

JAN TONECKI

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza w Warszawie

FIZJOLOGICZNE ASPEKTY WZROSTU I ROZWOJU  
MIECZYKA *GLADIOLUS HORTORUM*

Mieczyk jest jedną z piękniejszych bylin ogrodowych nie zimujących w gruncie. Większość gatunków z około 200 znanych pochodzi z Afryki Południowej. W polskiej florze występują trzy gatunki: *Gladiolus palustris*, *Gladiolus imbricatus*, *Gladiolus parviflorus*, jednak w ogrodach spotyka się mieszańce wielkokwiatowe *G. × hortorum* o ogromnej skali barw. W kłosie kwiatostanowym mieczyk występuje od kilku do kilkunastu kwiatów rozwijających się od dołu ku wierzchołkowi. Mieczyk jest również rośliną mającą ogromne znaczenie w produkcji kwiatów ciętych. W krajach o przodującej kulturze ogrodniczej zajmuje drugie miejsce pod względem areалу upraw po najbardziej popularnych tulipanach.

*Cechy morfologiczne mieczyka*

Mieczyk, należący do geofitów i charakteryzujący się periodycznością rozwoju, wytwarza spichrzowy organ spoczynkowy w postaci bulwy pochodzenia pędowego, powstałej wskutek rozrośnięcia się podziemnej części pędu. W warunkach klimatu umiarkowanego mieczyk ogrodowy *Gladiolus grandiflorus* jest tzw. byliną nie zimującą w gruncie i uprawiany jest w warunkach naturalnych w okresie od wiosny do jesieni. Na półkuli północnej tylko tam, gdzie temperatura zimą nie spada poniżej zera (np. Kalifornia, Floryda, Palestyna) stosuje się w praktyce zimową uprawę, wysadzając bulwy mieczyka do gruntu jesienią i wykopując je przed nastaniem lata. Bulwa mieczyka składa się z kilku międzywęzli, z których wyrastają suche łuski okrywające, będące nasadami liści właściwych. Na szczycie bulwy, u podstawy zeszłorocznego pędu, zlokalizowany jest pąk główny, a w kolejnych węzłach — znajdują się śpiące pąki boczne. Od spodu bulwy widoczna jest piętka, z której wyrastają korzenie przybyszowe w liczbie od 20 do 100, służące do pobierania wody i składników mineralnych. Mieczyk wytwarza też drugi typ korzeni, tzw. korzenie kurczliwe, powstające u podstawy tworzącej się bulwy następczej. Korzenie te, w liczbie 7—12 są zgrubiałe i zawierają dużo wody, a zasychając, kurczą się i powodują wciąganie nowo powstającej bulwy w głąb ziemi, chroniąc ją przed wysychaniem czy przemarzeniem.

Centralną część bulwy stanowią tkanki przewodzące, prowadzące od piętki do pąka głównego i odgałęziające się do pąków bocznych. Na zewnątrz od tkanek przewodzących znajduje się pierścień tkanki miękkiszowej gromadzącej materiały zapasowe. Jej zabarwienie, jak i kolor epidermy czy suchych łusek okrywających, stanowi często cechę odmianową. Oprócz bulwy następczej mieczyk wytwarza bulwy przybyszowe, powstające na stolonach wyrastających spomiędzy bulwy matecznej a nowo powstającej bulwy następczej.

Mieczyk wytwarza trzy typy liści:

1. Liście podziemne, pozbawione chlorofilu, a właściwie pochwy liściowe (sheath leaves) w liczbie 9—11 [16, 17], z których zewnętrzne papierowacieją tak, że nie da się już ich wyróżnić w fazie kwitnienia rośliny, 4—5 wewnętrznych służy jako pochwa otaczająca pęd, a ostatni z nich stanowi jedną z łusek okrywających tworzącą się bulwę następczą. Zwykle wyrastają one kilka centymetrów nad powierzchnię ziemi i są silnie zabarwione wskutek obecności antocyjanów.

2. Liście właściwe wyrastające na bulwie, a więc w węzłach dolnego odcinka łodygi, który przekształci się w organ spoczynkowy, a nasady tych liści stanowiąc będą łuski okrywające bulwę.

3. Liście łodygowe, które w liczbie 2—5 wyrastają na łodydze.

Kwiatostanem mieczyka jest kłos, a liczba kwiatów zależy od gatunku, odmiany, wielkości bulwy oraz warunków uprawy, i u odmian uprawnych wynosi od 15 do 20 [16, 17]. W pachwinach drugiego i trzeciego liścia łodygowego powstają kłosa drugiego rzędu o 6—12 kwiatach, te najczęściej jednak zamierają we wczesnym okresie rozwoju [16]. U mieczyka pąki na bulwie, liście oraz pąki kwiatowe osadzone są naprzeciw siebie w jednej płaszczyźnie. Ta zasada zostaje zachowana przez cały okres rozwoju, lecz tuż przed kwitnieniem następuje rotacja, w wyniku której kwiaty zostają rozmieszczone po jednej stronie i kwiatostan mieczyka staje się jednostronnym kłosem [16], w którym pąki rozwijają się stopniowo, począwszy od dolnego kwiatu.

Grzbiecisty kwiat mieczyka o symetrii dwubocznej złożony jest z sześciu płatków nie zróżnicowanych na kielich i koronę, zrosniętych w dolnej części i tworzących lejkowatą rurkę, wewnątrz której znajdują się trzy pręciki i słupek z trójkomorową zalążnią i trzema znamionami. Owocem jest trójkomorowa torebka, a nasieniem oskrzydłony orzeszek.

### *Cykl rozwojowy*

Tworzenie się kwiatostanu następuje u mieczyka dopiero po posadzeniu bulwy do gruntu [16, 39, 57]. W momencie sadzenia w pąku głównym znajdują się zawiązki liści, przy czym nie daje się rozróżnić mięsistych

liści pochwiastych od liści właściwych. Ostatnie z liści właściwych są różnicowane już po wysadzeniu bulw do gruntu i ich zawiązki odznaczają się posiadaniem charakterystycznej struktury przypominającej blaszkę liściową. W następnej kolejności inicjowany jest kwiatostan i początkowo są trudności w rozróżnieniu przysadki, w pachwinie której rozwinię się kwiat, od ostatniego liścia właściwego. Na podstawie badań nad cyklem rozwojowym mieczyka [16, 39] wyróżniono następujące stadia różnicowania się kwiatów w pąku głównym mieczyka:

- I faza — wytwarzanie liści przez stożek wzrostu,
- II faza — niezróżnicowany stożek wzrostu rozszerza się i wznosi w formie kopułki,
- III faza — wytworzenie pierwszej przysadki,
- IV faza — różnicowanie się zawiązku kwiatu w pachwinie pierwszej przysadki,
- V faza — powstawanie przysadek dolnych kwiatów,
- VI faza — powstawanie w zawiązku kwiatu trzech primordiów pręcików,
- VII faza — wytworzenie zewnętrznego okółka okwiatu,
- VIII faza — wytworzenie wewnętrznego okółka okwiatu,
- IX faza — powstanie trzech owocolistków tworzących zalążnię.

Stożek wzrostu mieczyka zaczyna inicjować kwiatostan kilka tygodni po posadzeniu bulwy do gruntu. Dane z literatury wskazują, że temperatura gleby może decydować o szybkości przechodzenia w fazę generatywną, gdyż w doświadczeniach Hartsemy [16] powstawanie pierwszych zawiązków kwiatowych następowało w połowie maja, zarówno po wysadzeniu bulw w kwietniu, jak i w marcu, tj. odpowiednio 4—5 lub 8—9 tygodni później. Wg Shillo i Halevy'ego [47] inicjacja generatywna mieczyka cv. Sans Souci następuje, gdy pęd osiąga wysokość 30—40 mm długości, tj. 3 tygodnie po posadzeniu bulwy i tworzenie zawiązków poszczególnych kwiatów trwa do momentu rozwinięcia się siódmego liścia właściwego. W przypadku wczesnych odmian Spic and Span oraz Friendship [52] różnicowanie przez stożek wzrostu zawiązków kwiatów zaczynało się już w momencie, gdy pędy miały wysokość 3—4 mm długości. Wg Toneckiego inicjacja generatywna u mieczyków odmiany Acca Laurentia następuje już po 15 dniach od wysadzenia bulw do gruntu.

Inicjacja kwiatostanu zachodzi po wytworzeniu przez pąk odpowiedniej liczby liści [16], a więc — podobnie jak w przypadku roślin cebulowych [42] — do kwitnienia zdolne są rośliny uzyskane z bulw o odpowiedniej wielkości. Przejście przez nie w fazę generatywną jest procesem autonomicznym i stożek inicjuje zawiązki kwiatów nawet w trakcie uprawy roślin w ciemności [48], natomiast dalszy rozwój kwiatów w kłosie jest pod kontrolą czynników zewnętrznych, a więc światła, tem-

peratury, wilgotności. Niesprzyjające warunki powodować mogą zamieranie całych kwiatostanów lub poszczególnych kwiatów w kłosie (tzw. papierowacenie), co jest szczególnie problemem w trakcie przyspieszania mieczyków pod osłonami w warunkach zimowo-wiosennej uprawy lub opóźniania uprawy jesiennej [29, 47]. Proces papierowacenia postępuje bazypetalnie, począwszy od najmłodszych górnych zawiązków kwiatów, które zamierają nie tworząc warstwy odcinającej. Zahamowaniu ulega wzrost elongacyjny osi kwiatostanowej, rozwój kwiatów oraz liści, a główną zlewnią staje się bulwa następcza, do której odprowadzane są asymilaty. Najbardziej wrażliwe na niekorzystne warunki zewnętrzne jest stadium pomiędzy 4 a 7 liściem właściwym [47].

### *Wpływ warunków zewnętrznych na rozwój kwiatostanu mieczyka*

**Światło.** Częste niepowodzenia w zimowej uprawie mieczyków w Izraelu, USA i Japonii oraz nieudane próby przyspieszenia ich w szklarniach w krajach Europy wskutek papierowacenia zainicjowanych kwiatów dały asumpt do przypuszczeń, że do rozwoju kwiatostanu mieczyka niezbędna jest wysoka intensywność światła. Wyniki doświadczeń z zacienianiem roślin przeprowadzonych w Izraelu w trakcie letniej uprawy w gruncie [46] oraz wcześniejsze prace Wassinka [65] stanowią potwierdzenie owej hipotezy, mimo że wcześniej Kosuga [29] nie stwierdził negatywnego wpływu ograniczania natężenia światła na kwitnienie mieczyków uprawianych latem w Japonii, co jednak wynikać może z dużej intensywności światła w tamtejszych szerokościach geograficznych. Odmiany różnią się co do stopnia wrażliwości na obniżoną intensywność światła i reakcja jednych może wyrazić się zamieraniem całych kłosów (np. Sans Souci), inne reagują tylko ograniczeniem liczby zainicjowanych i rozwiniętych kwiatów (Spic and Span). Najbardziej na brak światła wrażliwe są rośliny w stadium 5 liścia do ukazania się kłosa i już kilkudniowy brak światła o odpowiedniej intensywności negatywnie odbija się na kwitnieniu. Im dłuższy okres, w którym rośliny narażone są na niedostatek oświetlenia, tym większe szkody, tzn. wyższy procent spapierowaciałych kwiatów i kwiatostanów. Intensywność światła decyduje także o wzroście wegetatywnym roślin i parametry takie, jak grubość łodygi oraz liczba i wielkość wiązek przewodzących uległy dwukrotnemu zmniejszeniu przy redukcji natężenia światła dziennego ze 100 do 12% [64].

