci., 86, 565—568, 1965.
59. Kemp S. A.: Can. J. Plant. Sci., 48, 3, 281—286, 1968.
60. Kępkowa A.: Biuletyn Warzywniczy JUNG, 4, 305—323, 1959.
61. Kępkowa A.: Wpływ hormonizacji na zawiązywanie i wzrost owoców oraz plon pomidorów szklarniowych. Praca habilitacyjna, 1968.
62. Knawel D. E., Mohr H. C.: J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94, 411—413, 1969.
63. Kotowski F.: Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych, 17, 1—2: 397—405, 1927.
64. Kotowski F.: Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych, 18, 1—8, 1927.
65. Kryńska W.: Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie, ser. A., Supplement 12, 1972.
66. Kusznirenko S. W.: Fizj. Rast. 5, 3; 235—244, 1958.
67. Lake J. V.: J. Hort. Sci., 42: 1—12. 1967.
68. Leopold A. C.: Annual Review of Plant Physiology 9: 281—310, 1958.
69. Majlert W.: Kryteria rejonizacji i ogólne wytyczne lokalizacji produkcji niektórych gatunków warzyw w Polsce. Praca doktorska. Biblioteka I. W. Skiernewice, 1966.
70. Mercik T., Skąpski H.: Biuletyn Warzywniczy JUNG 5: 87—98, 1961.
71. Michalska A., Teleżyńska J.: Pomidor. Seminarium w Instytucie Warzywnictwa w Sierniewicach 10, II, 1967. „Prace genetyczno-hodowlane nad roślinami warzywnymi Zespołu Roślin Ogrodniczych w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin SGGW”, 1976.
72. Moris L. G.: Problemy budownictwa szklarniowego i agrotechniki pod szkłem rozwiązywane w Anglii. Ref. wygłoszony 11. IV. w I. W., 1966.
73. Nicklow C. W., Minges F. A.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81, 443—450, 1962.
74. Nicklow C. W.: Diss. Abstr. 24: 3476 (Order No 64—36—97 of 245, 1964.
75. Nicolaisen W., Fritz D.: Gartenbauwiss 20, 414—426, 1955.
76. Niezgoworow L. A., Sołowiew A. K.: Fizj. Rast. 12, 3: 500—517, 1965.
77. Nowosielski O., Smoter J.: Ogrodnictwo nr 2: 41—44, 1974.
78. Nowosieski O., Borkowski J.: Zapobieganie chorobom fizjologicznym w uprawach szklarniowych. Zeszyty problemowe Postępów Nauk Rolniczych 200, 27—43, 1977.

79. Partyka R. E.: *Am. Veg. Grower* 17, 10, 16, 1969.
80. Phatak S. C., Wittwer S. H., Teubner F. S.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 88: 527—531, 1966.
81. Potaczek H.: Wpływ obniżonej temperatury na kwitnienie i owocowanie różnych odmian samokończących pomidorów. Referat wygłoszony w I. W., 1964.
82. Potaczek H.: *Ogrodnictwo* 11, 314, 1970.
83. Preil W., Reimann-Philipp R.: *Angew. Bot.* v. 43: 175—195, 1969.
84. Preil W.: *Angew. Bot.* 47, 3/4: 135—140, 1973.
85. Retig N., Aharonov N., Kedar N.: *Scientia Hort.* 2, 29—33, 1974.
86. Retig N., Kedar N.: *Isr. J. Agric. Res.* v. 17: 77—83, 1967.
87. Saito T., Ito H.: *Jour. Jap. Soc. Hort.* t. 31: 4: 303—314, (Hort. Abstr. v. 33. 1963: 7406).
88. Saito T., Hatayama, Ito H.: *Jour. Jap. Soc. Hort. Sci.* 32, 1, 49—50. (Hort. Abstr. 1964, 34: 3002), 1963.
89. Schmuck A.: *Meteorologia i klimatologia dla WSR*; 173—180. Warszawa PWN 1969.
90. Skierkowski J.: *Badania nad wpływem światła fluorescencyjnego na rozwój rozsady i plonowanie pomidorów szklarniowych*. Praca doktorska. Biblioteka Instytutu Warzywnictwa, Skierniewice, 1969.
91. Skierkowski J.: *Pomidory w gruncie i pod folią*. PWRiL, Warszawa, 1972.
92. Starck J. R., Oświęcimski W.: *Proc. XIX. Internat. Horticulturae Congress.* 1 A: 146, 1974.
93. Thompson H. C., Kelly W. C.: *Vegetable Crops*. Fifth. edith, Mc Draw, Hill Book Company Inc. New York., Toronto, London, 1957.
94. Tiessen H., Carolus R. L.: *Proc. Amer. Soc Hort. Sci.* v. 82: 403—413, 1963.
95. Urban L.: *Gemüse* 7; 174—175, 1969.
96. Verkerk K.: *Medet. Landbhogesch.*, Wageningen 55. 175—224, (Hort. Abstr., 1957, 27 525), 1955.
97. Weaver J. E., Brunner W. E.: *Root developement of vegetable crops*, London. Mc Grav-Hill, 1927.
98. Went F. W.: *The experimental control of plant growth*. Waltham Mass. USA. Published by the Chronica Botanica Company, 1957.
99. Will H.: *Gemüse* 1. 12—14, 1968.
100. Wilcox G. R., Martin G. C., Lanston R.: 1962. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 80. 522—529, 1962.
101. Wittwer S. H., Teubner F. S.: Cold exposure of tomato seedlings for early fruit production, *Quart. Bull. Mich. Agric. Exp. St.* 38. 588—594, 1956.
102. Wittwer S. H., Teubner F. S.: New practices for increasing the fruit crops of greenhouse grown tomatoes *Quart. Bull. Mich. Agric. Exper. St.* 39, 2. 198—207, 1956.
103. Wittwer S. H., Teubner F. S.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 67. 369—376, 1956.
104. Wittwer S. H.: *Practcies for increasin the yields for greenhouse tomatoes*. Circular Bulletin 228. Agricultural Experiment. Station Michigan State University. Depertament of Horticulturae, 1960.
105. Zalewski W., Borkowski J., Ostrzycka J.: *Acta Agrobotanica* 24 z. 2: 225—240, 1971.
106. Zauralow O. Z.: *Fizj. Rost.* v. 4 6. 502—508, 1957.