Badania nad wpływem czynników chemicznych i fizycznych na zwiększenie współczynnika rozmnażania wegetatywnego bulw frezji

Cz. I. Pobudzanie do rozwoju pąków pachwinowych bulw

The effect of chemical and physical factors on increasing of the coefficient
of vegetative propagation of freesia corms

Part I. Stimulation of the axillary buds of corms to development

K. KUKULCZANKA

Frezja jako nowa roślina w uprawie, o dużych walorach estetycznych i o dużym znaczeniu ekonomicznym, jest obecnie przedmiotem wszechstronnych badań [32, 33, 34, 36, 50].

Wraz ze wzrostem produkcji frezji na kwiat cięty wzrasta zapotrzebowanie bulw jako materiału sadzeniowego. Produkcja bulw frezji stanowi szereg zagadnień naukowych, aktualnie rozwiązywanych. Mansour [42] stosując wyższe temperatury, długi dzień i dużą intensywność światła uzyskał większe bulwy frezji, natomiast w niższych temperaturach, w krótkim dniu i przy mniejszej intensywności światła frezja tworzyła większą liczbę bulwek przybyszowych. W uprawie letniej ciężar bulw i bulwek frezji był wyższy, niż w uprawie zimowej.

Pobudzanie do rozwoju uśpionych pachwinowych pąków, występujących w pachwinach łusek okrywających bulwy frezji, stwarza możliwość zwiększenia współczynnika rozmnażania wegetatywnego. W niniejszych badaniach zastosowano ponad 20 różnych czynników do pobudzenia rozwoju pachwinowych pąków frezji, z których kilka wykazuje pożądaną efektywność.

Dominacja apikalna pędu roślin zielnych i drzewiastych utrzymuje w uśpieniu pąki boczne niżej położone [8, 41, 61]. Toteż usunięcie pąka wierzchołkowego i spowodowanie zmian w zawartości auksyn w roślinie, jak i różne czynniki fizyczne czy chemiczne mogą pobudzić do rozwoju pąki boczne [8, 9, 41].

Podjęte w 1964 roku badania nad współczynnikiem wegetatywnego rozmnażania frezji miały na uwadze aspekt praktyczny, możliwość szybkiego rozmnożenia nowo wyhodowanych poliploidalnych odmian *Freesia*

hybrida, rozmnażanych wyłącznie wegetatywnie, a odznaczających się na ogół małą zdolnością tworzenia przybyszowych bulwek.

Frezja jest byliną z rodziny *Iridaceae* o jednorocznej bulwie podziemnej będącą zgrubiałą, nasadową częścią ortotropowego pędu głównego [56]. Po zakończeniu wzrostu pędu frezji i obumarciu części nadziemnych, w glebie pozostaje bulwa o ograniczonym wzroście wierzchołkowym. Bulwa w stanie spoczynku jest pokryta łuskami stanowiącymi resztki liści nasadowych. Tego rodzaju bulwy pokryte łuskami, w przypadku bulw mieczyka i frezji, w polskiej terminologii mają różne nazwy, a mianowicie bulwocebule, łuskobulwy i według Łukasiewicza [40] bulwy ołuszczone. W niniejszej pracy przyjęto termin bulwa.

Po zbiorze bulwy frezji są w stanie spoczynku, to jest niezdolne do kiełkowania. Uczni holenderscy [26, 27, 50] stwierdzili, że bulwy frezji uzyskują zdolność kiełkowania wówczas, gdy przechowuje się je przez okres około 3 miesięcy w temperaturze 20—33°C. Niezbędny okres do osiągnięcia zdolności kiełkowania zależny jest również od odmiany frezji, wielkości bulw i warunków dojrzewania ich w glebie [36, 50]. Przyspieszenie kwitnienia frezji wymaga przechowywania bulw w ciągu 3 miesięcy w temperaturze 28—31°C, przy wilgotności względnej powietrza 65—80%, następnie wymaga przechłodzenia ich w ciągu 4—6 tygodni w temperaturze 9°C i 13°C [26, 27, 33, 50].

Bulwy frezji przechowywane w temperaturze 13°C lub w granicach od 5°C do 17°C tworzą bulwy wtórne ponad bulwą macierzystą bez wytworzenia części nadziemnej pędu [34, 36, 50]. Curtis i Clark [9] określili to zjawisko, jako częściowe przerwanie spoczynku. Dla określenia tego zjawiska w różnych językach przyjęło się używać termin „przepoczwarczenie bulw”. Bulwy przechowywane w temperaturze 1—5°C nie ulegają przepoczwarczeniu i pozostają w stanie spoczynku.

Nowa bulwa zwana bulwą wtórną [9] rozwija się ponad bulwą macierzystą (ryc. 1). Już wkrótce po wybiciu pędu z bulwy frezji, można zaobserwować zgrubienie u nasady pędu, będące zaczątkiem nowej bulwy. Właściwy wzrost i rozwój rośliny zależy w dużym stopniu od równoczesnego wytworzenia u nasady nowo powstającej bulwy pierwszego korzenia [36, 50]. Jeśli z bulwy macierzystej rozwija się więcej jak jeden pąk, to wszystkie rozwijające się pędy początkowo korzystają z zapasów pokarmowych bulwy macierzystej, i w tym przypadku istotne dla dalszego rozwoju jest usamodzielnienie się poszczególnych roślin przez wytworzenie własnego systemu korzeniowego. Po wysadzeniu bulwy macierzystej, korzenie wyrastają z jej nasady.

Podczas rozwoju rośliny u nasady bulwy wtórnej rozwijają się bulwki przybyszowe.

Pierwotne formy frezji, jak np. *Freesia refracta* oraz rasy i odmiany diploidalne *Freesia hybrida* tworzą bulwy prawie kuliste, natomiast odmiany poliploidalne, mające największe znaczenie w racjonalnej produkcji frezji, tworzą bulwy podługne. Duże, kuliste bulwy odmian di-

Ryc. 1. Bulwa odmiany 'Rood-rose' *Freesia hybrida*

A — z pozostawionym pakiem głównym, przed wysadzeniem; B — z usuniętym pakiem głównym w czasie wzrostu

ś. w — ślad po wierzchołku wzrostu; p. gl. — pak główny; ś. p. gl. — ślad po paku głównym; p. pach. — paki pachwinowe; pd. — wybijający pęd; ś. ł. — ślady nasad łusek; n. b. — nowo tworząca się bulwa; 1. k. — 1-szy korzeń; z. k. — zaczątki korzeni; k. — korzenie

Fig. 1. Corm of *Freesia hybrida* 'Rood-rose'

A — with the main bud; B — without the main bud

ś. w. — scar of the apex; p. gl. — main bud; ś. p. gl. — scar of main bud which was removed; p. pach. — axillary buds; pd. — sprouting shoot; ś. ł. — scars of husks; n. b. — new forming corm; 1. k. — 1-th root; z. k. — roots primordia; k — roots

ploidalnych i tylko nielicznych odmian poliploidalnych ('Prinses Marijke', 'Pimpernel') mogą wykształcić 1—3 paków zdolnych do rozwoju, położonych najbliżej wierzchołka bulwy. Natomiast podługne bulwy odmian poliploidalnych ('Saffier', 'Blauwe Wimpel', 'White Swan', 'Margaret', 'Rijnveld Golden Yellow') tworzą na ogół tylko jeden zdolny do rozwoju pak.

METODYKA BADAŃ

Materiał roślinny. Doświadczenia przeprowadzono z bulwami *Freesia refracta* oraz z bulwami odmian diploidalnych i poliploidalnych *Freesie hybrida*. Na ogół używano bulw średniej wielkości, to jest takich, których średnica przekroju poprzecznego leży w granicach 1—2 cm. W doświadczeniach przyjęto następujący sposób określania wymiarów bulw, i tak np. $0,8/1,0$ — $1,5/1,8$ cm, co oznacza granice stosunku średnic bulwy, najmniejszej poprzecznej do podłużnej i największej poprzecznej do podłużnej.

W większości doświadczeń używano bulwy zdolne już do skielkowania. Zdolność do skielkowania bulw przechowywanych około 3 miesięcy objawia się dobrym wykształceniem i nabrzmieniem pąka głównego, a niekiedy jego wydłużeniem. Bulwy takie są już w końcowej fazie mobilizacji [57]. Bulwy zależnie od wilgotności pomieszczeń składowania mogą mieć zaczątki korzeni. Celem badań jest pobudzenie do rozwoju uspionych, pachwinowych pąków bocznych, to też bulwa nadająca się do tego typu pracy powinna wykazywać zdolność do skielkowania, a więc pozostawać w stanie względnego spoczynku.

Czynniki chemiczne i fizyczne. W badaniach zastosowano 23 różne czynniki, o których można było przypuszczać, że mogą dać pozytywne efekty pobudzenia do rozwoju uspionych pąków pachwinowych bulwy frezji. Mechaniczne uszkodzenie lub usunięcie pąka głównego u roślin powoduje z reguły rozwój pąków bocznych, uspionych. Dlatego w doświadczeniach zastosowano wszystkie czynniki chemiczne i fizyczne na bulwy frezji z usuniętym i z pozostawionym pąkiem głównym.

Ze związków chemicznych zastosowano do pobudzania uspionych pąków bulw frezji substancje, które określa się mianem regulatorów wzrostu, substancje będące produktami przemiany materii roślin oraz związki chemiczne nieorganiczne i organiczne nie występujące w roślinach.

1) Z regulatorów wzrostu w doświadczeniach zastosowano auksyny syntetycznie otrzymane, kwas β -indolilooctowy i kwas α -naftalenoctowy. Z inhibitorów wzrostu roślin zastosowano hydrazyd kwasu maleinowego i kumarynę. Ponadto zastosowano kinetynę, giberelinę, chlorek chlorocholiny, a z witamin tiaminę (B_1), pirydoksynę (B_6), niacynę (PP).

2) Z substancji będących produktami przemiany materii roślin zastosowano asparaginę i sacharozę.

3) Ze związków nieorganicznych i organicznych egzogennych zastosowano glutation, azotan i siarczan potasu, rodanek sodu i rodanek potasu, kwaśny selenin sodu, czterochlorek węgla, tiomocznik, etyleno-

chlorohydrynę oraz humian i jego 2 frakcje dzielone chromatograficznie i różniące się charakterem działania.

Związki chemiczne z wyjątkiem etylenochlorohydryny, stosowano jako roztwory o różnych stężeniach. W roztworach tych zanurzano bulwy na okres od 20 minut do 18 godzin. Temperatura roztworów wynosiła około 20°C, lub też była stała i wynosiła 24°C. Dokładne dane warunków podano przy opisie poszczególnych doświadczeń.

Z czynników fizycznych badano wpływ promieniowania gamma z ^{60}Co , pola elektrycznego i ultradźwięków na pobudzanie do rozwoju uspionych pąków.

W pierwszych doświadczeniach bulwy frezji poddano promieniowaniu gamma z ^{60}Co o małej aktywności, w Politechnice Wrocławskiej, natomiast w doświadczeniu drugim bulwy poddano promieniowaniu gamma z ^{60}Co o aktywności 335 r/Ra w Pracowni Radiobiologii IHAR w Radzikowie. Doświadczenia z polem elektrycznym przeprowadzono w specjalnym aparacie do elektryzacji materiału roślinnego konstrukcji L. Serfa [54] z Budapesztu. W Politechnice Wrocławskiej skorzystano z aparatu do wywoływania ultradźwięków o częstotliwości 800 kHz.