Fakt, że papierowacenie kwiatów następuje zwykle w trakcie zimowej uprawy — czy to w gruncie przy sprzyjających warunkach zewnętrznych, czy pod osłonami — skierował uwagę badaczy na rolę fotoperiodu w rozwoju generatywnym mieczyka. Dzięki przedłużeniu dnia ame-

rykańscy i japońscy badacze uzyskali wzrost liczby kwitnących mieczyków uprawianych zimą, przy czym długi dzień opóźniał kwitnienie roślin [58]. Uprawa mieczyków w warunkach ciągłego oświetlenia prowadzona w Australii również powodowała opóźnienie kwitnienia roślin, przy czym uzyskano większy zbiór kwiatostanów lepszej jakości w porównaniu z kombinacją kontrolną rosnącą w warunkach naturalnej długości dnia — 12—14,5 godz. [31]. Skracanie dnia w trakcie letniej uprawy polowej w Japonii do 9 godzin powodowało zaburzenia w kwitnieniu, na-

Tabela 1

Wpływ fotoperiodu na wzrost i kwitnienie mieczyka (*G. × hortorum* cv. *Acca Laurentia*)\*

Długość dnia (godz.)	Długość liści (cm)	Długość kwiatostanu (cm)	Liczba kwiatów w kłosie	Świeża masa bulwy (g)	Świeża masa bulwek przybyszowych (g)
Kontrola	72,6	28,6	7,9	19,6	82,0
14	66,9	25,3	6,7	19,3	72,0
13	71,0	30,3	7,6	22,3	80,3
12	71,0	26,8	6,3	26,9	89,4
11	68,1	22,8	4,9	28,5	84,2
10	75,3	nie zakwitły		32,6	121,5
9	79,7	nie zakwitły		33,2	121,8
8	79,2	nie zakwitły		33,6	126,4

\* Mieczyki o obwodzie 10—12 cm wysadzano po 70 sztuk pod namiotem foliowym 25 kwietnia. Pomiarów długości liści, kłosa i liczby kwiatów w kłosie dokonywano po wykopaniu i oczyszczeniu bulw (20 października).

tomiast przy 10—11 godzinach światła mieczyki kwitły normalnie. Ponieważ w Japonii dzień nie jest zimą krótszy od 10—11 godzin, a zjawisko papierowacenia występuje wtedy powszechnie, badacze japońscy uznali, że długość dnia nie jest czynnikiem decydującym o kwitnieniu mieczyków, a może nim być raczej ogólna ilość światła, niewystarczająca zimą przy niskiej jego intensywności. Przeprowadzone w Izraelu w latach siedemdziesiątych doświadczenia nad wpływem fotoperiodu na kwitnienie mieczyków [49] wskazują na istnienie różnic odmianowych co do reakcji na długość dnia, która — podobnie jak w przypadku natężenia światła — może wyrażać się obniżeniem procentu kwitnących roślin, papierowaceniem poszczególnych kwiatów w kłosie czy oboma tymi zjawiskami razem, a także ograniczeniem inicjacji kwiatostanów drugiego rzę-

du. Zjawiska te występują szczególnie ostro, gdy krótki dzień przypadnie na okres rozwoju między ukazaniem się drugiego liścia a pojawieniem się kwiatostanu.

Skracanie dnia w warunkach letniej uprawy mietczyków nie pozwala oddzielić efektu fotoperiodycznego do skutków obniżenia sumy energii świetlnej dostarczanej roślinom. Można to uzyskać stwarzając warunki długiego dnia roślinom z upraw zimowych poprzez doświetlanie światłem o niskiej intensywności (100—200 luksów) lub przerywanie (długiej) nocy. Przy tak uzyskanym długim dniu następuje opóźnienie kwitnienia, wzrost liczby kwiatostanów II rzędu, liczby kwitnących roślin oraz kwiatów w kłosie, a także intensywny wzrost elongacyjny pędu. Ze względu na fakt, że opóźnienie kwitnienia jest reakcją fotoperiodyczną, Shillo i Halevy [49] zaliczają mietczyk do roślin fakultatywnie krótkiego dnia, jednak wydaje się, że reakcja taka, jak wydłużenie się pędu czy ograniczenie zjawiska papierowacenia kwiatów nie jest związana z fotoperiodem. Ta reakcja roślin wydaje się być pośrednią, gdyż wskutek opóźnienia kwitnienia rośliny dłużej rosną, a dzięki przedłużonemu okresowi wzrostu zwiększa się suma zużytej przez nie energii świetlnej. Fakt, że żadne ze stadiów rozwojowych mietczyka nie okazało się wrażliwe na wydłużenie dnia [49], świadczyłoby na rzecz takiego wyjaśnienia reakcji roślin. Późniejsze badania nad wpływem fotoperiodu na kwitnienie mietczyków w uprawie zimowej przeprowadzone w Izraelu [53] wskazywałyby jednak na bardziej bezpośrednie oddziaływanie długiego dnia na kwitnienie roślin. Doświetlanie światłem o niskiej intensywności (35 luksów) przez 4 godziny w celu przedłużenia dnia lub przerywanie nocy nie zawsze opóźniało kwitnienie mietczyków, zawsze jednak zwiększało procent kwitnących roślin i polepszało ich jakość, tj. długość kłosa i liczbę w nim kwiatów. Efekt ten uzyskiwano nawet przy trzykrotnie większym zagęszczeniu roślin na jednostce powierzchni, kiedy rośliny wzajemnie się cieniowały, wykorzystując przez to mniejszą ilość energii świetlnej. Świadczyłoby to, że oprócz pośredniego wpływu poprzez zwiększenie sumy energii występuje specyficzny efekt długiego dnia, polegający być może na ukierunkowywaniu asymilatów do rozwijających się kwiatów.

Ze względu na tak dużą wrażliwość mietczyka na niedobór światła szczególną uwagę należy zwrócić na zapewnienie odpowiedniej rozstawy roślin, szczególnie w przypadku przyspieszania czy opóźniania pod osłonami. Rośliny wzajemnie cieniuja się i te wewnątrz zagona, przegrywając konkurencję o światło, wydają kwiatostany gorszej jakości lub wcale nie zakwitają.

**Temperatura i wilgotność.** Warunki, w jakich przechowywane są bulwy mietczyka po wykopaniu, a więc temperatura i wilgotność, wywierają wpływ na późniejszy rozwój oraz kwitnienie roślin.

Jednym z zabiegów, jakim poddawane są bulwy po zbiorze, zapewniającym ich zdrowotność w przechowalni, jest suszenie bulw przez kilka dni po wykopaniu w temperaturze powyżej 30°C. W tych warunkach szybko wytwarza się na piętce warstwa perydermy chroniąca przed wnikaniem patogenów oraz grubieje kutikula. Dzięki przyspieszonemu suszeniu tydzień po zbiorze można przystąpić do czyszczenia bulw. Według Shillo i Simchon [52] to szybkie suszenie bulw nie odbija się ujemnie na późniejszym kwitnieniu, o ile bulwy nie tracą więcej niż 10% swej masy. 20% utrata wagi powoduje wybijanie pąków bocznych, co wpływa na pogorszenie się jakości kwiatostanów oraz zmniejszenie liczby kwiatów w kłosie. Przyspieszone suszenie bulw odmian mieczyka uprawianych na Florydzie powoduje często ubytki wyrażające się zmniejszeniem obwodu bulwy, np. z 13 do 11 cm, co jest przyczyną obniżenia się jakości uzyskiwanych z nich kwiatostanów [35]. Uważa się, że nadmierne przysychanie bulw podczas suszenia jest przyczyną zniesienia dominacji wierzchołkowej i wybijanie większej liczby — słabszych wobec tego — pędów. Dzięki ochronie bulw mieczyka przed wysychaniem w trakcie suszenia w temperaturze 35°C za pomocą toreb papierowych i ograniczeniu ruchu powietrza w suszarni Magie [34] uzyskał — oprócz zwalczania *Fusarium* — zarówno lepsze kwitnienie roślin, jak i 80% zwiększenie plonu bulw w stosunku do bulw narażonych na wysychanie podczas zabiegu. Podobna zależność plonu kwiatów i bulw od warunków zewnętrznych skłania do zakwestionowania tezy Shillo i Simchon [52], że zniesienie dominacji pąką głównego w bulwie w wyniku przesuszenia jest głównym czynnikiem obniżającym jakość kwiatów. Gorsze kwitnienie jest raczej bezpośrednim skutkiem zmniejszonej żywotności bulw poddanych nadmiernej desykacji. Warunki termiczne podczas późniejszego, kilkumiesięcznego zazwyczaj przechowywania bulw mieczyków mają wpływ na wzrost i rozwój wyrastających z nich roślin. Gdy spoczynek bezwzględny bulw jest zakończony, wyższe temperatury (21—35°C) stymulują kiełkowanie, a także wpływają na wczesność kwitnienia mieczyków [3, 38]. Prace badaczy amerykańskich przeprowadzone w latach trzydziestych [3] doprowadziły do opracowania tzw. „preparowania” bulw przeznaczonych do przyspieszania pod szkłem, które polegało na przetrzymywaniu ich przez 4—6 tygodni przed wysadzeniem w temperaturze 20—30°C przy małej wilgotności względnej i pozwalało przyspieszyć kwitnienie o 2 tygodnie w porównaniu z bulwami przechowywanymi w 10°C. W trakcie preparowania zostaje zapoczątkowany wzrost pąków i tworzą się zawiązki korzeni. Według Cohata i Le Narda [3] po ok. 3 miesiącach przechowywania bulw mieczyka w temperaturze 18—30°C pąki miały wysokość 8—10 mm, a na piętce widoczne były zawiązki korzeni, podczas gdy bulwy przechowywane w temperaturze 2—12°C nie miały korzeni, a ich pąki

nie przekraczały 3—5 mm. W doświadczeniach Francuzów wyższe temperatury przechowywania (18—30°C) przyspieszały wszystkie procesy wzrostu oraz kwitnienie, ale obniżały wigor roślin, co wyrażało się zmniejszeniem liczby liści, kwiatów i wysokości roślin, przy czym obserwowano reakcję odmianową na warunki przechowywania. Obecnie zalecany zabieg preparowania, wskazany przy przyspieszaniu mieczyków pod osłonami, polega na umieszczeniu bulw w następujących temperaturach: 4 tygodnie — 30—33°C, 6 tygodni — 25—30°C, 8 tygodni — 22—23°C przy utrzymaniu wilgotności powietrza na poziomie 50—60%. Innym sposobem jest umieszczenie bulw na początku listopada w temperaturze 17°C i po 6 tygodniach podniesienie temperatury do 20°C, po czym na początku lutego bulwy sadi się w szklarni [10].

Bulwy mieczyków kiełkują w szerokim zakresie temperatur: od 6° do 26°C, przy czym minimalna temperatura, przy której nie jest opóźnione kiełkowanie to 14°C [2]. Mieczyk może normalnie rozwijać się i kwitnąć przy stałej temperaturze dnia i nocy w bardzo wąskim zakresie 10—14°C, co stwierdził Apte [2] w warunkach eksperymentalnych. Temperatura decyduje jednak o szybkości wzrostu i rozwoju roślin i te same odmiany uprawiane latem zakwitają po 60—80 dniach — podczas gdy w uprawie zimowej potrzebują 120—140 dni dla osiągnięcia stadium kwitnienia [50]. Wyższe temperatury letniej gruntowej uprawy mieczyków w południowo-wschodniej Australii również wpływały na skrócenie uprawy i lepszą jakość kwiatów [30, 31]. Niska temperatura (1—5°C) w trakcie uprawy zimowej, przy niskiej intensywności światła, jest przyczyną zahamowania wzrostu roślin i papierowacenia kwiatów. Szczególnie wrażliwe są rośliny w dwóch stadiach: tuż po posadzeniu i w fazie wybijania 7-go liścia. Poddanie roślin działaniu niskich temperatur w pierwszym z tych okresów może spowodować zahamowanie wzrostu i rośliny wytworzą 3—4 małe liście. Podobne zjawisko obserwowano w przypadku schłodzenia do 5°C bulw mieczyka z zimowej uprawy, a więc nie będących w stanie spoczynku, przechowywanych w temperaturze 30°C. Pąki tych bulw przed wysadzeniem do gruntu osiągały wysokość kilku centymetrów i potraktowanie ich niską temperaturą w tej fazie hamowało późniejszy wzrost oraz powodowało wydawanie przez te karłowe rośliny nielicznych skróconych i zdeformowanych kwiatostanów, przypominających irysy [52]. W stadium 7-go liścia kłos wychodzi z pachwiny liścia i jest wtedy bardzo wrażliwy na działanie chłodu. Niskie temperatury nocy powodują zamieranie poszczególnych kwiatów w kwiatostanie. Znamienne, że obniżanie temperatury nocą do 1°C w trakcie letniej uprawy mieczyków nie wpływało tak ujemnie na rośliny, jak ten sam zabieg przeprowadzony zimą, przy czym w obu przypadkach rośliny rosły w warunkach krótkiego dnia [50]. Wydaje się, że bardziej korzystne warunki zewnętrzne



panujące latem, jak wyższa intensywność światła i wyższe temperatury niwelują czy znacznie ograniczają ujemny wpływ niskiej temperatury nocy. Z kolei wysokie temperatury dnia w połączeniu z niskim natężeniem światła są również bardzo szkodliwe dla roślin i już Post [50] wskazywał, że zbyt wysoka temperatura w warunkach zimowej uprawy mieczyków w szklarniach może być przyczyną papierowacenia kwiatów.

Wyniki badań Shillo i Halevy'ego [50] świadczą, że mieczyk jest ogromnie tolerancyjny na wysokie temperatury, o ile utrzymana jest jednocześnie wysoka wilgotność względna. Poddanie roślin w różnych fazach rozwoju działaniu temperatur do 50°C nie pogarsza w zasadzie ich kwitnienia, co więcej, wysoka temperatura w połączeniu z dużą wilgotnością powietrza stymuluje wzrost elongacyjny kwiatostanu i zwiększa liczbę kwiatów w kłosie.

Wysoka temperatura jest szkodliwa w połączeniu z warunkami suszy, a więc jej efekt na kwitnienie jest pośredni, poprzez oddziaływanie na bilans wodny rośliny. Najbardziej wrażliwe — zarówno na suszę glebową, jak i deficyt pary wodnej w powietrzu są rośliny w stadium 4—7 liści czyli w fazie intensywnego wzrostu elongacyjnego pędu kwiatostanowego. Deficyt wody w tym okresie powoduje zamieranie kłosów. Wrażliwość roślin na stres wodny spada następnie w okresie kwitnienia mieczyków.

Negatywne oddziaływanie wysokich temperatur stwierdzono również w bardzo wczesnych stadiach tzn. tuż po posadzeniu bulw do gruntu. Wydaje się, że w tym przypadku mamy do czynienia z bezpośrednim wpływem wysokiej temperatury, gdy pąk jest jeszcze pod ziemią, która w tym okresie jest zwykle dostatecznie wilgotna.

Podsumowując wynik badań Shillo i Halevy'ego [51] w następujący sposób przedstawić można wpływ warunków zewnętrznych na rozwój mieczyków. Począwszy od wysadzenia do stadium liści pochwiastych rośliny są bardzo wrażliwe na wysoką i niską temperaturę oraz stres wodny, które to warunki obniżają procent kwitnących roślin oraz liczbę kwiatów w kłosie. W tym okresie stożek wzrostu charakteryzuje się wysoką aktywnością merystematyczną, kończy inicjować ostatnie liście właściwe, w niektórych pąkach znajduje się w fazie przejściowej do stadium kwitnienia, w innych jest w stadium subflorigenicznym.

W stadium od ostatniego liścia pochwiastego do ukazania się pierwszego liścia właściwego, kiedy stożek przechodzi w fazę generatywną, rośliny są tolerancyjne wobec czynników zewnętrznych. Wrażliwość na nie zwiększa się z chwilą pojawienia się pierwszego liścia. W fazie 1—4 liści zachodzi inicjacja poszczególnych kwiatów i dyferencjacja ich organów. W tym stadium mieczyki są bardzo wrażliwe na brak światła i stres wodny. Stadium drugiego liścia odznacza się dużą wrażliwością na niskie

temperatury. Faza 4—6 liścia została przez autorów określona jako okres największej wrażliwości mieczyków na czynniki zewnętrzne, jak suma energii świetlnej związana zarówno z intensywnością światła jak i długością dnia, niska temperatura nocą i deficyt wodny. W tym okresie roślina kontynuuje różnicowanie kwiatów, a pęd kwiatostanowy intensywnie rośnie.—W tym stadium pod wpływem wysokiej temperatury papierowaceni ulegać mogą poszczególne kwiaty w kłosie nawet w warunkach pełnego wysycenia powietrza parą wodną.

Między pojawieniem się kłosa a kwitnieniem zmniejsza się wrażliwość roślin na natężenie światła, a rośnie na wysoką temperaturę, szczególnie w połączeniu z warunkami suszy. Te ostatnie natomiast w niewielkim już stopniu wpływają na rośliny w czasie kwitnienia.

### *Przyspieszanie kwitnienia mieczyków*

W Polsce, jak i na całym świecie, rośnie zainteresowanie możliwością przyspieszenia kwitnienia mieczyków w uprawie pod osłonami.

Według kryteriów holenderskich odmiany przydatne do przyspieszania muszą spełniać następujące kryteria [10]:

- w szklarniach ogrzewanych powinny zakwitnąć przed 1.VI, a nie ogrzewanych przed 1.VII,
- rośliny muszą zakwitnąć przynajmniej w 75%,
- powinny wytwarzać długie, sztywne pędy o dużej liczbie kwiatów w kłosie.

Na świecie trwają prace hodowlane nad uzyskaniem odmian przydatnych do przyspieszania, wiele nowych ukazało się ostatnio na rynku holenderskim [40]. Istnieją też odmiany polskiej hodowli nadające się do uprawy przyspieszonej [10].

Standardowa metoda przyspieszania mieczyków w szklarni [11] polega na wysadzeniu bulw w końcu stycznia i początku lutego, co pozwala uzyskać kwiaty na początku maja. Próby wcześniejszego uzyskania kwitnienia kończą się zwykle niepowodzeniem wskutek wysokiego procentu zasychających kwiatów, co związane jest ze zbyt małą ilością światła w okresie rozwoju kwiatostanu mieczyka. Do tej formy uprawy przeznaczają się tylko duże bulwy odmian wczesnych. Temperatura w szklarni utrzymana być musi na odpowiednim do natężenia światła poziomie, tj. w lutym 12°, w marcu 14°, w kwietniu 16° i w maju 18°C. Przy obwodzie bulw 12—14 cm gęstość sadzenia nie powinna być większa niż 80 sztuk/m<sup>2</sup>, aby rośliny wzajemnie się nie cieniowały. Przed wysadzeniem bulwy poddaje się preparowaniu, tj. umieszcza na 6 tygodni w temperaturze 20°C lub przetrzymuje 6 tygodni w 17°C, a następnie 6 tygodni w 20°C.

Trwają prace nad udoskonaleniem metody przyspieszania, poszukuje

się sposobów oszczędzania energii. Jednym z nich jest wykorzystanie do przyspieszania szybko rosnących odmian, jak *Hunting Song*, *Come Back* czy *Nova Lux*. W badaniach holenderskich dzięki ich wykorzystaniu uzyskano 26% obniżenie zużycia energii wskutek późniejszego o 25 dni wysadzenia bulw, co nie opóźniło terminu kwitnienia [9].

Skrócenie okresu uprawy w szklarni uzyskali również Holendrzy przy zastosowaniu wyższych niż normalnie temperatur uprawy i opóźnieniu o 5 tygodni terminu sadzenia bulw. Uprawę przyspieszoną prowadzi się przy 20°C przez pierwsze 4 tygodnie, obniżając ją następnie do 15°C, gdyż dłuższe oddziaływanie na rośliny temperatury 20°C powoduje nadmierną elongację i osłabienie pędu, a wykorzystanie Ethrelu dla zwiększenia sztywności kłosów nie wyszło jeszcze poza stadium prób. Do tego typu uprawy nadają się najlepiej odmiany o krótkich i z natury sztywnych pędach, jak *White Friedship* czy *Peter Pears*. Przy tym sposobie przyspieszania sadząc bulwy 1 marca uzyskuje się kwiaty w połowie maja, przy skróceniu okresu uprawy ze 105 do 70 dni i oszczędności energii ok. 30% [11].

Ostatnio w Holandii [36] podjęto próby całorocznej szklarniowej uprawy mieczyków, ale z gatunkami o drobnych kwiatach, jak *Gladiolus tubergenii* cv. „Rose Charm” i *Gladiolus nanus* cv. „Nymph”. Bulwy tych mieczyków przechowuje się w temperaturze 0—5°C poddając je przed wysadzeniem oddziaływaniu temperatury 20°C przez 6 tygodni i 4 tygodnie 5°C. Zabieg ten zwiększa procent kwitnących roślin i liczbę kwiatów w kłosie. Doświetlanie roślin w okresie jesienno-zimowym światłem o wysokiej intensywności jest konieczne, skraca przy tym okres uprawy w szklarni i polepsza jakość kwiatów. Przedłużania dnia światłem o niskim natężeniu jest niewystarczające i nie zapobiega papierowaceni kwiatów.