Doświadczenia wegetacyjne. Przeprowadzono doświadczenia wazowego, kombinowane 2—3-czynnikowe. W skład każdej kombinacji wchodziły 3 powtórzenia o 5—13 bulwach, a więc każda kombinacja obejmowała 15—39 bulw. Wyniki doświadczeń obliczono metodą kombinowaną [5], stosując analizy niezależne [59]; istotność zmienności sprawdzono testem Snedecora, a przedział ufności obliczono przy wsp. ufności = 0,95.

Warunki uprawy. Bulwy wysadzano do doniczek o średnicy 14 i 16 cm w zależności od wielkości bulw. Stosowano mieszanekę ziemi: 2 części ziemi kompostowej, 2 części torfu, 1 część gliny i 1 część piasku. Rośliny rosły w szklarni w temperaturze 12—18°C.

Obserwacje i obliczenia. Od początku kiełkowania, raz w tygodniu liczono wybijające pędy. W przypadku efektu przyspieszenia lub opóźnienia kiełkowania, uwarunkowanych zastosowanym czynnikiem, sporządzono wykresy ilustrujące przebieg tych zjawisk. Obliczenia statystyczne liczby pędów przypadających średnio na jedną bulwę dla różnych kombinacji dokonano po 8, 10 lub 12 tygodniach od wysadzenia bulw. Dodatkowo w kilku doświadczeniach zanalizowano rosnące rośliny z jednego powtórzenia.

WYNIKI

Usunięcie pąka głównego

Wpływ pąka wierzchołkowego na rozwój pąków bocznych był przedmiotem wielu badań [8, 9].

Doświadczenia.

a. W dniu 23.XII.1964 przeprowadzono doświadczenie na bulwach *Freesia refracta* o wymiarach $0,9/1,0-1,6/1,8$ cm w 2 miesiące po zbiorze. Badano wpływ usunięcia pąka głównego na rozwój pąków pachwinowych, a równocześnie zanalizowano współdziałanie różnych czynników

Ryc. 2. Kielkowanie bulw *Freesia refracta* pod wpływem różnych substancji — liczba pędów z jednej bulwy (dośw. 23.XII.64)

+w — bulwy z pozostawionym pąkiem głównym; —w — bulwy z usuniętym pąkiem głównym;
p — bulwy przepoczwarczające się
1 — kontrolne; 2 — potraktowane NaHSeO_3 0,01%; 3 — potraktowane witaminami (B_1 , B_6 , PP) po 5 mg/l; 4 — 0,05% gibereliną; 5 — 0,01% gibereliną; 6 — 0,5% KCNS; 7 — 1,0% KCNS; 8 — 1,0% CCl_4

Fig. 2. Effect of different substances on the sprouting of corms *Freesia refracta* — the number of shoots on one corm (expt. 23.XII.64)

+w — with the main bud; —w — without the main bud; p — pupating corms
1 — control; 2 — treated with 0.01% NaHSeO_3 ; 3 — treated with vitamins (B_1 , B_6 , PP) 5 mg/l;
4 — treated with gibberellin 0.05%; 5 — treated with 0.01% gibberellin; 6 — treated with 0.5% KCNS; 7 — treated 1.0% KCNS; 8 — treated with 1.0% CCl_4 , tyg. — weeks

z obecnością i nieobecnością pąka głównego. Po 39 bulw (3 powtórzenia po 13 szt.) poszczególnych kombinacji zanurzano w ciągu 18 godzin w różnych roztworach, a bulwy kontrolne w wodzie.

Kiełkowanie bulw (tab. 1, ryc. 2) opracowano po 12 tygodniach od wysadzenia. Analiza statystyczna wykazała różnicowanie istotne zmienności kombinacji, obiektów, obecności i nieobecności pąka głównego, jak i współdziałania obecności i nieobecności pąka z roztworami różnych substancji. Największą liczbę pędów (przeciętnie 1,75) dały bulwy z usuniętym pąkiem głównym. Przeciętna liczba pędów z bulw z pozostawionym pąkiem głównym wynosi 0,73, natomiast bulw przepoczwarczających się tylko 0,26.

b. W dniu 30.I.65 usunięto pąki główne u zdolnych do skiełkowania bulwek z 2 populacji *Freesia refracta*, o wymiarach $0,6/0,9$ — $1,0/1,3$ cm. Po

Tabela 1 — Table 1

Wpływ różnych substancji na bulwy *Freesia refracta*. Liczba pędów z jednej bulwy
Effects of different substances on the corms of *Freesia refracta*. The number of shoots on one corm

Doświadczenie (Experiment), 23.XII.64

Bulwy Corms	Kon- trolne Con- trol	NaHSeO ₃ 0,01%	Wita- miny Vita- mins B ₁ B ₆ PP a 5 mg/l	Giberelina Gibberellin		KCNS		CCl ₄ 1,0%	Przedz. ufności Conf. interval	x + — pąk bud
				0,05%	0,01%	0,5%	1,0%			
Po 12 tygodniach — After 12 weeks										
Z pąkiem głów- nym With the main bud	0,60	0,78	0,65	0,68	0,65	0,70	0,75	1,03		0,73
Bez pąka głów- nego Without the main bud	2,13	1,55	2,45	1,50	1,05	1,50	1,53	2,28		1,75
Przepoczwarza- jące Pupating	0,33	0,35	0,10	0,18	0,13	0,20	0,00	0,57	0,20	0,26
$\bar{x}$ obiektów objects	1,02	0,93	1,07	0,79	0,61	0,80	0,76	1,29	0,11	0,07 P. ufn.

Test Snedecor

Zmienność: kombinacji obiektów + — pąka współdziałania obiektów $\times$ + — pąka	Variability of: combinations objects + — bud interaction objects $\times$ + — bud	F _{emp.}	F _{tabl.}
		109,91	1,74
		32,22	2,21
		1054,84	3,19
		13,76	1,90

Tabela 2 — Table 2

Wpływ różnych substancji na bulwki *Freesia refracta* z usuniętym pakiem głównym — Liczba pędów z jednej bulwki
 Effects of different substances on the cormlets *Freesia refracta*, without the main bud — The number of shoots on one cormlet
 Doświadczenie (Experiment) 30.I.65.

	Kontrolne Control		NaHSO ₃ 0,05%	Wita- miny Vita- mins B ₁ , B ₂ , PP 5mg/l	Gibe- rellina Gibbe- rellin 0,05%	KCNS	CCl ₄	Sacha- roza Suc- rose 3,0%	Aspa- ragina Aspa- ragine 0,1%	KNO ₃	Wit. + giber. Vit. + gibb. 5 mg/l 0,05%	Wit. + sachar. Vit. + suc- rose 5 mg/l 3,0%	Wit. + aspar. Vit. + aspar. 5 mg/l 0,1%	Wit. + KNO ₃ Vit. + KNO ₃ 5 mg/l 0,1%	Wit. + sach. + KNO ₃ Vit. + sucr. + KNO ₃	Sach. + aspar. Sucr. + aspar. 3,0% 0,1%	Przedz. ufności Conf. inter- val	$\bar{x}$ popu- lacji popu- lation
	0,53	0,70																
1	0,53	0,70	0,53	0,83	0,50	0,67	0,53	1,03	0,93	0,70	0,80	0,93	1,07	0,50	0,70	0,70	0,30	0,73
2	0,77	0,80	0,50	1,07	0,60	0,47	0,77	0,87	0,90	0,50	0,60	0,87	0,50	0,50	0,83	0,50	0,30	0,69
$\bar{x}$	0,65	0,75	0,52	0,95	0,55	0,57	0,65	0,95	0,92	0,60	0,70	0,90	0,79	0,50	0,77	0,60	0,21	—

Po 10 tygodniach — After 10 weeks

Test Snedecor

Zmiennosc: kombinacji objektów populacji współdziałania objektów × populacji	Variability of: combinations objects populations interaction objects × populations	F _{emp}	F _{tabl}
		3,15	1,63
		4,27	1,85
		0,39	3,99
		2,20	1,85

30 bulwek (3 powtórzenia po 10 szt.) poszczególnych kombinacji zanurzano w roztworach różnych substancji i w wodzie przez 18 godzin.

Kielkowanie opracowano po 10 tygodniach od wysadzenia bulwek (tabela 2). Analiza statystyczna wykazała istotną zmienność kombinacji, obiektów i współdziałania obiektów z populacjami. W doświadczeniu użyto bulwek małych i to z usuniętym pąkiem głównym przeto średnia liczba wytworzonych pędów jest mniejsza od jedności. Bulwki kontrolne moczone w wodzie dały gorszy wynik kielkowania od bulwek nie moczonych, jednakże różnica ta jest w granicach błędu.

c. W dniu 17.XI.65 bulwy *Freesia hybrida* odmiany diploidalnej o wyraźnych kielkach i z zaczątkami korzeni z pozostawionym i z usuniętym pąkiem głównym zanurzano w ciągu 1 godziny w roztworach różnych substancji. W każdej kombinacji były 3 powtórzenia po 6 bulw o wymiarach $0,8/1,8-1,5/3,8$ cm.

Kielkowanie bulw opracowano po 10 tygodniach od wysadzenia (tabela 3). Analiza statystyczna wykazała istotną zmienność wszystkich badanych czynników i ich współdziałania. Bulwy z usuniętym pąkiem

Tabela 3 — Table 3

Wpływ różnych substancji na bulwy *Freesia hybrida*. Liczba pędów z jednej bulwy
Effects of different substances on the corms of *Freesia hybrida*. The Number of shoots on one corm

Doświadczenie (Experiment), 17.XI.65

	Kontrolne Control	Witaminy Vitamins B ₁ , B ₂ , PP a 5 mg/l	Humian — Humate			KNO ₃ 0,06%	K ₂ SO ₄ 0,05%	Promienio- wanie Radiation		Prze- dział ufno- ści Conf. inter- val	$\bar{X}$ + — pąk bud
			Całość Total 0,01%	Frakcja Fract.				500 r	1000 r		
				II 0,01%	III 0,01%						
po 10 tygodniach — after 10 weeks											
Z pąkiem głównym With main bud	1,00	1,17	1,00	1,06	1,11	1,00	1,06	1,22	1,17		1,09
Bez pąka głównego Without main bud	2,28	2,61	2,56	2,94	2,28	3,17	2,83	2,28	2,61	0,42	2,61
$\bar{X}$ obiektów objects	1,64	1,89	1,78	2,00	1,70	2,09	1,92	1,75	1,89	0,21	0,14 P. ufn. C. int.

Zmienność:
kombinacji
obiektów
+ — pąka
współdziałania
obiektów $\times$ + — pąka

Variability of:
combinations
objects
+ — bud
interaction
objects $\times$ + — bud

Test Snedecor

F_{emp}	F_{tabl}
30,54	1,93
5,21	2,27
480,25	4,11
2,70	2,21

Tabela 4 — Table 4

Wpływ substancji wzrostowych na bulwy *Freesia refracta* — Liczba pędów z jednej bulwy

Effects of growth regulators on the corm *Freesia refracta* — The number of shoots on one corm

Doświadczenie (Experiment) 9.X.68

Bulwy Corms	Kontrolne Control		Kwas β -indo- lilooctowy β -Indolylic acetic acid			Hydrazyd kwasu male- inowego Maleic acid hydrazide			Kinetyna — Kinetin 5 mg/l	Kwas α -naffal. octo- wy α -naph. acetic acid 5 mg/l	Gluta- thione 10 mg/l	Przedz. ufności Conf. interval	$\bar{x}$ + — pąk bud
		w H ₂ O in H ₂ O	1 mg/l	5 mg/l	10 mg/l	1 mg/l	5 mg/l	10 mg/l					
Z pąkiem głównym With the main bud	Po 8 tygodniach — After 8 weeks												
	1,07	0,93	1,07	0,93	0,87	1,33	1,20	1,20	1,07	0,93	1,07		1,06
Bez pąka głównego Without the main bud	1,27	1,20	1,27	1,00	1,20	1,33	1,47	1,47	1,47	1,60	1,27	0,32	1,32
objektów $\bar{x}$ objects	1,17	1,07	1,17	0,97	1,04	1,33	1,34	1,34	1,27	1,27	1,17	0,228	0,096 P. ufn. C. int.