### Spoczynek bulw

Bulwy następcze. Bulwy mieczyka nie są w stanie kiełkować zaraz po zbiorze, gdyż znajdują się w stanie głębokiego spoczynku. Głębokość spoczynku jest cechą odmianową [14], a w obrębie odmiany zależy od wielkości bulwy oraz warunków uprawy i jest różna zależnie od sezonu wegetacyjnego. Szczególnie suche i upalne lata są przyczyną głębokiego spoczynku bulw [2] i te, które osiągnęły dojrzałość przy temperaturze gleby powyżej 15°C są zwykle w stanie głębszego spoczynku niż poddane działaniu temperatury 10°C, przynajmniej w ciągu ostatnich kilku tygodni przed zbiorem [46]. W przypadku zimowej uprawy mieczyków (w Kalifornii czy Palestynie) bulwy mogą kiełkować praktycznie zaraz po zbiorze. Te obserwacje nasunęły przypuszczenie, że temperatura

w trakcie uprawy jest czynnikiem regulującym głębokość spoczynku bulw mieczyka [2, 46]. Badania przeprowadzone w Japonii świadczą, że decyduje o tym również światło, gdyż bulwy mieczyków uprawianych w ciemności [60] lub w warunkach krótkiego dnia [59] szybciej wychodziły ze stanu spoczynku niż te, które uprawiano przy dostępie światła czy długim dniu. Na głębokość spoczynku ma również wpływ temperatura w trakcie przechowywania bulw. Ich spoczynek bezwzględny ustępuje po 2—3 miesiącach przechowywania w temperaturze od 6° do 27°C [2], przy czym wyższe temperatury dłużej utrzymują bulwy w stanie spoczynku głębokiego, natomiast niższe przyspieszają jego ustąpienie [2, 23]. Występują różnice odmianowe, np. dla cv. Spic and Span skuteczniejsza jest temperatura 10°C [54] niż powszechnie stosowana temperatura 5°C [2]. Vigodsky [67] uzyskiwała przerwanie spoczynku bulw mieczyka poddając je przez miesiąc działaniu temperatury 35°C. Wychodzenie ze stanu spoczynku jest również przyspieszane przez moczenie bulw w wodzie o temperaturze 53—57°C (30 min.), który to zabieg jest stosowany ze względów fitosanitarnych, głównie dla zwalczania *Fusarium* [67]. Przyspieszenie wychodzenia ze spoczynku bulw jest w tym przypadku związane ze znacznym wzrostem oddychania i niewielkim wzrostem produkcji etanolu przez moczone bulwy [20]. Istnieją doniesienia o niekorzystnym wpływie tego zabiegu i uszkodzeniach powodowanych przez gorącą wodę w przypadkach, gdy kąpeli poddawano duże bulwy. Stosując tę formę ochrony należy więc pamiętać, że duże bulwy wcześniej wychodzą ze stanu głębokiego spoczynku [2] i są wtedy bardziej wrażliwe na działanie wysokiej temperatury. Moczenie w gorącej wodzie (ewentualnie z dodatkiem substancji grzybobójczych) stosować należy pod koniec okresu głębokiego spoczynku bulw, a określeniu tego stadium (czy ewentualnych szkód wynikłych wskutek zabiegu) służy opracowany test TTC [54], w którym na podstawie intensywności zabarwienia powstałego w tkankach bulw formazanu można określić stopień ich aktywności życiowej. W praktyce termiczne zaprawianie bulw wykonuje się w grudniu lub na początku stycznia, a po przesuszeniu bulwy przechowuje się w temperaturze 5°C [2], która to temperatura utrzymuje je w stanie spoczynku względnego aż do momentu ich wysadzenia na wiosnę. Chcąc bulwy mieczyka przechować dłużej niż przez okres jednej zimy, temperaturę obniża się do 2—4°C [37].

Istnieją hipotezy, że spoczynek nasion, pąków czy organów spichrzowych jak cebule, kłącza, bulwy jest regulowany przez endogenne hormony roślinne, a warunki zewnętrzne modyfikują ich poziom i wpływają na stan równowagi między związkami stymulującymi wzrost a jego inhibitorami. W bulwach mieczyka pozostających w stanie spoczynku Tsukamoto [62, 63] wyodrębnił trzy grupy inhibitorów wzrostu: pierwsza gru-

pa składa się z kwasów tłuszczowych: linolowego, linolenowego, stearynowego i palmitynowego, drugą stanowi kwas abscysyncwy, a trzecia to związki fenolowe, wśród których zidentyfikowano kwas ferulowy. Wszystkie te związki działają synergistycznie, a w trakcie przechowywania bulw w niskiej temperaturze zawartość ich spada, szczególnie w przypadku bulw uzyskanych z roślin rosnących w ciemności [61]. Przechowywanie w temperaturze pokojowej bulw powstałych w trakcie uprawy na świetle powoduje utrzymywanie się wysokiego poziomu inhibitorów przez 2 miesiące po zbiorze. Wyniki te nie tylko pozwalają łączyć obecność inhibitorów z głębokim spoczynkiem bulw i niezdolnością do kiełkowania, ale i wskazują na rolę światła w indukowaniu spoczynku bulw. Powyższe badania wydają się świadczyć, że spoczynek ten jest również pod kontrolą hormonów stymulujących wzrost, jednocześnie bowiem ze spadkiem poziomu inhibitorów Tsukamoto i Konoshima [61] obserwowali wzrost aktywności nie zidentyfikowanych, a aktywnych w teście koleoptyli promotorów wzrostu, mogących być związkami z grupy auksyn czy giberelin. Tonecki [55] badając przemiany endogennych giberelin w bulwach mieczyków obserwował ich istotny wzrost w momencie wychodzenia mieczyków ze stanu głębokiego spoczynku.

Spoczynku bulw mieczyka nie można przerwać przy użyciu egzogennych giberelin, niemniej w tkankach bulw stwierdzono obecność trzech form GA — jednej wolnej i dwóch związanych [14]. Ogólna zawartość tych związków pozostawała niezmienną w różnych fazach spoczynku — począwszy od fazy powstawania bulwy w okresie kwitnienia mieczyka do momentu jej kiełkowania, następowały jednak zmiany poszczególnych form związków giberelinopodobnych i ich wzajemnych proporcji. W bulwach pozostających w spoczynku większość giberelin znajdowała się we frakcji wodnej czyli w formie związanej. Zabiegi, które przyspieszały wyjście bulw ze stanu spoczynku powodowały jednocześnie wzrost zawartości wolnej gibereliny, te natomiast, które pogłębiały spoczynek, przyczyniały się do akumulacji jej formy związanej. Uważa się, że wodna, związana forma jest postacią zapasową gibereliny, natomiast GA w wolnej postaci (z frakcji kwaśnej) aktywnie stymuluje syntezę enzymów hydrolitycznych, które następnie uruchamiają zgromadzone w bulwie związki wielkocząsteczkowe. Wzrost aktywności enzymów hydrolitycznych stwierdzono w bulwach mieczyka przechowywanych w niskich temperaturach [12]. Neutralna forma giberelin związana jest z białkową lub białkowo-tłuszczową frakcją rosnących komórek.

W bulwach mieczyka występują również cytokiny [41]. Znaczny wzrost ich zawartości nastąpił 10 dni po wysadzeniu do gruntu w bulwach przechowywanych uprzednio 5 tygodni w temperaturze 0°C, natomiast nie obserwowano tego w bulwach przechowywanych przed wysa-

dzeniem w temperaturze 20°C. Świadczyć to może o udziale cytokinin w przerywaniu spoczynku bulw mieczyka, chociaż trudno jest stwierdzić ich aktywność w bulwach poddanych niskim temperaturom. Jeśli natomiast przeniesie się bulwy z niskiej do wyższej temperatury, obserwuje się wzrost aktywności tej grupy hormonów, co sugeruje, że niskie temperatury indukują ich syntezę, która zachodzi później, w wyższej temperaturze, czy to jeszcze w przechowalni, czy po posadzeniu bulw do gruntu [37]. Poziom endogennych cytokinin wzrasta pod wpływem niskich temperatur w bulwach *Begonia ewansiana*, a BA przerywa stan ich spoczynku.

Dzięki zastosowaniu różnych technik chromatograficznych w bulwach mieczyka wyodrębniono 11 związków cytokinino-podobnych, aktywnych w teście hypokotyli soi [41]. Ogólna zawartość cytokinin oraz poziom takich zidentyfikowanych związków, jak zeatyna, rybozyd zeatyny, rybozyd dwuhydrozeatyny oraz izopentyloadenozyna były wyższe w bulwach, które wyszły ze stanu spoczynku. Bulwy spoczynkowe charakteryzowały się wyższą zawartością cytokinin w postaci glukozydów, które to związki uważa się za formy zapasowe cytokinin.

Hemberg [18] wykazał, że cytokininy skutecznie stymulują kiełkowanie bulw ziemniaka. Próby przerywania i skrócenia okresu spoczynku bulw mieczyka przy użyciu egzogennych cytokinin z powodzeniem przeprowadził Tsukamoto [60, 61]. Benzyladenina okazała się tu bardziej skuteczna niż zeatyna czy kinetyna. Bulwy moczone przez 12—24 godziny w roztworze BA o stężeniu 1—50 ppm kiełkowały po tygodniu w 100%, jednakże zabieg ten powodował zniesienie dominacji wierzchołkowej i wybijanie kilku pąków na każdej bulwie, a czasem późniejsze zamieranie pędów. Podobne efekty wpływu kinetyny na kiełkujące bulwy mieczyków obserwował Tonecki [56]. Ograniczenie liczby wybijających pąków uzyskano dodając do 20 ppm roztworu BA 1 ppm NAA, a prawidłową elongację pędów zapewniało 24-godzinne moczenie bulw w 100 ppm roztworze GA<sub>3</sub>, trzy dni po potraktowaniu bulw cytokininą. Benzyladenina znosiła również stan spoczynku pąków bocznych wyszczepianych a pożywki w celu rozmnożenia mieczyka w kulturach *in vitro* [21] stymulując wzrost pędów i hamując rozwój korzeni.

Przerywanie spoczynku i przyspieszanie kiełkowania bulw uzyskiwano również przy użyciu Ethrelu, przy czym efekt ten występował tylko w przypadku bulw będących w stanie głębokiego spoczynku, natomiast zastosowanie etylenu po wyjściu bulw ze stanu spoczynku bezwzględnie opóźniało wybijanie pąków [13].

Trzytygodniowe przyspieszenie kiełkowania pod wpływem etylenu uzyskał Hosoki [20] poddając działaniu 1% etylenu przez 3 dni w tem-

peraturze 30°C bulwy przechowywane po zbiorze przez 30 dni w temperaturze 5°C. Ten sam autor nieznacznie skrócił spoczynek mieczyków traktując bulwy przez 6—16 godzin 1% H<sub>2</sub>S [19].

**Bulwy przybyszowe.** Powstające na stolonach — podobnie jak u ziemniaka — bulwy przybyszowe mieczyka (nazywane dalej w tekście bulwkami w odróżnieniu od pędowych bulw następczych) pozostają w stanie głębokiego spoczynku dłużej niż bulwy następcze. Zależnie od odmiany oraz warunków w trakcie uprawy spoczynek ten ustępuje po 2—4 miesiącach przechowywania [23, 24, 25, 26]. W praktyce bulwki te przechowuje się 3 miesiące w temperaturze 6°C [6]. Wyjście bulwek ze stanu spoczynku można przyspieszyć poddając je przemienne mu przechowywaniu na sucho i w wilgotnym sfagnum. Zmieniając warunki wilgotności co tydzień, już po trzech takich cyklach doprowadzić można bulwki do stanu gotowości do kiełkowania [24]. Szybkość i równomierność kiełkowania można również zwiększyć mocząc bulwki przez 3—24 godziny przed wysadzeniem w 3% roztworze wody utlenionej [25]. Przedłużony 17-miesięczny okres przechowywania bulwek na sucho w temperaturze pokojowej również powoduje szybsze kiełkowanie po wysadzeniu bulwek do gruntu [26].

W odróżnieniu od bulw pędowych nie stwierdzono zależności między żywotnością bulwek po termicznym ich zaprawieniu wodą o temperaturze 57°C a głębokością ich spoczynku i w praktyce zabieg ten przeprowadza się w styczniu i na początku lutego, przy czym zaleca się wykonać uprzednio testy dla poszczególnych odmian, gdyż niektóre z nich wymagać mogą nieco niższych temperatur — np. 55°C [23].

Obecność inhibitorów wzrostu stwierdzono zarówno w tkance spichrzowej bulwek, jak i w łuskach ją otaczających. Łuski te zawierają dużą ilość niezidentyfikowanych związków fenolowych oraz brązowych pigmentów, również uważanych za inhibitory [6]. Obecność twardych, suchych łusek opóźnia kiełkowanie bulwek, a efekt ten nie zostaje zniesiony poprzez przechowywanie w temperaturze 6°C. Niska temperatura przyspiesza natomiast wyjście ze stanu spoczynku bulwek pozbawionych łusek okrywających. Usunięcie czy uszkodzenie łusek przyspiesza i wyrównuje kiełkowanie bulwek po umieszczeniu ich w podłożu [2, 24]. Ta forma „skaryfikacji” powoduje 6—16-krotny wzrost intensywności oddychania bulwek w porównaniu do tych o nieuszkodzonych łuskach [2], co wskazywałoby, że ograniczenie dostępu tlenu — podobnie jak u niektórych nasion — może być jedną z przyczyn głębokiego stanu spoczynku. Hipoteza ta nie została jednak potwierdzona empirycznie, gdyż nie oznaczano intensywności oddychania na początku okresu przechowywania bulwek, gdy są one w stanie bezwzględnego spoczynku i nie reagują zwiększeniem kiełkowania na zabieg uszkodzenia łusek.

Głównym inhibitorem wzrostu odpowiedzialnym za spoczynek bulwek jest kwas abscysynowy. Jego poziom spada pod wpływem przechowywania w niskiej temperaturze, jest niższy w bulwkach z upraw zimowych, a także w odmianach o płytkim spoczynku, np. cv. Friendship, u której niezdolność do kiełkowania związana jest tylko z obecnością łusek okrywających [6, 7].

Podobnie jak w przypadku pędowych bulw następczych, benzyloadenina (w stężeniu  $10^{-4}M$ ) przerywała w badaniach Ginzburga [6, 7] stan głębokiego spoczynku bulw przybyszowych mieczyka przechowywanych w temperaturze  $25^{\circ}C$  oraz przyspieszała kiełkowanie bulwek poddanych działaniu niskiej temperatury przez 3 miesiące. Kwas abscysynowy w tym samym stężeniu hamował kiełkowanie bulwek, zarówno pozostających w niskiej temperaturze, przy czym te ostatnie przewyciężały w miarę upływu czasu inhibujący wpływ egzogennej ABA. Znamienne, że również giberelina (w tej samej koncentracji) hamowała kiełkowanie bulw przybyszowych, choć w przypadku wielu roślin cebulowych  $GA_3$  częściowo zastępuje działanie chłodu i przyspiesza ustępowanie spoczynku. Być może w przypadku roślin bulwiastych mechanizm ten jest inny, gdyż  $GA_3$  hamuje również wychodzenie ze spoczynku i kiełkowanie podziemnych bulw *Dioscorea* oraz powietrznych u *Begonia ewansiana* [32].

Działanie BA i ABA jest w przypadku bulwek mieczyka antagonistyczne. Stymulacja kiełkowania bulwek pozostających w spoczynku przez cytokininę była ograniczana w doświadczeniach Ginzburga [7] przez zastosowany jednocześnie kwas abscysynowy, a inhibicja kiełkowania bulwek, które wyszły ze stanu spoczynku głębokiego przez ABA była przewyciężana dzięki równoczesnej aplikacji BA.

Reakcja bulwek na etylen jest zróżnicowana: gaz przyspiesza kiełkowanie pozostających w stanie bezwzględnej spoczynku, hamuje je natomiast w przypadku bulw poddanych uprzednio 3-miesięcznemu przechowywaniu w temperaturze  $6^{\circ}C$  [7, 8].

Doświadczenia przeprowadzone w warunkach obniżonego ciśnienia oraz w atmosferze o zwiększonej do 10% koncentracji  $CO_2$ , które to warunki inhibują działanie etylenu, wskazują, że endogenne  $C_2H_4$  odgrywa pewną rolę w procesie kiełkowania bulwek [8]. Wydaje się jednak, że hormon ten nie reguluje wychodzenia ze stanu spoczynku, gdyż traktowanie bulwek niską temperaturą nie zwiększa intensywności wydzielania przez nie endogennej etylenu. Produkcja  $C_2H_4$  rośnie po imbibicji, tuż przed kiełkowaniem, stąd wniosek, że jest związana raczej z procesem elongacji pąka, podobnie jak stwierdzono to u grochu, gdzie etylen pobudza kiełkowanie i wzrost poprzez stymulację elongacji komórek. Wytłumaczenie dwójakiego wpływu egzogennej etylenu na kiełkowanie bulwek mieczyka wymaga następujących założeń:



1. Etylen hamuje podziały komórkowe w pąkach bulw, które przeszły już okres spoczynku.
2. Istnieją w populacji bulw spoczynkowych, pąki zdolne do elongacji stymulowanej przez etylen.

### *Tuberyzacja*

Wiele gatunków roślin, w tym mieczyk, w pewnym okresie swego cyklu rozwojowego wykazuje zdolność akumulacji substancji zapasowych. Zgrubiałe wskutek hipertrofii części podziemne stają się organami spichrzowymi i po okresie spoczynku, w trakcie którego są bardziej odporne na warunki zewnętrzne, jak susza czy wysokie lub niskie temperatury, służą wegetatywnemu rozmnażaniu się gatunku. Z ich pąków wyrastają nowe rośliny, korzystając w pierwszych fazach swego wzrostu z materiałów nagromadzonych w poprzednim sezonie wegetacyjnym. Morfologicznie organ spichrzowy różni się od analogicznego organu nie spichrzowego tym, że jest najczęściej krótszy, grubszy i wypełniony materiałami zapasowymi. Tworzenie tego typu organów jest więc adaptacją organów wegetatywnych do pełnienia funkcji spichrzowej. Jednym z typów organu spichrzowego jest bulwa i zjawisko tworzenia się bulw nazwano tuberyzacją. Jednoroczna bulwa pędowa mieczyka składa się z 5—7 skróconych międzywęźli dolnej części pędu, które zaczynają grubieć już kilka tygodni po wysadzeniu do gruntu bulwy matecznej [4]. Równocześnie z różnicowaniem się zawiązków kwiatostanu w pąku, międzywęźla pędu kwiatostanowego, odpowiadające dwóm ostatnim liściom pochwiastym i 3—5 pierwszym liściom właściwym grubieją, by dać początek bulwie następczej. W pąkach wybijających z małych bulw nie zachodzi dyferencjacja kwiatów i łodyga ogranicza się do 6—8 krótkich międzywęźli, które grubiejąc tworzą nową bulwę. Bulwa mateczna po wysadzeniu traci stopniowo nagromadzone związki zapasowe na rzecz nowo rozwijającej się rośliny, ale pozostaje związana z nową bulwą następczą aż do zbioru, po którym zostanie usunięta w trakcie czyszczenia.

Bulwa następcza jest zwykle większa od bulwy matecznej, nie rośnie jednak nieograniczenie z roku na rok, ale po osiągnięciu przez nią pewnej krytycznej wielkości następuje zniesienie dominacji wierzchołkowej pąka głównego i wybicie kilku pędów, z których każdy tworzy u swej podstawy mniejszą bulwę następczą.

Bulwy przybyszowe służące rozmnażaniu się mieczyka powstają w liczbie od kilkudziesięciu nawet do kilkuset na jednej bulwie matecznej i ich liczebność jest cechą odmianową, chociaż warunki uprawy i wielkość bulwy matecznej wpływają istotnie na ich plon [1]. Na powstawanie

bulw przybyszowych, szczegółowo opisanych przez Imanishi [23], składają się dwa etapy różnie reagujące na warunki zewnętrzne: wyrastanie stolonów, bardziej intensywne w warunkach długiego dnia i grubienie ich końców, stymulowane przez krótki fotoperiod [23]. Stolony, na końcach których powstają bulwki przybyszowe, wyrastają z pąków w pachwinach 5—6 liści pochwiastych, wyrastających w regionie między starą bulwą mateczną a nowo powstającą bulwą następczą. Są to tzw. stolony I rzędu. Imanishi wyróżnia również stolony II rzędu, tzw. dolne, wyrastające u podstaw stolonów I rzędu i górne, powstające wskutek rozgałęziania się stolonów I rzędu po przekształceniu się ich stożka wzrostu w bulwę przybyszową. Na plon bulwek przybyszowych składa się ich populacja o różnej wielkości oraz o różnej fazie dojrzałości i z reguły najmniejsze najpóźniej zainicjowane na stolonach II rzędu są po zbiorze odsiewane.

#### *Wpływ warunków zewnętrznych na tuberyzację*

**F o t o p e r i o d.** Wiadomo obecnie, że krótki dzień sprzyja powstawaniu bulw u wielu roślin [68]. Fotoperiodyczna kontrola tuberyzacji obejmuje wszystkie typowe dla fotoperiodyzmu cechy: liście są miejscem percepcji, bodźce powstające w liściach są przemieszczane do organów — receptorów, raczej długość nocy a nie dnia determinuje reakcję, fitochrom jest czynnikiem uczestniczącym w tej reakcji [68].