Zmienność:

kombinacji

objektów

+ — pąka

współdziałania

objektów $\times$ + — pąka

Variability of:

combinations

objects

+ — bud

interaction

objects $\times$ + — bud

Test Snedecor

F_{emp}

F_{tabl}

3,15

1,81

3,18

2,05

28,97

4,06

0,56

2,05

głównym dały przeciętnie po 2,61 pędów z jednej bulwy, natomiast bulwy z pozostawionym pąkiem głównym tylko 1,09 pędów.

d. W dniu 9.X.68 bulwy *Freesia refracta* z wykształconymi pąkami i zaczątkami korzeni, z pozostawionym i usuniętym pąkiem głównym zanurzano w ciągu 3 godzin w roztworach substancji wzrostowych w temperaturze 24°C. W poszczególnych kombinacjach było po 15 bulw (3 powtórzenia po 5 szt.) o wymiarach 1,0/1,3—1,6/2,0 cm.

Kielkowanie bulw opracowano po 8 tygodniach od wysadzenia (tabela 4). Analiza statystyczna wykazuje istotną zmienność kombinacji, obiektów i czynnika obecności i nieobecności pąka głównego. Przeciętna liczba pędów z bulw z usuniętym pąkiem głównym wynosi 1,32 i jest istotnie większa od średniej liczby pędów wytworzonych z bulw z pozostawionym pąkiem głównym (1,06 pędów).

We wszystkich doświadczeniach bulwy z usuniętym pąkiem głównym wytworzyły istotnie większą liczbę pędów niż bulwy z pozostawionym pąkiem.

Kwas β -indoliloctowy

Auksyny wprowadzone z zewnątrz mogą znieść dominację pąka wierzchołkowego [41]. Molotkowski [61] silnie rozcieńczonym roztworem kwasu β -indoliloctowego (IAA) przerywał spoczynek ziemniaka i znosił dominację apikalną, a Vegis [61] przerywał spoczynek zimujących pąków roślin wodnych przy pomocy IAA, niezależnie od jego stężenia.

Doświadczenie. W dniu 9.X.68 zanurzano na przeciąg 3 godzin zdolne do skielkowania bulwy *Freesia refracta* z pozostawionym i usuniętym pakiem głównym w roztworach IAA o stężeniu 1, 5 i 10 mg/l wody.

Jak wynika z doświadczenia, IAA nie wpływa na wzrost liczby pędów (tabela 4). Wraz ze wzrostem stężenia IAA zmniejsza się liczba pędów z bulw z pozostawionym pakiem głównym. Różnice te jednak pozostają w granicach błędu.

Tabela 5 — Table 5

Wpływ różnych substancji na bulwki *Freesia hybrida* 'Saffier'. Liczba pędów z jednej bulwki

Effects of different substances on the cormlets *Freesia hybrida* 'Saffier'

The number of shoots on one cormlet

Doświadczenie (Experiment), 9.XII.66

Bulwki Cormlets	Kon- trolne Control	Wita- miny B ₁ B ₆ PP a 10 mg/l	Sacha- roza Sucrose 3,0%	Wita- miny + sa- char. Vita- mins + sucro- se	Aspa- ragina Aspa- ragine 0.1%	Wita- miny + aspar. Vita- mins + aspar.	Przedz. ufości Conf. inter- val	$\bar{x}$ + — pak bud
Po 12 tygodniach — After 12 weeks								
Z pakiem głównym With the main bud	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	0,95		0,98
Bez pąka głównego Without the main bud	1,19	1,43	1,29	1,19	1,09	1,05	0,169	1,20
$\bar{x}$ obiektów objects	1,10	1,19	1,15	1,10	1,05	1,00	0,12	0,07 P.ufn. C.int.

Zmienność:
kombinacji
obektów
+ — pak
współdziałania
obektów $\times$ + — pąka

Variability of:
combinations
objects
+ — bud
interaction
objects $\times$ + — bud

Test Snedecor

Femp.	Ftabl.
8,45	2,22
6,30	2,62
36,79	4,26
4,94	2,62

Tabela 6 — Table 6

Wpływ gibereliny na bulwki *Freesia hybrida* 'Margaret'. Liczba pędów z jednej bulwki

Effects of the gibberellin on the cormlets *Freesia hybrida* 'Margaret'. The number of shoots on one cormlet

Doświadczenie (Experiment), 20.XII.66

Bulwki Cormlets	Kontrolne Control		Giberelina — Gibberellin						Prze- dz. ufo- ści Conf. in ter- val	$\bar{x}$ + — pak bud
		+CCC 2,0%	0,1%	0,05%	0,05% +CCC 2,0%	0,02%	0,01%	0,01% +CCC 2,0%		
	Po 10 tygodniach — After 10 weeks									
Z pakiem głównym With the main bud	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
Bez pąka głównego Whithout the main bud	0,90	0,86	0,29	0,48	0,62	0,62	0,67	0,67	0,21	0,64
objektów $\bar{X}$ objects	0,95	0,93	0,65	0,74	0,81	0,81	0,84	0,84	0,15	0,07 P.uf. C.int.

Zmienność:
kombinacji
objektów
+ — pąka
współdziałania
objektów x + — pąka

Variability of:
combinations
objects
+ — bud
interaction
objects x + — bud

Test Snedecor
F_{emp.} F_{tabl.}
9,68 2,00
97,04 4,15
3,54 2,32
3,33 2,32

Z dodatkowo przeprowadzonej analizy roślin w dniu 17.XII.68 wynika, że stężenie IAA 10 mg/l wpływa korzystnie na tworzenie korzeni u nasady nowo tworzącej się bulwy z bulw z pozostawionym pąkiem głównym (tabela 7, ryc. 10).

Kwas α -naftalenoctowy

Kwas α -naftalenoctowy (NAA) stosowano do przedłużenia spoczynku bulw ziemniaka [3, 16, 61]. Stwierdzono, że NAA dziesięciokrotnie silniej działa w tym względzie niż IAA.

Doświadczenie. W dniu 9.X.68 zanurzono zdolne do skielkowania bulwy *Freesia refracta* w roztworze zawierającym 5 mg NAA w 1 l wody na przeciąg 3 godzin.

Wyniki doświadczenia (tabela 4) wykazały tylko pewną tendencję niekorzystnego wpływu na kiełkowanie bulw z pozostawionym pąkiem głównym, natomiast NAA działało wyraźnie i istotnie na zwiększenie liczby pędów z bulw pozbawionych pąka głównego.

Tabela 7 — Table 7

Wpływ regulatorów wzrostu na rozwój I-szego korzenia u nasady
nowo tworzącej się bulwy *Freesia refracta*

Effects of growth regulators on the development of the I-st root at
the base of a new forming corm of *Freesia refracta*

Doświadczenie (Experiment), 9.X.63

Regulatory wzrostu Growth regulators	Liczba bulw Number of corms	Liczba bulw z pędami Number of corms with shoots				I-szy korzeń — I-st root				
		3	2	1	ra- zem total	brak di- fic.	długość w cm. length in cm			
							0,1— 0,3	0,4— 1,5	> 1,6	$\bar{x}$
Bulwy z pąkiem głównym — Corms with the main bud										
Kontrolne Control	5	0	0	5	5	3	2	0	0	0,08
Kontrolne w H ₂ O Control in H ₂ O	5	0	0	5	5	2	2	0	1	2,04
Kw. β-indoliloctowy 1 mg/l β-indolylacetic acid	4	0	1	3	5	2	3	0	0	0,10
Kw. β-indoliloctowy 5 mg/l β-indolylacetic acid	5	0	0	5	5	1	3	0	1	2,14
Kw. β-indoliloctowy 10 mg/l β-indolylacetic acid	5	0	0	5	5	0	3	0	2	1,96
Hydrazyd kw. malein. Maleic ac. hydrazide	5	0	0	5	5	0	4	0	1	2,38
Hydrazyd kw. malein. Maleic ac. hydrazide	5	1	1	3	8	3	2	2	1	1,66
Hydrazyd kw. malein. Maleic ac. hydrazide	4	1	1	2	7	5	2	0	0	0,03
Kinetyna Kinetin	5	0	0	5	5	0	1	1	6	6,54
Kw. α-naftalenoctowy α-naphtyleacetic ac.	5	0	0	5	5	0	3	0	2	4,84
Glutation Glutathione	5	0	1	4	6	0	1	1	4	4,17
Bulwy bez pąka głównego — Corms without the main bud										
Kontrolne Control	5	0	1	4	6	2	2	0	2	4,08
Kontrolne w H ₂ O Control in H ₂ O	5	0	1	4	6	0	1	3	2	3,83
Kw. β-indoliloctowy 1 mg/l β-indolylacetic acid	4	1	0	3	6	0	0	1	5	6,03
Kw. β-indoliloctowy 5 mg/l β-indolylacetic acid	3	1	0	2	5	1	2	1	1	1,94

Ciąg dalszy tabeli 7

Regulatorzy wzrostu Growth regulators		Liczba bulw Number of corms	Liczba bulw z pędami Number of corms with shoots				I-szy korzeń — I-st root				
							brak di- fic.	długość w cm, length in cm			
			3	2	1	ra- zem total		0,1— 0,3	0,4— 1,5	> 1,6	$\bar{x}$
Kw. β -indoliloctowy β -indolylacetic acid	10 mg/l	5	0	1	4	6	0	1	3	2	3,52
Hydrazyd kw. malein. Maleic ac. hydrazide	1 mg/l	5	0	2	3	7	1	3	0	3	5,16
Hydrazyd kw. malein. Maleic ac. hydrazide	5 mg/l	4	0	3	1	7	1	1	1	4	4,49
Hydrazyd kw. malein. Maleic ac. hydrazide	10 mg/l	5	0	2	3	7	0	2	3	2	3,11
Kinetyna Kinetin	5 mg/l	5	0	2	3	7	0	4	0	3	3,30
Kw. α -naftalenooctowy α -naphthylacetic ac.	5 mg/l	5	0	3	2	8	1	3	1	3	1,73
Glutation Glutathione	10 mg/l	5	0	2	3	7	1	1	4	1	3,46

W analizie roślin stwierdzono korzystny wpływ NAA na wytworzenie 1. korzenia u nasady nowo tworzącej się bulwy z bulw z pozostawionym pękiem głównym (tabela 7, ryc. 12).

Kinetyna

Kinetyna jest substancją wzrostową, która reguluje między innymi dalszy rozwój pąków [41, 45]. Za pomocą kinetyny pobudzano rozwój pąków zimujących roślin wodnych [37] oraz przerywano spoczynek siewek jabłoni w czasie zimy [52].

Doświadczenie. W dniu 9.X.68 zdolne do skielkowania bulwy *Freesia refracta* zanurzano w ciągu 3 godzin w roztworze zawierającym 5 mg kinetyny w 1 l wody.

Wyniki doświadczenia wskazują na tendencję zwiększenia liczby pędów z bulwy z usuniętym pękiem głównym (tabela 4).

Analiza roślin w dniu 17.XII.68 wskazuje na korzystne oddziaływanie kinetyny na tworzenie się korzeni z nowo rozwijających się bulw, szczególnie z bulw z pozostawionym pękiem głównym (tabela 7, ryc. 12).