Doniesienia odnośnie wpływu krótkiego dnia na tworzenie bulw następczych przez mieczyki nie są jednoznaczne. Według badaczy japońskich [1, 22, 29] i innych [58] warunki takie, stworzone roślinie przed lub tuż po kwitnieniu, nie wpływają na grubienie podstawy pędu zarówno u roślin uzyskanych z dużych bulw, jak i bulwek przybyszowych, jednakże autorzy ci nie śledzili dynamiki wzrostu bulwy i jedyny pomiar ich wielkości dokonywany był w momencie zbioru, 40—50 dni po kwitnieniu. Według Cohata [4] krótki 8,5 godz. dzień, stosowany od momentu skiełkowania bulw przyspiesza moment zapoczątkowania tuberyzacji, ale wzrost bulwy zostaje zakończony wcześniej. Krótki dzień przyspiesza też rozwój całej rośliny, powierzchnia liści jest zmniejszona, co w rezultacie zmniejsza ostateczną wielkość bulw wytworzonych przez mieczyki rosące cały czas w warunkach krótkiego dnia. Wydaje się, w oparciu o podobne obserwacje Tsukamoto i Yagi [59], że wpływ fotoperiodu na tuberyzację może być pośredni. Krótki dzień, skracając wegetację roślin, przyspiesza również powstawanie bulwy, wywołując natomiast zaburzenia w kwitnieniu i papierowaceniu kwiatów. Krótki dzień ma jednoznacznie korzystny wpływ na powstawanie bulwek przybyszowych [4, 5]. Za-

stosowany bądź od momentu skielkowania czy w okresie bezpośrednio poprzedzającym kwitnienie lub też po nim [22] zwiększa plon bulwek zarówno w przypadku roślin uzyskanych z dużych bulw, jak i drobnych bulwek przybyszowych, niezdolnych w pierwszym roku do kwitnienia. Według Esashi obecność merystemu wierzchołkowego w grubiejącej części organu *Begonia ewansiana* jest konieczna, by fotoperiod mógł oddziaływać indukcyjnie na tuberyzację. Wydaje się, że podobna zależność występuje również w przypadku mietczyka. Bulwy przybyszowe mietczyka powstają w apikalnej części rosnących stolonów, stąd wyraźnie ujawnia się wpływ krótkiego dnia, natomiast bulwa następcza powstaje wskutek grubienia podstawy pędu, gdzie nie występuje merystem wierzchołkowy, a więc efekt fotoperiodu jest ograniczony.

Wpływ fotoperiodu na powstawanie bulwek przybyszowych jest bardziej wyraźny w przypadku roślin uzyskanych z bulw zdolnych do kwitnienia, niż tych, które wyrosły z bulwek przybyszowych i nie kwitną w danym sezonie wegetacyjnym. U tych pierwszych rozwój stolonów zachodzi w okresie kwitnienia roślin, a więc wtedy, gdy poddawano je w warunkach eksperymentalnych oddziaływaniu krótkiego fotoperiodu, natomiast w przypadku roślin z bulw przybyszowych, nie kwitnących, proces powstawania stolonów rozpoczyna się wcześniej i wiele bulwek było już uformowanych w momencie rozpoczęcia się krótkiego dnia [22]. Wcześniejsze poddanie roślin działaniu krótkiego fotoperiodu (od momentu skielkowania) przyspieszyło w badaniach Cohata [4] wybijanie stolonów o 4—5 tygodni.

**Temperatura.** Umiarkowane temperatury ok. 20°C po okresie kwitnienia mietczyka stymulują wzrost bulw i bulwek w porównaniu z temperaturą 25—30°C [1, 23]. Podobne wyniki uzyskano w przypadku ziemniaka i begonii. Także powstawanie bulw u *Helianthus tuberosus* w kulturach *in vitro* jest lepsze przy obniżonej temperaturze [32]. Gdy noce są chłodne, tuberyzacja słodkiego ziemniaka zachodzi bez względu na długość dnia. Dla praktyki zaleca się [27, 29] opóźnienie terminu sadzenia mietczyków do gruntu, by okres formowania się bulw następczych i przybyszowych przypadła na okres krótkiego dnia oraz niższych temperatur, szczególnie nocą.

### *Rola bulw matecznych w indukcji tuberyzacji*

Zjawisko tuberyzacji przebiega zwykle w dwóch etapach. W pierwszym okresie dany organ pod wpływem warunków zewnętrznych nabiera zdolności do tuberyzacji — jest to faza indukcji i nic jeszcze nie wyróżnia organu, który ulegnie przekształceniu w bulwę [28]. Inicjacji bulw

natomiast towarzyszy u wielu gatunków zmiana polarności wzrostu organu, który ulegnie przekształceniu i po ustaniu lub silnym zahamowaniu wydłużania następuje rozrastanie się zainicjowanych bulw i magazynowanie w ich parenchymie substancji zapasowych, tworzonych z metabolitów syntetyzowanych przez roślinę. Szybkość tuberyzacji zależy również od warunków przechowywania bulw, tj.: od temperatury i czasu jej oddziaływania. Według Madec [33] w trakcie przechowywania zachodzą w bulwach ziemniaka przemiany fizjologiczne, które zwiększają gotowość pąków do tuberyzacji. Oddziaływanie bulwy matecznej na proces tuberyzacji sumuje się z indukcją wywołaną przez liście. W krańcowym przypadku może nastąpić w przechowalni samoistna tuberyzacja przy braku ulistnienia — nowe bulwy tworzą się bezpośrednio na bulwie, tak w przypadku ziemniaka, jak frezji czy mieczyka.

Podobnie jak u ziemniaka, tuberyzacja mieczyka wydaje się być zależna od działania wywieranego przez dwa organy: aparat nadziemny wrażliwy na fotoperiod i temperaturę podczas wzrostu oraz bulwę mateczną, której oddziaływanie zależy do warunków przechowywania. Rola wymienionych organów może być większa lub mniejsza, np. tuberyzacja może być zależna tylko od liści w przypadku bulwek przybyszowych, a wyłącznie od bulwy matecznej, gdy proces tuberyzacji zachodzi w ciemności. W praktyce oba te działania występują łącznie i tuberyzacja jest najszybsza, gdy rośliny z bulw przechowywanych w wysokich temperaturach uprawia się przy krótkim dniu [4]. Z drugiej jednak strony, tak u ziemniaka, jak i mieczyka, istnieje pewien antagonizm między wzrostem wegetatywnym a tuberyzacją. W efekcie, szybkiej tuberyzacji odpowiada redukcja aparatu wegetacyjnego, zarówno gdy powstanie bulw zachodzi pod wpływem bodźca przekazywanego z liści, jak i oddziaływania bulwy matecznej.

Wysokie temperatury w trakcie przechowywania bulw mieczyka nie tylko przyspieszają tuberyzację, ale i zwiększają plon bulw następczych, powodując lepsze ich wypełnianie się. Według Cohata i Le Narda [3] bulwy następcze uzyskane z bulw matecznych przechowywanych w 20—30°C są większe i cięższe, gdyż złożone są z większej, niż normalnie, liczby międzywęźli.

#### *Konkurencja o asymilatę między kwiatostanem a bulwą*

Bulwa następcza zostaje zainicjowana w momencie powstawania pierwszych zawiązków kwiatów, ale jej intensywny wzrost następuje po okresie kwitnienia. Bulwy roślin, w których zasechł kwiatostan, są większe niż u roślin normalnie kwitnących. Im wcześniej następuje zjawisko papie-

rowacenia, tym szybciej zaczyna rosnać organ podziemny [47]. Te zjawiska wskazują na istnienie dwóch akceptorów konkurujących o asymilaty, aktywnych w różnych okresach rozwoju mieczyka. Do momentu kwitnienia większość asymilatów odprowadzana jest do kwiatostanu, przy czym udział poszczególnych liści w zaopatrzeniu kłosa kwiatostanowego zależy od ich wieku oraz odległości od zlewni. Początkowo dolne, starsze liście, osadzone w węzłach bulwy, eksportują więcej metabolitów do kwiatów, natomiast w okresie przed kwitnieniem wyrosnięte już wtedy liście pędowe przejmują tę funkcję. Doświadczenia z radioaktywnym  $\text{CO}_2$  wykazały, że procent metabolitów przemieszczanych w tym czasie do podziemnego organu jest niższy, od 40% w doświadczeniu Ginzburga [9] do 11% w pracach Robinsona i wsp. [44]. Duże rozbieżności w wynikach określających siłę przyciągania zlewni w okresie kwitnienia, jaką jest bulwa, wynikają z różnych warunków zewnętrznych (fotoperiod, temperatura) i użycia przez autorów różnych odmian. Po przekwitnięciu bulwa staje się bardziej aktywnym metabolicznie centrum, przy czym nie wyjaśniono jednoznacznie, czy staje się to wskutek wzrostu jej siły przyciągania jako nowej zlewni, czy raczej zmniejszenia się konkurencji ze strony kwiatostanu. Stres wodny zmniejsza eksport asymilatów z liści, przy czym doświadczenia ze znakowanym  $\text{CO}_2$  wykazały większy ujemny wpływ stresu na asymilację dwutlenku węgla niż na translokację metabolitów [45]. Ogólna radioaktywność roślin poddanych warunkom stresu wynosiła tylko 28% radioaktywności stwierdzonej w dobrze podlewanych roślinach, podczas gdy eksport znakowanych związków z liścia — dawcy spadł o niecałe 50%. Pod wpływem stresu zmienia się również kierunek dystrybucji asymilatów, spada ich ilość dostarczana do kwiatostanu na rzecz bulwy. Związane jest to z wyższym potencjałem wodnym w bulwach w porównaniu z częścią nadziemną rośliny. Umieszczona w głębi ziemi bulwa nie jest bezpośrednio narażona na czynniki zewnętrzne odciągające wodę z tkanek do atmosfery, ma mniejszą powierzchnię, nie posiada szparek i zabezpieczona jest łuskami okrywającymi, a nadto znajduje się w bliskim sąsiedztwie korzeni zaopatrujących roślinę w wodę. Przyjmuje się, że wzrost jest najbardziej wrażliwy na minimalny nawet spadek potencjału wodnego tkanki. Wydaje się, że roślina znajdująca się w warunkach stresu wodnego ma zahamowany wzrost kłosa kwiatostanowego zależny od stanu turgoru, wskutek czego zmniejsza zdolność przyciągania asymilatów i opóźnia translokację z liści. Już w warunkach minimalnego stresu (potencjał wodny —3,8 do —6,0 bara) następuje u mieczyka pewne przesunięcie w dystrybucji asymilatów kosztem kwiatostanu na rzecz bulwy, która ma wyższy potencjał wodny. Rezultatem stresu wodnego jest w praktyce obniżenie się plonu kwiatów przy niezmiennym, czy nawet podwyższonym plonie bulw.

Stwierdzenie istnienia konkurencji między kwiatostanem a bulwą u mieczyka doprowadziło do opracowania praktycznych zaleceń zależnych od celu uprawy. Chcąc uzyskać duży plon bulw, próbowano usuwać kwiatostany jeszcze przed rozwojem kwiatów celem przyspieszenia dystrybucji asymilatów do organów podziemnych mieczyka. Roberts i Milbrath [43] stwierdzili, że usuwając kwiatostany późno kwitnących odmian uzyskuje się zwiększenie plonu bulw, podczas gdy u odmian wczesnych zabieg ten nie daje pozytywnych rezultatów. Halevy i Monselise [cyt. za 27] działając w podobny sposób nie uzyskali zwiększenia plonu bulw następczych, nastąpiło natomiast dwukrotne zwiększenie ilości bulw przybyszowych. Ostatnie prace badaczy japońskich, Imanishi i Maenaka [27] wykazały, że usunięcie kłosa w momencie, gdy pojawia się między liśćmi, przyspiesza formowanie się bulwy następczej, ale ma niewielki wpływ na jej ostateczną wielkość i jest tym mniej wyraźny, im później następuje zbiór bulw. Takim zabiegiem tłumaczą oni reakcję odmianową stwierdzoną przez Roberta i Milbratha, w doświadczeniu których efekt usunięcia kłosów zacieśniał się u odmian wczesnych, u których upływał znacznie dłuższy czas od zabiegu do zbioru, niż u odmian kwitnących późno, a wykopywanych w tym samym terminie. Zabieg usuwania kwiatostanu powinien być wykonywany wcześnie, tak jednak, by nie uszkadzać przy tym liści, co zmniejszyło by powierzchnię asymilacyjną. Doświadczenia wykazały, że najbardziej skutecznym sposobem jest opryskanie roślin regulatorami wzrostu (auksyna, Ethrel, morfaktyna) zanim kwiatostan ukaże się pomiędzy liśćmi [23].

Rośliny, które nie wytworzyły kwiatostanu, dają również większy plon bulwek przybyszowych [23, 27]. Usunięcie kwiatostanów zwiększa liczbę dolnych stolonów i przyspiesza grubienie wierzchołków stolonów II rzędu [23].

Redukcja powierzchni liści znacznie obniża plon bulw i bulwek, który bywa ograniczony o 30—50% w przypadku uprawy mieczyków na kwiat cięty, gdy pędy ścina się z 3—4 liśćmi, pozostawiając 4—5 liści na roślinie [66]. W USA były próby mechanizacji zbioru mieczyków przez koszenie pól 3—4 dni po zbiorze pierwszych kwiatów. Ścinanie roślin na wysokości 12, 24 czy 36 cm nad powierzchnią ziemi ograniczało plon bulw odpowiednio o 76, 65 i 39%, a ogólną masę bulwek przybyszowych o 92, 62 i 22%. Tylko koszenie na wysokości 28 cm zapewniało prostą reprodukcję bulw o średnicy 3,8 cm, które mogły kwitnąć w następnym roku. Przy tak wysokim koszeniu pogarszała się również jakość kwiatów wskutek niewystarczającej ich długości i wydaje się, że do tak zmechanizowanego zbioru nadawałyby się tylko wysokie i silnie rosnące odmiany.

### *Wpływ hormonów roślinnych na wzrost i rozwój mieczyka*

Obecność giberelin stwierdzono zarówno w liściach [12, 55], jak i bulwach mieczyka [14, 55]. Warunki, które sprzyjają papierowaceni kwiatów mieczyka, powodują spadek poziomu endogennych giberelin w liściach. Z kolei opryskanie roślin  $GA_3$  w stadium wzrostu elongacyjnego pędu stymuluje wzrost i polepsza kwitnienie roślin rosnących w warunkach niskiej intensywności światła [15]. Znamienne, że mieczyk jest jednym z rzadkich przypadków w którym retardant wzrostu CCC stymuluje wzrost rośliny. Zwiększenie długości pędu oraz liczby kwiatów w kłosie obserwowano nie tylko w trakcie eksperymentów, ale także w praktyce i stosowanie CCC jest zalecane w Izraelu w uprawie polowej mieczyka [12]. W badaniach Shillo i Halevy'ego [12] retardant ten powodował także wzrost zawartości chlorofilu w liściach i antocjanów w kwiatach, a więc w świetle tych wyników wpływ CCC na syntezę pigmentów nie może być związany tylko z redukcją wzrostu roślin. CCC znacznie zwiększał poziom endogennych giberelin we frakcji wodnej, chociaż nie miał większego wpływu na poziom wodnych giberelin. I w tym więc względzie występują różnice w oddziaływaniu CCC na mieczyki, zwykle bowiem obserwuje się spadek zawartości giberelin w roślinach, których wzrost jest hamowany przez retardant.

Zarówno  $GA_3$  jak CCC stymulują translokację znakowanych asymilatów do kwiatostanu kosztem bulwy, przy czym wpływ giberelin jest większy [7]. W okresie szybkiego wzrostu kwiatostanu 2—3-krotnie więcej asymilatów była doń kierowana pod wpływem  $GA_3$ , natomiast sucha masa bulwy u roślin traktowanych  $GA_3$  wynosiła 75% masy bulw roślin kontrolnych. Giberelina inhibowała również wzrost bulwek przybyszowych. Oba regulatory wzrostu stymulują w większym stopniu nagromadzenie się zarówno w kwiatostanie, jak w bulwie, związków wielkocząsteczkowych, nierozpuszczalnych w alkoholu, niż frakcji związków rozpuszczalnych.

Egzogenny kwas abscysynowy nie wpływa na dystrybucję asymilatów u mieczyków, a poziom endogennego ABA nie zmienia się u roślin poddanych warunkom stresu wodnego, które powodują obniżenie się potencjału wodnego w kwiatostanie i zahamowanie jego wzrostu elongacyjnego [43]. Zastosowanie Ethrelu ogranicza wzrost kłosa, a stymuluje powiększanie się bulwy następczej, nie występuje jednak korelacja między stanem uwodnienia rośliny a intensywnością biosyntezy etylenu przez tkanki. Wydaje się, w świetle tych wyników, że ani etylen, ani ABA nie modyfikują dystrybucji asymilatów ani wzrostu mieczyka w warunkach stresu wodnego, choć u wielu roślin obserwuje się wzrost poziomu tych

Tabela 2

Wpływ regulatorów wzrostu zastosowanych w formie moczenia bulw przez 24 godz. przed wysadzeniem na rozwój i kwitnienie mietczyków. Rośliny wysadzono 1 maja [56].

Kombinacja	Wysokość roślin (cm)	Długość kłosa (cm)	Liczba kwiatów	Liczba dni do kwitnienia
Kontrola	109,4 3,3*	37,7 1,5	9,5 0,3	85,2 2,0
Kinetyna 25 ppm	111,7 2,3	39,2 1,9	10,0 0,4	88,0 1,9
100 ppm	103,4 4,5	33,8 2,7	8,8 0,7	99,8 2,6
500 ppm	96,1 4,0	30,3 2,8	7,4 1,0	108,0 2,8
BPA 25 ppm	104,8 4,0	31,0 2,5	8,4 0,6	104,2 3,5
100 ppm	104,0 4,9	31,8 3,7	7,3 0,9	103,8 6,1
500 ppm		rośliny nie wykiełkowały		
IAA 25 ppm	116,1 2,1	39,7 2,1	10,1 0,4	79,5 0,9
100 ppm	115,2 2,8	40,6 1,3	10,1 0,3	80,5 0,9
500 ppm	114,3 3,5	41,6 2,3	10,1 0,5	88,5 2,1
IBA 25 ppm	116,4 1,8	41,4 1,1	10,1 0,9	80,6 1,0
100 ppm	113,6 2,6	41,6 1,2	10,6 0,4	84,4 1,5
500 ppm	112,2 3,4	39,9 2,1	10,0 0,3	93,6 1,6
GA <sub>3</sub> 25 ppm	105,0 1,5	35,1 1,6	9,0 0,4	84,2 1,7
100 ppm	104,1 2,2	36,6 1,8	9,3 0,4	81,5 1,8
500 ppm	99,1 2,6	32,8 1,6	9,0 0,4	71,9 1,4
CCC 25 ppm	110,4 2,4	37,5 1,5	9,4 0,5	84,4 1,9
100 ppm	107,2 2,3	35,6 2,1	8,9 0,5	84,0 1,0
500 ppm	110,6 3,5	38,4 2,2	9,6 0,5	83,6 1,7

\* Błąd standardowy przy poziomie ufności  $P=0,95$



hormonów, a inhibujący wpływ etylenu na wzrost jest dobrze udokumentowany.

Egzogenne regulatory wzrostu indukują tworzenie się korzeni kurczliwych [13]. Ich liczba jest u mietczyka odwrotnie zależna od głębokości sadzenia bulw i poniżej pewnej głębokości korzenie te nie powstają. Z badań Halevy'ego wynika, że istnieją dwa mechanizmy regulujące ten proces: jeden to wahania temperatury w strefie inicjacji korzeni, drugi to światło, na które wrażliwe są tylko górne liście pochwiaste, których wierzchołki wyrastają ponad powierzchnię ziemi. Żaden z egzogennych regulatorów wzrostu nie indukował powstawania korzeni kurczliwych rosnących w ciemności. W przypadku roślin uprawianych na świetle w warunkach stałej temperatury, auksyna, kwas giberelinowy oraz daminozyd (retardant wzrostu) stymulowały powstawanie korzeni, a ABA opóźniał ich wyrastanie.

Regulatory wzrostu znajdują również zastosowanie w intensyfikacji rozmnażania mietczyka. Moczenie bulw, będących w stanie spoczynku, w roztworze Ethrelu zwiększało plon bulw następczych, a jeszcze bardziej bulwek przybyszowych [13]. Łączne zastosowanie Ethrelu z fungicydami (TBZ i benomyl) zwiększyło o 60% plon bulw następczych i o ponad 110% plon bulwek przybyszowych w eksperymentach wykonanych przez Magie [34]. W obu przypadkach uważa się, że wpływ ethrelu jest pośredni, a wzrost plonu wynika ze zwiększonej zdrowotności bulw, gdyż związek ten zwiększa wrażliwość bulw na działanie fungicydu.

Użycie odpowiednich hormonów jest konieczne w przypadku rozmnażania mietczyków *in vitro*.  $GA_3$  inhibuje tworzenie się bulwek przybyszowych mietczyka w kulturach *in vitro*, stymulując jednocześnie elongację stolonów, podobnie jak u ziemniaka [7]. Ginzburg [7] i Hussey [21] indukowali tuberyzację eksplantatów za pomocą cytokinin. Obecność cytokinin w pożywce jest konieczna dla różnicowania się pędów, zarówno przy produkcji roślin mietczyka z kultur kalusa, jak i z merystemów pąków bocznych [69, 70, 21]. Hussey [21] stwierdził, że poziom benzyloadeniny w pożywce jest odwrotnie proporcjonalny do naturalnej intensywności rozmnażania się danej odmiany, a brak cytokininy prowadzi do wejścia eksplantatów w stan spoczynku. Dla wytworzenia korzeni przez wyrastające pędy, w podłożu musi występować auksyna, w przypadku mietczyka NAA [69, 70, 21].