Hydrazyd kwasu maleinowego

Hydrazyd kwasu maleinowego (HM) zaliczany jest do najsilniejszych inhibitorów wzrostu roślin [41, 61]. Hydrazyd kwasu maleinowego

znosi dominację apikalną [2]. Stwierdzono, że ten hydrazyd jest najlepszym środkiem przedłużającym spoczynek podziemnych i nadziemnych organów roślin okopowych i warzywnych [38, 53, 61].

Doświadczenie. W dniu 9.X.68 zanurzano w ciągu 3 godzin zdolne do kiełkowania bulwy *Freesia refracta* z pozostawionym i z usuniętym pękiem głównym w roztworach HM o stężeniu 1, 5 i 10 mg/l wody.

Wyniki doświadczenia (tabela 4) wykazują zwiększenie liczby pędów pod wpływem hydrazidu kwasu maleinowego u bulw z pozostawionym pękiem głównym, jak i z usuniętym, szczególnie zaś u bulw z usuniętym pękiem. Różnice w liczbie pędów między bulwami traktowanymi HM a kontrolnymi pozostają w granicach błędu, jednak zbieżność wyników dla 3 zastosowanych stężeń HM świadczyć może o rzeczywistym wpływie hydrazidu kwasu maleinowego na wzrost liczby pędów.

Dodatkowa analiza roślin w dniu 17.XII.68 wykazała, że hydrazyd kwasu maleinowego w stężeniu 5 i 10 mg/l wody wpływa niekorzystnie na tworzenie korzeni u nasady nowo tworzących się bulw z bulw z pozostawionym pękiem głównym (tabela 7, ryc. 11).

Kumaryna

Kumaryna jest na ogół inhibitorem kiełkowania nasion, jedynie przy bardzo niskich stężeniach może, zdaniem Maciejewskiej-Potapczykowej [41], pobudzać wzrost roślin. Substancja ta hamuje rozwój pąków wielu roślin [41]. Knyp [30] określa kumarynę jako regulator wzrostu, bowiem działając bardzo niskimi stężeniami kumaryny przyspiesza kiełkowanie nasion, a stosując wyższe jej stężenia hamował kiełkowanie.

Doświadczenie. W doświadczeniu z dnia 7.XII.66 zdolne do kiełkowania bulwki odmiany 'Saffier' moczono w ciągu 2,5 godzin w roztworach kumaryny o stężeniu 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} i 10^{-5} M. Doświadczenie przeprowadzono w 2 seriach, w jednej z nich do roztworów kumaryny dodano witaminy B₁, B₆ i PP w stężeniu 10 mg/l. Działanie kumaryny wywołało 2—3-dniowe opóźnienie kiełkowania bulwek. Nie stwierdzono współdziałania witamin i kumaryny.

Witaminy

Korzenie, tkanki twórcze roślin, zarodki wyizolowane z nasion i hodowane w ciemności nie są zdolne do syntezy witamin z grupy B [31]. Dlatego też w hodowli kultur merystematycznych stosuje się dodatek takich witamin, jak np. tiamina (B₁), pirydoksyna (B₆), niacyna (PP) [6, 7]. Storkczyki rozmnażane z nasion wymagają również witamin w pożywkach [58, 64].

Ryc. 3, 4, 5. Rośliny *Freesia refracta* wyrosłe z bulw z usuniętym pakiem głównym (dośw. 23.XII.64)

Ryc. 3: 1, 2 — kontrolne; 3, 4 — potraktowane 0,01% NaHSeO_3 ; 5, 6 — potraktowane witaminami (B_1 , B_6 , PP) po 5 mg/l.

Ryc. 4: 1, 2 — kontrolne; 3, 4 — potraktowane 0,05% gibereliną; 5, 6 — potraktowane 0,01% gibereliną

Ryc. 5: 1, 2 — kontrolne; 3, 4 — potraktowane 0,5% KCNS; 5, 6 — potraktowane 1,0% KCNS; 7, 8 — potraktowane 1,0% CCl_4

Fig. 3, 4, 5. *Freesia refracta* grown up from the corms without the main bud (expt. 23.XII.64)

Fig. 3: 1, 2 — control; 3, 4 — treated with 0.01% NaHSeO_3 ; 5, 6 — treated with vitamins (B_1 , B_6 , PP) at 5 mg/l.

Fig. 4: 1, 2 — control; 3, 4 — treated with 0.05% gibberellin; 5, 6 — treated with 0.01% gibberellin

Ryc. 5: 1, 2 — kontrolne; 3, 4 — treated with 0.5% KCNS; 5, 6 — treated with 1.0% KCNS; 7, 8 — treated with 1.0% CCl_4

Doświadczenia.

a. We wstępnym doświadczeniu zanurzano bulwki frezji odmiany 'Apotheose' w roztworach witamin B₁, B₆ i PP w ilości po 5 i 10 ml/l wody. Bulwki moczoło 20, 40 minut, 1, 3, 6, 12 i 18 godzin. Nie otrzymano zróżnicowanych wyników kiełkowania bulw w zależności od czasu moczenia. Zanurzenie bulwek w ciągu 18 godzin nie było szkodliwe.

b. W doświadczeniach przeprowadzonych w dniach 23.XII.64, 30.I.65 i 17.XI.65 zanurzano bulwy z pozostawionym i z usuniętym pękiem głównym oraz bulwy przepoczwarczające się w roztworze witamin B₁, B₆ i PP w ilości 5 mg/l wody w ciągu 18 godzin. Wyniki tych trzech doświadczeń są analogiczne (tabele 1, 2, 3). Stwierdzono wpływ witamin na zwiększenie liczby pędów szczególnie z bulw pozbawionych pąka głównego. Otrzymane wyniki dla tych bulw są statystycznie udowodnione. Analiza rosnących roślin wykazała korzystny wpływ witamin na rozwój pędów z uspiętych pąków i rozwój korzeni (tabele 5, 6, ryc. 3, 6, 7). Stwierdzono wyższy procent ukorzenia nowo two-

Ryc. 6. Rośliny *Freesia refracta* wyrosłe z bulw z usuniętym pąkiem głównym (dośw. 23.XII.64)

1 — kontrolne; 2 — potraktowane witaminami (B₁, B₆, PP) z widocznym 1-szym korzeniem; 3 — potraktowane 0,05% gibereliną z widoczną tworzącą się nową bulwą na kilku milimetrycznym pędzie; 4 — potraktowane 1,0% CCl₄ z widocznym uszkodzeniem górnej części bulwy

Fig. 6. *Freesia refracta* grown up from the corms without the main bud (expt. 23.XII.64)

1 — control; 2 — treated with vitamins (B₁, B₆, PP); the 1st root visible; 3 — treated with 0.05% gibberellin, the forming corm on the stem few mm long; 4 — treated with 1.0% CCl₄ upper part of the corm damaged

Ryc. 7, 8, 9. Rośliny *Freesia hybrida* wyrosłe z bulw z usuniętym pąkiem głównym (dóśw. 17.XI.65)
 Figs. 7, 8, 9. *Freesia hybrida* grown up from corns without the main bud (expt. 17.XI.65)

Tabela 8 — Table 8

Wpływ różnych substancji na rozwój I. korzenia u nasady nowo tworzącej się bulwy *Freesia refracta*
 Effects of different substances on the development of the I-st root at the base of a new forming corm of *Freesia refracta*
 Doświadczenie (Experiment), 23.XII.64

Substancje Substances	Liczba bulw Num- ber of corms	Liczba bulw z pędami: Number of corms with shoots:					I-szy korzeń — I-st rooth						
		4	3	2	1	ra- zem total	długość w cm, length in cm					$\bar{x}$	
							brak dł. 0,3	0,1— 0,3	0,4— 1,2	1,3— 3,5	3,5		
Bulwy bez pąka głównego — Corms without the main bud													
Kontrolne Control	9		1	6	2	17	14	0	1	2	0	0,34	
NaHSeO ₃ 0,01%	8		1	2	5	12	7	1	4	0	0	0,25	
Witaminy Vitamins 5 mg/l	9	1	0	7	1	19	8	1	4	3	3	2,18	
Giberelina Gibberellin 0,05%	8		1	5	2	15	15	0	0	0	0	0,00	
Giberelina Gibberellin 0,01%	6		2	0	4	14	14	0	0	0	0	0,00	
KCNS 0,5%	6	2	0	3	1	15	13	1	1	0	0	0,10	
KCNS 1,0%	8		2	5	1	17	16	0	1	0	0	0,08	
CCl ₄ 1,0%	7		3	4	0	17	16	0	0	1	0	0,19	

Objaśnienia do ryc. 7, 8 i 9

Explanations of figs. 7, 8 and 9

Ryc. 7: (Od lewej: 1 — kontrolne; 2 — potraktowane witaminami (B₁, B₆, PP) po 5 mg/l; 3 — potraktowane 0,06% KNO₃; 4 — potraktowane 0,05% K₂SO₄.)

Ryc. 8: 1 — kontrolne; 2, 3, 4 — potraktowane humianem 100 mg/l (2 — niefrakcjonowany; 3 — frakcja II; 4 — frakcja III)

Ryc. 9: 1 kontrolne; 2 — napromieniowane 500 r; 3 — napromieniowane 1000 r.

Fig. 7: 1 — From the left: control; 2 — treated with vitamins (B₁, B₆, PP) a 5 mg/l; 3 — treated with 0.06% KNO₃; 4 — treated with 0.05% K₂SO₄.

Fig. 8: 1 — control; 2, 3, 4 — treated with humate 100 mg/l (2 — total; 3 — stimulating fraction; 4 — inhibiting fraction)

Fig. 9: 1 — control; 2 — exposed to 500 r from ⁶⁰Co; 3 — exposed to 1000 r from ⁶⁰Co

Ryc. 10, 11, 12. Rośliny *Freesia refracta* wyrosłe z bulw z pozostawionym pakiem głównym (dośw. 9.X.68)
 Figs. 10, 11, 12. *Freesia refracta* grown up from corms with the main bud (expt. 9.X.68)

rzających się bulw i większą długość korzeni. Witaminy nie wpłynęły na długość pędów i na uкорзnienie bulwy macierzystej.

c. W dniu 9.XII.66 zanurzano zdolne do skielkowania bulwki frezji odmiany 'Saffier' o wymiarach $0,5/_{1,1}$ — $1,1/_{1,8}$ cm w roztworze witamin B₁, B₆ i PP w ilości 10 mg/l wody, w ciągu 2 godzin. W doświadczeniu zastosowano bulwki z pozostawionym i z usuniętym pakiem głównym po 21 szt. w różnych kombinacjach.

Wyniki doświadczenia opracowano po 12 tygodniach od wysadzenia (tabela 8). Analiza zmienności wykazała istotne różnicowanie kombinacji, obiektów, czynnika obecności i nieobecności paka głównego i współdziałania tego czynnika z obiektami. Witaminy wpłynęły istotnie na kiełkowanie i wzrost liczby pędów z bulw pozbawionych paka głównego.

d. W doświadczeniach z dnia 30.I.65 i z dnia 9.XII.66 zbadano współdziałanie witamin w ilości takiej, jak wyżej podano z 3% roztworem sacharozy i z 0,1% roztworem asparaginy, a w doświadczeniu z dnia 30.I.65 zbadano współdziałanie witamin z 0,05% roztworem gibereliny i z 0,1% roztworem azotanu potasu.

Z otrzymanych wyników w doświadczeniu z dnia 30.I.65 można wnioskować o pewnej tendencji korzystnego współdziałania witamin z sacharozą i witamin z asparaginą na kiełkowanie bulw pozbawionych paka głównego (tabela 2). Doświadczenie z dnia 9.XII.66 nie potwierdza tych wyników (tabela 5). Nie stwierdzono korzystnego współdziałania witamin z gibereliną oraz witamin z azotanem potasu na kiełkowanie bulw frezji.

Otrzymane wyniki pozwalają stwierdzić, że witaminy B₁, B₆ i PP sprzyjają rozwojowi uspionych paków wówczas, kiedy zaistnieje już możliwość ich rozwoju, co ma miejsce po usunięciu paka głównego. Witaminy nie znoszą jednak dominacji paka głównego.

Objaśnienia do ryc. 10, 11 i 12

Explanations of figs 10, 11 and 12

Ryc. 10: 1 — kontrolne; 2 — kontrolne w H₂O; 3, 4, 5 — potraktowane kwasem β-indoliloctowym (3 — 1 mg/l; 4 — 5 mg/l; 5 — 10 mg/l)

Ryc. 11: 1 — kontrolna; 2 — kontrolna w H₂O; 3, 4, 5 — potraktowane hydrazidem kwasu maleinowego (3 — 1 mg/l; 4 — 5 mg/l; 5 — 10 mg/l)

Ryc. 12: 1 — kontrolna; 2 — kontrolna w H₂O; 3 — potraktowana kinetyną 5 mg/l, 4 — potraktowana kwasem α-naftalenoctowym 5 mg/l; 5 — potraktowana glutationem 10 mg/l

Fig. 10: 1 — control; 2 — control in H₂O; 3, 4, 5 — treated with β-indolylacetic acid (3 — 1 mg/l; 4 — 5 mg/l; 5 — 10 mg/l)

Fig. 11: 1 — control; 2 — control in H₂O; 3, 4, 5 — treated with maleic acid hydrazide (3 — 1 mg/l; 4 — 5 mg/l; 5 — 10 mg/l).

Fig. 12: 1 — control, 2 — control in H₂O; 3 — treated with kinetin 5 mg/l; 4 — α-naphtyleacetic acid 5 mg/l; 5 — treated with glutathione 10 mg/l

Giberelina

Giberelina aktywująca wzrost roślin przyspiesza kiełkowanie bulw ziemniaka [45, 48, 61], jednakże nie wszystkie odmiany ziemniaka pod wpływem tej substancji przyspieszają kiełkowanie [18]. Gibereliną pobudzano rozwój pąków kłaczy *Anemone nemorosa* pozostających w głębokim spoczynku oraz przyspieszano kiełkowanie *Ficaria verna*; nie udało się jednak za pomocą gibereliny pobudzić do rozwoju zimujących pąków wodnej rośliny *Stratiotes aloides* [61]. Za pomocą gibereliny Tsukamoto, Asahina i Nimiki [61] przedłużali spoczynek bulw mieczyka.

Doświadczenia.

a. Badano wpływ gibereliny na bulwy frezji z pozostawionym i usuniętym pakiem głównym. Bulwki triploidalnej odmiany 'Margaret' o wymiarach $0,7/_{1,0}$ — $1,2/_{1,5}$ cm, o wykształconym i powiększonym paku głównym podzielono na 2 serie — z pozostawionym i usuniętym pakiem głównym. W dniu 20.XII.66 zanurzano bulwki w ciągu 3 godzin w roztworach gibereliny (Gibrescol) o stężeniu 0,1%, 0,05%, 0,02% i 0,01%. Następnie bulwki wysadzono do doniczek w 3 powtórzeniach po 7 szt. każdej kombinacji.

Wyniki doświadczeń opracowano po 10 tygodniach od wysadzenia (tabela 6). Analiza zmienności wykazała istotne zróżnicowanie kombi-

Ryc. 13. Kiełkowanie bulwek *Freesia hybrida* 'Margaret' pod wpływem gibereliny — liczba pędów z jednej bulwki (dośw. 20.XI.66)

+w — bulwki z pozostawionym pakiem głównym; -w — bulwki z usuniętym pakiem głównym
1 — kontrolne; 2—5 — potraktowane gibereliną; 2 — 0,1%; 3 — 0,05%; 4 — 0,02%; 5 — 0,01%.

Fig. 13. Effect of the gibberellin on the sprouting of cormlets *Freesia hybrida* 'Margaret' — the number of shoots on one cormlet (expt. 20.XI.66)

+w — with the main bud; -w — without the main bud;

1 — control; 2—5 — treated with gibberellin; 2 — 0.1%; 3 — 0.05%; 4 — 0.02%; 5 — 0.01%;
tyg. — weeks

nacji, obiektów, dawek gibereliny, obecności i nieobecności pąka głównego oraz współdziałania obecności i nieobecności pąka głównego z dawkami gibereliny.

Giberelina w stężeniach 0,05, 0,02 i 0,01% przyspiesza kiełkowanie bulw z pozostawionym pakiem głównym o 7—14 dni (ryc. 13). Giberelina w najwyższej użytej koncentracji (0,1%) nie przyspiesza kiełkowania. W żadnej z zastosowanych dawek giberelina nie przyspiesza kiełkowania bulw frezji z usuniętym pakiem głównym.

Po 10 tygodniach od wysadzenia, bulwki z pozostawionym pakiem głównym skiełkowały w 100% i wykształciły po 1 pędzie z bulwy. Interesujące są wyniki uzyskane w przypadku bulw z usuniętym pakiem głównym. Giberelina nie tylko nie przyspieszyła kiełkowania tych bulw, ale obniżyła jeszcze liczbę pędów w stosunku do bulw kontrolnych, tym więcej im było wyższe jej stężenie. Stwierdzono istotne różnice między roślinami kontrolnymi a potraktowanymi gibereliną.

Pozbawione pąka głównego bulwki wykształciły mniejszą liczbę pędów niż bulwki z pakiem głównym, co pozostaje również w związku z małą ich wielkością i ograniczoną liczbą pąków pachwinowych.

b) We wcześniejszych doświadczeniach (tabele 1, 2) giberelina w koncentracjach 0,05 i 0,01% działała podobnie na kiełkowanie bulw frezji, a więc przyspieszała o kilka dni kiełkowanie bulw z pakiem głównym, natomiast liczba pędów była istotnie mniejsza w stosunku do roślin kontrolnych, jeśli usunięto pąk główny.

Pod wpływem gibereliny we wszystkich badanych przypadkach obserwowano wzmożoną elongację pędów. Rośliny te są bardzo wiotkie, a liście jasnozielone. Część podziemna rośliny ulega modyfikacji, bowiem nowa bulwa nie tworzy się jak zwykle tuż nad bulwą macierzystą, lecz na pędzie o kilka mm ponad nią (ryc. 4, 6). Tak powstałe nowe bulwy nie tworzyły korzeni (tabela 5).

Jak wynika z przeprowadzonych doświadczeń, giberelina nie zwiększa liczby pędów u bulw frezji, nie pobudza bowiem rozwoju uspio-nych pąków pachwinowych. Niepożądanym wpływem tej substancji jest nadmierna wiotkość roślin i nieprawidłowy rozwój bulw wtórnych.

Chlorek chlorocholiny

Chlorek chlorocholiny (CCC) należy do substancji zwanych retardantami, które hamują elongację pędu bez anomalii. Według Mich-niewiczza [43, 44, 45, 46] chlorek chlorocholiny wzmacnia pobieranie składników pokarmowych przez rośliny i co za tym idzie zwiększa plon. Według tego autora rośliny tworzące kłącza, bulwy i cebule słabiej reagują na retardanty. Jednakże Bakker i Sytsema [4] podając roztwór CCC do gleby uzyskali pozytywne wyniki w przypadku lilii.

Doświadczenia.

a. Bulwki odmiany 'Margaret' o wymiarach $0,3/0,3$ — $0,6/0,6$ cm wysadzono po 10 szt. w 4 powtórzeniach do doniczek o średnicy 14 cm, w dniu 12.XII.66. Następująco zastosowano chlorek chlorocholiny: 1. bulwki przed wysadzeniem zanurzano w ciągu 3 godzin w 0,2% roztworze CCC, 2. rosnące rośliny podlewano dwukrotnie po 1 i 2 miesiącach od ich wysadzenia w ilości 100 ml 2% roztworu CCC na 1 doniczkę, 3. powierzchnię roślin dwukrotnie w miesięcznych odstępach zwilżano 0,2% roztworem CCC, 4. rośliny z bulwek moczonych w roztworze CCC przed wysadzeniem podlano dodatkowo 2% roztworem CCC, 5., 6., i 7. rośliny kontrolne i rośliny obiektów 2. i 3. nawożono dodatkowo głównie.

Nie zaobserwowano żadnych różnic w kiełkowaniu bulw, we wzroście i w pokroju roślin oraz w plonie bulw między roślinami kontrolnymi a traktowanymi CCC.

b. We wcześniejszych już badaniach nie zaobserwowano wpływu CCC na rośliny frezji, kiedy zanurzano kilku centymetrowe pędy w różnych stężeniach tej substancji na 3 godziny. Nie stwierdzono również współdziałania CCC i gibereliny (tab. 6).

Glutation

W momencie przerywania spoczynku bulw ziemniaka zawartość w nich glutationu wzrasta [24, 25, 57]. Zastosowano glutation do przerywania spoczynku bulw ziemniaka [23, 28]. Skrabka [55] za pomocą tego związku zwiększał zdolność kiełkowania nasion o małej żywotności.

Doświadczenia.

a. W dniu 4.X.68 podziało glutationem na 3 populacje bulw *Freesia hybrida*, w tym 2 populacje bulw zdolnych do skielkowania i jedną populację bulw przesuszonych na skutek zbyt długiego składowania. Bulwy zanurzano w ciągu 3 i 12 godzin w roztworach glutationu o stężeniu 10, 20 i 50 mg/l wody o temperaturze 24°C.

W wynikach doświadczenia nie zaobserwowano wpływu glutationu na kiełkowanie bulw frezji. Glutation nie zwiększył zdolności kiełkowania przesuszonych bulw.

b. W doświadczeniu z dnia 9.X.1968 nie zaobserwowano również wpływu glutationu na liczbę pędów z bulwy (tabela 4). W analizie roślin z tego doświadczenia stwierdzono lepsze ukorzenie roślin z bulw z pozostawionym pakiem głównym zanurzanych w roztworze glutationu niż u roślin kontrolnych (tabela 7, ryc. 12).

Sacharoza

Zawartość cukrów prostych, w tym i sacharozy, wzrasta w bulwach ziemniaka przed ich skielkowaniem [14, 15]. Podanie z zewnątrz sacharozy winno ułatwić mobilizację bulw do skielkowania.

Doświadczenia. W dniu 30.I.65 i w dniu 9.XII.66 zanurzano bulwy frezji w 3% roztworze sacharozy na 2 i 18 godzin.

Otrzymane wyniki wskazują pewną tendencję do wzrostu liczby pędów u bulw z usuniętym pąkiem głównym pod wpływem sacharozy (tabela, 2, 5).

Asparagina

Według Nowotny-Mieczyskiej [51] kwas asparaginowy w małych stężeniach korzystnie wpływa na wzrost roślin.

Doświadczenia. W dniach 30.I.65 i 9.XII.66 zanurzano bulwy frezji w roztworze 0,1% asparaginy. W doświadczeniu z dnia 30.I.65 stwierdzono tendencję zwiększenia liczby pędów u bulw pozbawionych pąka głównego (tabele 2, 5).