#### LITERATURA

1. Asahira T., Imanishi H., Tsukamoto Y.: Mem. Coll. Agric., Kyoto Univ., N. 96: 21—34, 1968.
2. Apte S.S.: Meded. Landbouwhoges. Wageningen, 62 (5): 1—47, 1962.
3. Cohat J., Nard M.Le.: Ann. Amélior. Plantes, 18 (3): 287—302, 1968.

4. Cohat J.: *Ann. Amélior. Plantes*, 24 (1): 13—24, 1974.
5. Cohat J.: 1978. *Les recherches sur les plantes florales à bulbes en France*. INRA: 1—64, 1978.
6. Ginzburg C.: *J. Exp. Bot.*, 24 (80): 558—566, 1973.
7. Ginzburg C.: Hormonal regulation of cormel dormancy in *Gladiolus*. *Proc. 8th Intern. Conf. on Plant Growth Substances*, Tokyo, 864—870, 1974.
8. Ginzburg C.: *Pl. Sci. Letters*, 2: 133—138, 1974.
9. Ginzburg C.: *J. Exp. Bot.*, 25 (89): 995—1003, 1974.
10. Grabowska B.: *Mieczyki*. PWRiL, Warszawa, 1986.
11. Groen N.P.A., van de Rotten L.A.J.M.: *Acta Hort.* 109: 117—124, 1980.
12. Halevy A.H., Shillo R.: *Physiol. Plant.*, 23: 820—827, 1970.
13. Halevy A.H., Shillo R., Simchon S.: *J. Hort. Sci.*, 45: 427—434, 1970.
14. Halevy A.H., Simchon S., Shillo R.: Changes in free and two forms of bound gibberellins in the various stages of dormancy of gladiolus corms. *Proc. 8th Intern. Conf. on Plant Substances*, Tokyo, 64—74, 1973.
15. Halevy A.H.: Light energy flux and distribution of assimilates as factors controlling the flowering of flower crop. *Proc. 19th Intern. Congr.*, Warsaw, 1974, 2: 125—134, 1975.
16. Hartsema A.: *Periodieke ontwikkeling van Gladiolus hybridus var. Veruvius*. *Kon. Akad. Wet. Verhand. (tweede Ser.)*, 36: 1—35, 1937.
17. Hartsema A.: 1961. Influence of temperature on flower formation. *Gladiolus*. *Encyclopedia of Plant Physiology XVI*: 154—155, 1961.
18. Hemberg T.: *Physiol. Plant.*, 23: 850—858, 1979.
19. Hosoki T., Hinra H., Hamada M.: *Hort. Sci.*, 20 (2): 290—291, 1985.
20. Hosoki T.: *Hort. Sci.*, 19 (5): 700—701, 1984.
21. Hussey G.: *Scientia Hort.*, 6: 287—296, 1977.
22. Imanishi H., Sasaki K., Oe M.: *Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B*, 22: 7—17, 1970.
23. Imanishi H.: *Studies on corm production in gladiolus*. *Rozprawa doktorska*, Osaka, 1974.
24. Imanishi H.: *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 50 (1): 92—99, 1981.
25. Imanishi H.: *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 50 (3): 335—362, 1981.
26. Imanishi H.: *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 50 (4): 503—510, 1982.
27. Imanishi H., Maenaka H.: *Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B*, 38: 25—34, 1986.
28. Jolivet E.: *Ann. Physiol. Veg.*, 11 (3): 265—301, 1969.
29. Kosugi K.: *Mem. Fac. Agr. Kagawa Univ.*, N. 11: 1—69, 1962.
30. McKay M., Byth D.E., Tommercup J.A.: *Scientia Hort.*, 14: 77—92, 1981.
31. McKay M., Tommercup J.A., Blyth D.E.: *Scientia Hort.*, 14: 367—375, 1981.
32. Łukaszewska A., Tonecki J.: *Post. Nauk Roln.*, 1: 3—21, 1983.
33. Madec P.: *Ann. Amélior. Plantes*, 6: 151—169, 1956.
34. Magie R.O.: *Hort. Sci.*, 6 (4): 351—352, 1971.
35. Magie R.O.: *Acta Hort.* 47: 267—276, 1975.
36. Meeteren van P. i in.: Possibilities to force miniature gladiolus year round? *Acta Hort.*, in press 1986.
37. Le Nard M.: 1983. Physiology and storage of bulbs: concepts and nature of dormancy in bulbs. *Post-harvest physiology and crop preservation*. Ed. M. Lieberman, N. York, Plenum Press, 191—230, 1983.
38. Paulin A.: *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 47: 953—957, 1961.

39. Pfeiffer N.E.: *Contr. Boyce Thomp. Inst.*, 3: 173—195, 1931.
40. Pasterkamp H.P.: *Uitbreiding aantal gladiole cultivars voor vervroeging in kas. Vakblad voor de Bloemisterij*, 49: 50—51, 1984.
41. Raja Rao T., Murti G.S.R., Challa P.: *Ann. Bot.*, 52: 703—710, 1983.
42. Rees A.R.: 1975. *The growth of bulbs. Academic Press, London and New York*, 1975.
43. Roberts A.N., Milbrath J.A.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 43: 319—322, 1943.
44. Robinson N. i in.: *Ann. Bot.*, 45: 113—122, 1980.
45. Robinson M. i in.: *Ann. Bot.*, 51: 461—468, 1983.
46. Ryan G.F.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 65: 463—471, 1955.
47. Shillo R., Halevy A.H.: *Scientia Hort.*, 44: 79—86, 1976.
48. Shillo R., Halevy A.H.: *Scientia Hort.*, 4: 131—137, 1976.
49. Shillo R., Halevy A.H.: *Scientia Hort.*, 4: 139—146, 1976.
50. Shillo R., Halevy A.H.: *Scientia Hort.*, 4: 147—155, 1976.
51. Shillo R., Halevy A.H.: *Scientia Hort.*, 4: 157—162, 1976.
52. Shillo R., Simchon S.: *Scientia Hort.*, 1: 57—62, 1973.
53. Shillo R., Valis G., Halevy A.H.: *Scientia Hort.*, 14: 367—375, 1981.
54. Simchon S., Shillo R., Halevy A.H.: *J. Hort. Sci.*, 47: 505—508, 1972.
55. Tonecki J.: *Acta Hort.*, 68: 167—178, 1977.
56. Tonecki J.: *Acta Hort.*, 91: 201—206, 1979.
57. Tonecki J.: *Acta Hort.*, 109: 347—355, 1980.
58. Tonecki J.: *Ogrodnictwo*, 1: 16—18, 1980.
59. Tsukamoto Y., Yagi M.: *Pl. Cell Physiol.*, Tokyo, 1: 224—230, 1960.
60. Tsukamoto Y., Yazawa S.: *Environ. Control in Biol.*, 11: 157—164, 1973.
61. Tsukamoto Y., Konoshima M.: *Physiol Plant.*, 26 (2): 244—249, 1972.
62. Tsukamoto Y.: *Acta Hort.*, 43: 393—404, 1973.
63. Tsukamoto Y.: *Coll. Agric.*, Kyoto Univ., 1974.
64. Wassink E.C.: *Meded. Landboughogesch. Wageningen*, 63 (16): 1—8, 1963.
65. Wassink E.C.: *Meded. Landboughogesch. Wageningen*, 65 (15): 1—21, 1965.
66. Wilfret G.J., Raulston J.C.: *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 99 (1): 38—40, 1974.
68. Vince-Prue D.: *Photoperiodism in plants. Ed. Mc. Graw Hill*, 1975.
69. Ziv M.: *Scientia Hort.*, 11: 257—260, 1979.
70. Ziv M., Halevy A.H., Shillo R.: *Ann. Bot.*, 34 (136): 671—676, 1970.

Materiały nadesłano do redakcji w grudniu 1987 r.

# PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE POLECA

PROF. DR EWALS SASIMOWSKI, PROF. DR MARIAN BUDZYŃSKI

## ŻYWIENIE KONI

Nakład 10 000 egz., stron 384, cena zł 600,—

Jest to wydanie drugie poprawione i uzupełnione. Autorzy opracowali zasady żywienia koni na podstawie wielu własnych prac i doświadczeń a także danych zasięgniętych z literatury zagranicznej. Książka składa się z jedenastu rozdziałów. Na wstępie Autorzy informują o fizjologii, anatomii i biochemii koni.

Następnie podano charakterystykę pasz stosowanych w żywieniu koni. Zaznaczono specyfikę żywienia koni w porównaniu z innymi zwierzętami co decyduje o specjalnych wymogach stawianym paszom przeznaczonym dla koni. Podkreślono także na niższy współczynnik strawności pasz co trzeba uwzględniać przy opracowaniu dawek pasz.

Omówiono różnego rodzaju pasze i tak: pasze z użytków zielonych i ich rolę w żywieniu koni, następnie zastosowanie roślin okopowych, skład i wartość pokarmową zbóż, nasiona roślin strączkowych, oleistych, pasze pochodzenia zwierzęcego, mieszanki trściwe, mineralne i witaminowe.

Dalszy krótki rozdział zawiera cenne informacje odnośnie znaczenia wody i zasad pojenia. Omówiono i podano cechy wody, jej skład a także wpływ na zdrowotność koni.

W następnym rozdziale Autorzy przedstawili urządzenia do przyrządzania i zadawania pasz w stajni i poza stajnią. Posłużyli się licznymi rysunkami obrazującymi maszyny do rozdrabniania pasz objętościowych, treściwych, urządzenia do parowania i zwilżania pasz oraz urządzenia do zadawania pasz w stajni i poza stajnią, a także urządzenia do pojenia.

Dalej podano przygotowanie pasz dla koni oraz omówiono najważniejsze czynniki decydujące o pobieraniu pasz przez konie. Przy wyborze pasz należy pamiętać o ustalonych dla danego rodzaju konia normach. Przykłady podano w tabelach.

W dalszych rozdziałach omówiono żywienie różnych grup koni. Przedstawiono zapotrzebowanie pokarmowe dla ogierów, żywienie klaczy w okresie stanówki, w okresie ciąży, karmienie zwierząt, żywienie odsadków. Autorzy podali zalecane zestawy paszowe stosowane w stadninach państwowych i hodowli terenowej.

W końcowych rozdziałach omówiono żywienie koni roczniaków, dwulatków, młodych koni w treningu, koni wyścigowych, wierzchowo-spacerowych, sportowo-wyczynowych, pracujących w lekkim zaprzęgu, koni pociągowych, rzeźnych a także żywienie koni chorych, u których wystąpiły różnego rodzaju schorzenia na skutek niewłaściwego żywienia (morzysko, ochwat, mięśniochwat, zatrucia itp.). Podano przykłady dawek stosowanych u nas w kraju a także za granicą.

W końcowej części publikacji Autorzy proponują wprowadzenie treściwych mieszanek przemysłowych dla różnych rodzajów koni hodowlanych i użytkowych.

Publikacja przeznaczona jest dla studentów akademii rolniczych również dla specjalistów z wyższym wykształceniem a także jest doskonałą pomocą dla wszystkich hodowców i użytkowników koni.