Humian

Gumiński i Sulej [21] dodając do niewietrzonych kultur wodnych pomidorów humian frakcjonowany metodą Unger [60] uzyskali wzrost suchej masy pędów i korzeni siewek pomidorów. Frakcja humianu II przechodząca przez kolumnę tlenku glinu wiąże znaczną część żelaza i utrzymując ją w roztworze jest źródłem skompleksowanego żelaza dla roślin. Frakcja III zatrzymywana na kolumnie nie ma tej właściwości.

Doświadczenie: Zastosowano niefrakcjonowany humian oraz jego frakcje II i III o stężeniu 100 mg/l wody. W dniu 17.XI.65 moczono w tych roztworach bulwy frezji z pozostawionym i usuniętym pąkiem głównym w ciągu 1 godziny.

Wyniki badań nad kiełkowaniem bulw i wytworzeniem liczby pędów z jednej bulwy opracowane po 10 tygodniach wskazują na tendencję zwiększenia liczby pędów przez bulwy pod wpływem humianu (tabela 3). Istotna różnica między bulwami kontrolnymi a bulwami traktowanymi humianem wystąpiła wyłącznie w przypadku frakcji II humianu w działaniu na bulwy pozbawione pąka głównego.

Obserwacje roślin w okresie wzrostu wykazały korzystne działanie frakcji II humianu na tworzenie korzeni u nasady nowych bulw tworzących się na bulwach pozbawionych pąka głównego (tabela 9). Długość tych korzeni wynosiła przeciętnie 2,63 cm, gdy tymczasem korzenie roślin kontrolnych wynosiły 1,13 cm; korzenie bulw traktowanych

niefrakcjonowanych humianem i frakcją III wynosiły przeciętnie 0,5 i 0,1 cm długości. Długość korzeni pozostaje w prostym związku ze stopniem rozwoju korzeni w tych trzech kombinacjach doświadczenia. Bulwy potraktowane niefrakcjonowanym humianem wytworzyły 84,6% nowych bulw bez korzeni lub z ich zaczątkami, pod wpływem frakcji III 85,7%, bulwy kontrolne 72,8%, natomiast potraktowane frakcją II humianu tylko 41,7%.

U nowych bulw rozwijających się na bulwach z pozostawionym pąkiem głównym nie zaobserwowano wpływu humianu na system korzeniowy (tabela 8).

Czterochlorek węgla

Czterochlorek węgla (CCl_4) przerywa spoczynek pąków [3, 9] i wchodzi w skład „rindite”, tj. mieszaniny przyspieszającej kiełkowanie bulw ziemniaka i mieczyka [3, 61].

Doświadczenia.

a. W doświadczeniu z dnia 23.XII.64 zanurzano bulwy *Freesia refracta* w 1% roztworze CCl_4 w ciągu 18 godzin.

Pod wpływem CCl_4 bulwy frezji z pozostawionym pąkiem głównym i bulwy przepoczwarczające się wytworzyły istotnie większą liczbę pędów (tabela 1). Bulwy z usuniętym pąkiem głównym nie wykazały wzrostu liczby pędów pod wpływem CCl_4 . Bulwy z pozostawionym pąkiem głównym i bulwy przepoczwarczające się, aczkolwiek zwiększyły liczbę pędów, to jednak opóźniły kiełkowanie (ryc. 2).

Dokładną analizą roślin z tego doświadczenia przeprowadzona w dniu 27.I.65 wykazała uszkodzenie górnej części bulwy wraz z pąkiem głównym spowodowane CCl_4 (tabela 5, ryc. 5, 6), co w konsekwencji uwarunkowało rozwój uśpionych pąków.

b. Wyniki potwierdza również doświadczenie z dnia 30.I.65, w którym poddano działaniu 0,2% CCl_4 bulwy pozbawione pąka głównego (tabela 2).

Rodanek sodu i rodanek potasu

Denny [10, 11, 13, 17] za pomocą rodanku sodu, potasu lub amonu skutecznie przerywał spoczynek bulw ziemniaka. Autor ten stosował stężenie tych soli od 0,5—3,0%.

Doświadczenia.

a. W dniu 19.I.67 zdolne do skielkowania bulwki frezji odmiany 'Saffier' o wymiarach $0,5/0,5—1,0/1,4$ cm potraktowano roztworami rodanku sodu (Na CNS). Po 21 bulwek z każdej kombinacji moczo no przez 30 minut, 3 godziny lub 18 godzin w roztworach rodanku sodu o stę-

zeniu 0,5 i 1,0 i 2,0%. Potraktowanie bulwek rodankiem o stężeniu 1,0% w ciągu 30 minut i w ciągu 3 godzin dało kilkudniowe przyspieszenie kiełkowania, lecz nie wpłynęło na zwiększenie liczby pędów. Natomiast rodanek sodu w stężeniu 1 i 2%, w przypadku zanurzenia bulwek w ciągu 18 godzin, obniżył kiełkowanie bulwek około 20%.

b. Wcześniejsze doświadczenie (23.XII.64), w którym potraktowano rodankiem potasu (KCNS) o stężeniu 0,5 i 1,0% bulwy frezji z pozostawionym i usuniętym pakiem głównym oraz bulwy przepoczwarczające się, wykazało tendencję przyspieszenia kiełkowania bulw z pozostawionym pakiem głównym (ryc. 2). Liczba pędów z bulw pozbawionych paka głównego i z bulw przepoczwarczających się w tym doświadczeniu była istotnie mniejsza od liczby pędów bulw kontrolnych (tabela 1).

c. W doświadczeniu z dnia 30.I.65 nad wpływem rodanku potasu na bulwy z usuniętym pakiem głównym nie stwierdzono różnicy w liczbie pędów między bulwami traktowanymi rodankiem potasu a bulwami kontrolnymi (tabela 2).

Azotan i siarczan potasu

Vegis [61], wśród związków przyspieszających rozwój paków spoczynkowych roślin, wymienia między innymi azotan i siarczan potasu.

Doświadczenia

a. W doświadczeniu z dnia 17.XI.65 zanurzano bulwy *Freesia hybrida* z pozostawionym i usuniętym pakiem głównym w ciągu 1 godziny w 0,06% roztworze KNO_3 i w 0,05% roztworze K_2SO_4 . Bulwy pozbawione paka głównego (tabela 3) pod wpływem azotanu i siarczanu potasu zwiększyły istotnie liczbę pędów. W przypadku bulw z pozostawionym pakiem głównym, nie zaznaczył się wpływ tych związków na zwiększenie liczby pędów. Nie zaobserwowano wpływu tych związków na wykształcanie korzeni (tabela 9, ryc. 7).

b. W doświadczeniu z dnia 30.I.65 nie obserwowano wpływu 0,1% roztworu azotanu potasu na wytworzenie liczby pędów (tabela 2).

c. W doświadczeniu z dnia 19.I.67 zanurzano po 21 bulwek frezji zdolnych do skielkowania, odmiany 'Margaret' o wymiarach $0,6/0,6-1,0/1,4$ cm w roztworze azotanu potasu o stężeniu 0,5 i 1,0% w ciągu 30 minut, 3 godzin i 18 godzin. Nie zaobserwowano oddziaływania azotanu potasu na kiełkowanie bulwek. Bulwki skielkowały w 100% i to równocześnie z bulwami kontrolnymi.

Kwaśny selenin sodu

Stosując kwaśny selenin sodu ($NaHSeO_3$) udało się pobudzić do rozwoju pozostające w spoczynku paki storczyków (58).

Tabela 9 — Table 9

Wpływ różnych substancji na rozwój pierwszego korzenia u nasady nowo tworzącej się bulwy *Freesia hybrida*
Effects of different substances on the development of the 1st root at the base of new forming corm *F. hybrida*
Doświadczenie (Experiment) 17.XI.65.

Substancje, Substances	Liczba bulw Num- ber of corms	Liczba bulw z pędami Number of corms with shoots						I-szy korzeń — 1-st root							
		6	5	4	3	2	1	0	razem total	brak diffic.	długość w cm, length in cm				
											0,1— 0,3	0,4— 1,2	1,3— 3,5		
														— x	
Bulwy z pąkiem głównym — Corms with the main bud															
Kontrolne, Control	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	12,30	
Witaminy, Vitamins 5 mg/l	6	0	0	0	0	1	5	0	7	0	0	0	7	11,50	
Humian, Humate, całość, total	6	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	6	8,58	
— — frakcja II	6	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	6	6,65	
— — frakcja III	6	0	0	0	0	2	4	0	8	1	1	0	4	5,24	
— — frakcja III	6	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	4	9,66	
KNO ₃ 0,06%	6	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	5	7,30	
K ₂ SO ₄ 0,05%	6	0	0	0	0	1	4	0	10	4	0	0	6	5,30	
Promieniowanie, Radiation 500 r	6	0	0	0	0	1	5	0	8	0	1	0	4	6,33	
Promieniowanie, Radiation 1000 r	6	0	0	0	0	1	5	0	8	0	1	0	4	6,33	
Bulwy bez pąka głównego — Corms without the main bud															
Kontrolne, Control	6	0	0	1	1	1	2	1	11	4	4	0	1	1,13	
Witaminy, Vitamins 5 mg/l	6	0	0	2	1	2	1	0	16	2	6	6	2	1,24	
Humian, Humate, całość, total	6	0	0	1	2	0	3	0	13	9	2	1	1	0,05	
— — frakcja II	6	0	0	0	2	1	3	0	12	2	3	0	3	2,63	
— — frakcja III	6	0	1	0	1	3	0	1	14	8	4	1	1	0,01	
— — frakcja III	6	0	0	0	3	2	1	0	14	5	3	1	4	1,14	
KNO ₃ 0,06%	6	0	0	0	2	1	1	0	17	7	5	1	3	1	0,87
K ₂ SO ₄ 0,05%	6	1	0	0	1	1	3	0	14	7	4	2	1	0,80	
Promieniowanie, Radiation 500 r	6	0	0	0	1	1	3	0	14	7	4	2	1	0,80	
Promieniowanie, Radiation 1000 r	6	0	0	0	5	1	0	0	17	9	4	1	3	0	0,44

Doświadczenia

a. W przeprowadzonych próbach w dniach 23.XII.64 i 30.I.65 z kwaśnym seleninem sodu w stężeniu 0,01 i 0,005% nie udało się pobudzić do rozwoju uspionych pąków bulw frezji (tabele 1, 2).

b. W doświadczeniu 19.I.67 zanurzano po 21 bulwek frezji zdolnych do skielkowania odmiany 'Margaret' o wymiarach $0,6/0,6—1,0/1,4$ cm w roztworze kwaśnego seleninu sodu o stężeniu 0,5 i 1,0% w ciągu 30 minut, 3 godziny i 18 godzin. Kwaśny selenin sodu nie wpłynął na zwiększenie liczby pędów z jednej bulwki, natomiast w obu zastosowanych koncentracjach, w ciągu 18 godzin zanurzania bulwek, spowodował spadek kiełkowania około 50%.

Tiomocznik

Tiomocznik (NH_2CSNH_2) hamuje rozwój pąka wierzchołkowego i jednocześnie pobudza do rozwoju pąki bazalne bulw ziemniaka [3, 11, 12].

Doświadczenia

a. W dniu 19.I.67 zdolne do skielkowania bulwki frezji odmiany 'Saffier' o wymiarach $0,5/0,5—1,0/1,4$ cm zanurzano w roztworach tiomocznika o stężeniu 0,5, 1,0 i 2,0% w ciągu 30 minut, 3 godzin i 18 godzin. W każdej kombinacji było po 21 bulwek. Tiomocznik w najniższym stężeniu (0,5%) przy zanurzeniu bulwek w ciągu 30 minut, jak i w ciągu 3 godzin, przyspieszył kiełkowanie o 7—14 dni, natomiast wyższe stężenia tiomocznika i najniższe stężenia przy 18-godzinym zanurzeniu obniżyły % skielkowanych bulwek o 10—30%. Nie zaobserwowano zwiększenia liczby pędów pod wpływem tiomocznika.

b. W doświadczeniu z dnia 26.X.66 potraktowano tiomocznikiem bulwy *Freesia refracta* i *F. hybrida* z pozostawionym i z usuniętym pąkiem głównym. Zastosowano 1% roztwór tiomocznika, w którym moczo bulwy w ciągu 1 godziny. Nie stwierdzono wpływu tiomocznika na przyspieszenie kiełkowania i na zwiększenie liczby pędów.

Etylenochlorohydryna

Wstępne doświadczenie wykazało najefektywniejsze działanie etylenochlorohydryny w pobudzeniu do rozwoju uspionych pąków bulw frezji spośród wszystkich badanych czynników. Dlatego też zaistniała konieczność dalszych, bardziej szczegółowych badań nad właściwym stosowaniem tego środka dla zwiększenia współczynnika wegetatywnego rozmnażania frezji, które przedstawiono w II części tej pracy.

Promieniowanie jonizujące

Bulwy ziemniaka pod wpływem jednorazowej dawki promieni X i promieni gamma dały większą liczbę bulw, jednakże o mniejszej wielkości, natomiast podkiełkowane bulwy dzikiego gatunku *Solanum jamesii* pod wpływem promieni X o dawce 1500 r dały większą liczbę bulw i o większych rozmiarach [22]. Podziemne pędy roślin z rodziny *Iridaceae* i *Liliaceae*, w przeciwieństwie do korzeni, reagują w mniejszym stopniu na promieniowanie jonizujące [22]. Ostre i ciągle promieniowanie X i promieniowanie gamma powoduje u roślin rozwój uspio-nych pąków bocznych leżących blisko podstawy pędu [22].

Doświadczenia

a. Napromieniowano bulwy *Freesia hybrida* promieniami gamma z ^{60}Co o intensywności 5 r/godz. w sumie 500 i 1000 r po 18 bulw w kombinacji, w listopadzie 1965.

Wyniki przedstawiono w tabeli 3. Zastosowane dawki promieniowania zwiększyły liczbę pędów i to w przypadku bulw z usuniętym jak i z pozostawionym pąkiem głównym, jednakże różnice pozostają na ogół w granicach błędu. Dodatkowo zaobserwowano przyspieszenie kiełkowania o 1—2 tygodni bulw z usuniętym pąkiem głównym.

b. W dniach 22—23.X.66 poddano promieniowaniu gamma z ^{60}Co zdolne do skielkowania bulwy frezji; bulwy *F. hybrida* odmiany 'Saffier' i 'Mieszane' o średnicy 1,4—2,1 cm w ilości 80 bulw odmiany pierwszej i 40 bulw odmiany drugiej w każdym obiekcie poddano ostremu promieniowaniu o intensywności 28,00—224,33 r/godz. w następujących dawkach: 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 i 8000 r.

W drugim i trzecim tygodniu od wysadzenia bulw zaobserwowano kilkudniowe przyspieszenie kiełkowania bulw poddanych dawkom od 1000—3000 r, a po upływie miesiąca, niezależnie od dawki promieniowania, bulwy skielkowały w 100%. Promieniowanie nie wpłynęło na zmianę liczby pędów z jednej bulwy i na plonowanie bulw.

Pole elektryczne

Pole elektryczne o wysokim napięciu może wywołać zmiany fizjologiczne, morfologiczne i genetyczne roślin [49, 54]. Według Serfa [54] pole elektryczne stymuluje kiełkowanie nasion, zwiększa zawartość węglowodanów i witamin w roślinach wyrosłych z nasion poddanych jego działaniu. Pod wpływem pola elektrycznego stwierdzono wzrost aktywności katalazy w nasionach ogórków, kukurydzy i grochu [47]. Kukułczanka [35] poddając nasiona i bulwki frezji promieniowaniu pola elektromagnetycznego, podobnego w działaniu do pola elektrycznego [54], uzyskała wzrost zdolności kiełkowania nasion o 4—26%, a bulwek o 8—35%.

Tabela 10 — Table 10

Wpływ pola elektrycznego na bulwy frezji — Liczba pędów z jednej bulwy
Effects of the electric field on the corms of *Freesia* — The number of shoots on one corm

		Kontrolne Control	Pole elektryczne inhomogeniczne Inhomogeneous electric field				Pole elektryczne homogeniczne Homogeneous electric field			
			3 kV/ cm	4 kV/ cm	5 kV/ cm	8 kV/ cm	3 kV/ cm	4 kV/ cm	5 kV/ cm	8 kV/ cm
<i>Freesia hybrida</i> :										
'Wit'	bulwy corms	0,6	1,50	0,92	0,96	—	0,83	1,04	0,83	—
'Wit'	bulwki cormlets	0,83	0,96	0,79	0,96	—	1,00	0,71	1,00	—
'Rood-rose'	bulwy corms	1,71	1,43	—	1,52	—	1,05	—	1,33	—
'Rood-rose'	bulwki cormlets	0,90	0,67	—	0,67	—	0,43	—	0,67	—
'Mix'	bulwy corms	1,33	1,09	—	1,05	1,09	1,19	—	1,33	1,09
<i>Freesia refracta</i> :										
	bulwy corms	0,38	0,86	—	0,81	0,29	0,33	—	0,38	0,24
	bulwki cormlets	0,19	0,33	—	0,33	0,19	0,52	—	0,43	0,43

Doświadczenia. Wpływ pola elektrycznego badano na bulwach i bulwkach *Freesia refracta* i na 3 odmianach *F. hybrida*. Zastosowane bulwy były w różnych fazach spoczynku: bulwy odmiany 'Wit' w bezwzględnym spoczynku, odmiany 'Mieszane' po 2 miesiącach od zbioru, bulwy odmiany 'Rood-rose' zdolne już do skielkowania i zdolne do skielkowania bulwy *F. refracta*, lecz przesuszone na skutek długiego składowania. Wszystkie bulwy elektryzowano w ciągu 10 sekund w polu inhomogenicznym i homogenicznym w zróżnicowanym napięciu: 3 kV/cm, 4 kV/cm, 5 kV/cm i 8 kV/cm. W poszczególnych kombinacjach było 21 lub 24 bulwy.

Wyniki doświadczeń otrzymane po 10 lub 12 tygodniach od wysadzenia bulw zestawiono w tabeli 10. Analiza statystyczna wykazała istotną zmienność populacji, natomiast nie wykazała istotnej zmienności wpływu pola elektrycznego. Wyniki uzyskane dla niektórych kombinacji wprawdzie wskazują na korzystny wpływ pola elektrycznego na kiełkowanie bulw i wytworzoną liczbę pędów z jednej bulwy, jednak duża zmienność wewnątrzobiektoowa nie pozwala udowodnić ich istot-

ności. W porównaniu z bulwami kontrolnymi, korzystny wpływ pola inhomogenicznego zaznaczył się u bulw odmiany 'Wit' przy dawce 3 kV/cm i u bulw *F. refracta* przy dawkach 3 i 5 kV/cm. Korzystniejszy wpływ pola inhomogenicznego niż homogenicznego na kiełkowanie bulw frezji stwierdziła autorka wcześniej [35].

Ultradźwięki

Zastosowane w odpowiednich warunkach ultradźwięki mogą stymulować kiełkowanie nasion, wzrost i rozwój roślin oraz mogą spowodować wzrost plonu [29, 39]. Za pomocą ultradźwięków przyspieszono kiełkowanie nasion kukurydzy [19] oraz nasion buraka cukrowego [1].

Doświadczenie. W dniu 19.V.66 poddano działaniu ultradźwięków bulwy 4 odmian *Freesia hybrida* po 20 bulw w każdej kombinacji, w aparacie o częstotliwości 800 kHz stosując dawki 5 W/cm² i 2,5 W/cm² w ciągu 1 minuty (4×15'') i 3 minuty (3×1') w wodzie i w temperaturze 18—24°C.

Nie obserwowano wpływu ultradźwięków na kiełkowanie bulw frezji oraz na zmianę liczby pędów.

DYSKUSJA

Bulwa frezji, jako podziemny pęd o skróconych międzywęźlach podlega tym samym prawom rozwoju, co i pęd nadziemny, a zatem i u bulwy frezji występuje dominacja apikalna hamująca rozwój uspio-nych pąków pachwinowych.

Z zastosowanych zabiegów decydującym o rozwoju pąków pachwinowych był zabieg usunięcia pąka głównego, który w przypadku bulw frezji o średniej wielkości dawał średnio od 2 do 3 pędów z bulwy. Z innych zastosowanych tu zabiegów, podobny efekt rozwoju pąków pachwinowych i uzyskania liczby pędów daje etylenochlorohydryna, co szczegółowo opracowano w drugiej części tej pracy.

Czterochlorek węgla i hydrazyd kwasu maleinowego również efektywnie pobudzały do rozwoju pąki pachwinowe przy obecności pąka głównego, przy czym CCl₄ niszczył górną część bulwy wraz z pąkiem głównym, natomiast hydrazyd kwasu maleinowego nie obniżając poziomu wolnych auksyn [2] działał jako ich metaboliczny antagonist [41], a zatem w obu przypadkach zniesiona została dominacja apikalna. Stosowanie zatem hydrazidu kwasu maleinowego w pobudzaniu do rozwoju pąków pachwinowych bulw frezji rokuje możliwość praktycznego zastosowania tej substancji dla zwiększenia współczynnika wegetatywnego rozmnażania frezji. Niepożądanym zjawiskiem wywołanym tym hydrazidem jest zahamowanie rozwoju korzeni u nasady nowo tworzących się bulw, które, jak stwierdzono, mają istotne znaczenie dla dalszego rozwoju rośliny frezji [36, 50].

Takie substancje, jak witaminy z grupy B, kwas α -naftalenoctowy, kinetyna, frakcja II humianu, sacharoza, w niektórych przypadkach również i asparagina, azotan i siarczan potasu, nie zwiększając liczby pędów z bulwy frezji z pozostawionym pakiem głównym, zwiększały liczbę pędów dopiero po usunięciu paka głównego, a zatem substancje te nie znoszą apikalnej dominacji, natomiast stwierdzono, że ułatwiają one znacznie rozwój pobudzonych już do rozwoju pachwinowych paków po zniesieniu apikalnej dominacji. Apikalna dominacja zależy m. in. od współdziałania auksyn i kinetyny w roślinie [62, 63], a zatem można przypuszczać, że ilość podanej kinetyny w przeprowadzonych doświadczeniach była niewystarczająca dla zniesienia apikalnej dominacji frezji. Z tych też względów, w dążeniu do zwiększania współczynnika rozmnażania wegetatywnego frezji, wydaje się słuszne stosowanie niektórych tych substancji obok czynnika znoszącego dominację apikalną, zwłaszcza przy mechanicznym usunięciu paka, tym bardziej, że większość z tych substancji powoduje również wcześniejszą inicjację korzeni, ich silniejszy rozwój u nowo tworzących się bulw u nasady wybijających pędów.

Trzeba też zaznaczyć, że zastosowany glutation nie wpływający na rozwój paków bulw frezji, w przeciwieństwie do bulw ziemniaka [23, 28], korzystnie wpływa jedynie na rozwój korzeni. Niewystąpienie pożądanego efektu działania glutationu na bulwy frezji, jaki w miernym stopniu uzyskiwali jednak Guthrie [23] i Hemberg [28] u ziemniaka, można by tłumaczyć z jednej strony różnicą metabolizmu bulw frezji i bulw ziemniaka, u których w metabolizmie szczególne znaczenie wydaje się mieć glutation, z drugiej zaś strony tym, że znacznie łatwiej jest pobudzić do rozwoju uspione paki ziemniaka — bardziej wykształcone — aniżeli paki frezji.

W działaniu auksyn na bulwy frezji z pozostawionym pakiem głównym stwierdzono tendencję hamowania rozwoju paków. Bulwy z usuniętym pakiem nie wykazały reakcji na IAA, natomiast zareagowały na NAA zwiększeniem liczby pędów. Reakcja paków na auksyny zależna jest w dużym stopniu od ich stężenia, dlatego też różni autorzy otrzymywali różne wyniki, co zniechęcało uczonych do dalszych badań w tym zakresie [45, 61]. Istotne znaczenie w tym przypadku muszą mieć wzajemne stosunki między substancjami czynnymi w bulwach, różne w różnym stanie fizjologicznym bulw. Stan fizjologiczny bulw frezji jest zależny między innymi od czasokresu i temperatury ich składowania, od właściwości odmianowych, od warunków wypełniania i dojrzewania bulw, a zatem od czynników, które należałoby rozważyć w dalszych doświadczeniach nad stosowaniem auksyn w przerywaniu spoczynku i w pobudzaniu do rozwoju paków pachwinowych. Dlatego też wydaje się słuszniejsze zastosowanie związków chemicznych nie zwią-

zanych bezpośrednio z metabolizmem roślin lub takich czynników fizycznych, które mogą pobudzić do rozwoju uśpione pąki, a jednocześnie ukierunkować przemiany biochemiczne związane z inicjalnymi procesami rozwoju pąków.

Ze związków chemicznych, w niniejszym zakresie pracy, nie dały żadnych efektów kumaryna, chlorek chlorocholiny, kwaśny selenin sodu, tiomocznik oraz rodanek sodu i potasu. Niewystąpienie pożądanego efektu działania tiomocznika, rodanku sodu i rodanku potasu na bulwy frezji, jaki uzyskiwał D e n n y u ziemniaka [10, 11, 12, 13, 17], można podobnie tłumaczyć, jak w przypadku rozbieżności efektów działania glutationu na bulwy ziemniaka i frezji.

Reakcja bulw frezji na giberelinę zasługuje na szczególną uwagę. Giberelina przyspieszała bowiem o kilka dni wybijanie pędów głównych z bulw z pozostawionym pakiem głównym, natomiast pod wpływem gibereliny rozwijała się mniejsza liczba pędów z uśpionych pąków pachwinowych z bulw pozbawionych pąka głównego. Giberelina tym bardziej zmniejszała liczbę pędów, im wyższe było jej stężenie. Zgodnie z sugestią V e g i s a [61] można przypuszczać, że giberelina nie jest w stanie pobudzić do rozwoju pąki w bezwzględny spoczynku. Według innych autorów [48], szczególnie zaś radzieckich i amerykańskich, giberelina znalazła już szerokie zastosowanie praktyczne w przerywaniu spoczynku i przyspieszaniu kiełkowania bulw ziemniaka. Według autorki giberelina nie nadaje się do pobudzenia uśpionych pąków frezji. Należy zaznaczyć, że substancja ta niekorzystnie wpływa na ukorzenie nowo tworzących się bulw.

W niektórych doświadczeniach z zastosowaniem kombinacji kontrolnych bulw suchych i zanurzanych w wodzie obserwowano tendencję niekorzystnego wpływu zanurzania bulw na liczbę wytworzonych z nich pędów. Jednakże zanurzanie bulw w roztworach witamin z grupy B we wszystkich przypadkach było korzystne dla zamierzonego efektu, a zatem można przypuszczać, że moczenie bulw frezji pozbawia je pewnych czynnych substancji.

Zastosowane czynniki fizyczne, a więc promieniowanie gamma z ^{60}Co , pole elektryczne i ultradźwięki nie dały oczekiwanych rezultatów. Można przypuszczać, że tak jak mieczyk, tak i frezja może wykazywać dużą tolerancję wobec promieniowania [20]. W stosowanym zakresie promieniowania zaznaczyła się tendencja do zwiększenia liczby pędów. Być może wyższe dawki promieniowania o mniejszej intensywności mogłyby definitywnie zwiększyć współczynnik wegetatywnego rozmnażania frezji, jednak pewnie nie bez ujemnego wpływu na rozwój roślin w następnych pokoleniach.

Bardzo zróżnicowane wyniki w pobudzeniu do rozwoju uśpionych pąków frezji, jakie otrzymano pod wpływem pola elektrycznego, wska-

zują na konieczność dalszych badań, tym bardziej że pozytywne wyniki kiełkowania uzyskano z bulwami frezji [35]. Niezgodność wyników z wynikami jakie otrzymano z bulwkami frezji w poprzedniej pracy [35] prawdopodobnie pozostaje w związku z różnicą wielkości bulw i z różnicą ich stanu spoczynkowego.

Najefektywniejsza w pobudzeniu uspionych pąków frezji etylenochlorohydryna nie pobudziła jednak tych pąków do rozwoju u bulw pozostających w stanie bezwzględnego spoczynku (patrz II część pracy). Dlatego też w niniejszych badaniach stosowano jedynie bulwy frezji zdolne już do skielkowania, o dobrze wykształconym pąku głównym, a więc według Szalai'a [57] pozostające w końcowej fazie mobilizacji. Podobnie też nie udało się pobudzić uspionych pąków przepoczwarczających się bulw frezji, bowiem według van de Nesa [54] takie bulwy są w stanie głębokiego spoczynku. Trzeba zaznaczyć, że pora roku nie miała wpływu na wyniki doświadczeń. Te same doświadczenia przeprowadzone w różnej porze roku dały te same wyniki.

Zastosowanie metody pobudzenia do rozwoju uspionych, pachwinowych pąków bulw frezji celem zwiększenia ich współczynnika rozmnażania wegetatywnego, przy równoczesnym zastosowaniu najkorzystniejszych warunków uprawy dla uzyskania dużego liczbowo i wagowo plonu bulw, opracowanych przez Mansoura [42] wydaje się być ze wszechmiar słuszne i winno znaleźć praktyczne zastosowanie.

WNIOSKI

1. Zniesienie dominacji apikalnej pobudza do rozwoju uspięne pąki pachwinowe bulw frezji, tymże samym zwiększa liczbę pędów, a w następstwie liczbę bulw.
2. Z 23 badanych czynników najefektywniej pobudza do rozwoju uspięne pąki pachwinowe bulw frezji usunięcie pąka głównego bulw.
3. W mniejszym stopniu efektywne w pobudzaniu uspionych pąków bulw frezji są czterochlorek węgla i hydrazyd kwasu maleinowego.
 - a) Czterochlorek węgla uszkadza górną część bulwy wraz z pąkiem głównym i w ten sposób znosi dominację apikalną.
 - b) Hydrazyd kwasu maleinowego pobudza do rozwoju uspięne pąki pachwinowe niezależnie od obecności pąka głównego.
4. Witaminy B₁, B₆ i PP, kwas α -naftalenoctowy, kinetyna, frakcja II humianu, sacharoza, a w niektórych przypadkach także azotan i siarczan potasu oraz asparagina nie znoszą apikalnej dominacji bulw frezji, natomiast ułatwiają rozwój pobudzonych już pąków pachwinowych.
5. Giberelina (Gibrescol) przyspiesza wybijanie głównego pędu,

a jednocześnie hamuje rozwój uśpionych pąków bulw frezji niezależnie od obecności pąka głównego.

6. Kwas β -indoliloctowy, kumaryna, glutation, chlorek chlorocholiny, kwaśny selenin sodu, tiomocznik, rodanek sodu i rodanek potasu oraz ultradźwięki nie pobudzają do rozwoju uśpionych pąków bulw frezji.

7. Wyniki doświadczeń nad wpływem promieniowania jonizującego i pola elektrycznego na pobudzanie do rozwoju pąków bulw frezji wskazują na konieczność dalszych szerszych badań.

8. Witaminy B₁, B₆ i PP, kinetyna, kwas α -naftalenoctowy, kwas β -indoliloctowy (w pewnych tylko koncentracjach), frakcja II humianu i glutation stymulują rozwój pierwszego korzenia u nasady nowo tworzących się bulw.

9. Giberelina (Gibrescol), hydrazyd kwasu maleinowego i frakcja III humianu hamują rozwój korzeni u nowych bulw.

10. Mechaniczne usunięcie pąka głównego, czterochlorek węgla i hydrazyd kwasu maleinowego dają możliwość zwiększenia współczynnika rozmnażania wegetatywnego frezji. Może to znaleźć praktyczne zastosowanie do szybkiego rozmnażania nowo wyhodowanych poliploidalnych odmian *Freesia hybrida*, rozmnażanych wyłącznie wegetatywnie i o małej zdolności tworzenia przybyszowych bulwek.

Ogród Botaniczny U. Wr.
we Wrocławiu

(Wpłynęło dn. 29.11.1968 r.)

SUMMARY

The purpose of the investigations on the coefficient of vegetative propagation of freesia, started in 1964, was to find a possibility of quick propagation of newly obtained polyploidal varieties of *Freesia hybrida* which can be reproduced only vegetatively. This may be achieved by stimulating the development of dormant axillary buds of freesia corms in order to obtain a greater number of shoots, and consequently, a greater number of corms.

In numerous experiments the effect of 23 factors in stimulation of the development of dormant freesia buds has been investigated. Since the most effective factor is the removal of the main bud of the corm eliminating the apical dominance, the effect of individual chemical and physical factors has been investigated on freesia corm with and without the main bud.

From among the chemical compounds investigated the effect of growth regulators — substances which are products of plant metabolism, as well as the effect of organic and inorganic chemical compounds not present in plants. All chemical compounds were used in the form of solutions of various concentrations. The corms were soaked in them from 20 minutes to 18 hours.

Carbon tetrachloride and maleic acid hydrazide proved to be less effective than the removal of the main bud. It is however, of interest that hydrazide exerts a positive effect both on corms with and without the main bud.

Vitamins (B_1 , B_6 and PP), α -naphthylacetic acid, kinetin, fraction II of humate, saccharose, and in some cases potassium nitrate and potassium sulphate as well as asparagine, do not eliminate the apical dominance of corms, nevertheless they facilitate the development of the already stimulated axillary buds. Therefore the above substances may be used additionally after the apical dominance has been eliminated by mechanical removal of the main bud. Vitamins (B_1 , B_6 and PP), kinetin, β -indylacetic acid, and some concentrations of α -naphthylacetic acid, fraction II of humate, and glutathione stimulate the development of 1st root at the base of the newly formed corms, whereas gibberellin, maleic, acid hydrazide and fraction III of humate inhibit the development of this root. Gibberellin accelerates the sprouting of the main shoot but at the same time inhibits the development of the dormant axillary buds both in corms with and without the main bud.

β -Indolyl acetic acid, coumarin, glutathione, 2-chloroethyl chloride, sodium-biselenite, thiourea, sodium thiocyanate and potassium thiocyanate do not stimulate the dormant axillary buds of freesia corms to development.

Among physical factors the effects of gamma radiation (from ^{60}Co), electric field and micro-sounds were investigated. Since the effect of the first two factors was either positive or negative (depending upon the experiment) further investigations should be continued. Micro-sounds do not stimulate dormant buds to the development. Mechanical removal of the main bud, carbon tetrachloride and maleic acid hydrazide afford the possibility of increasing in practice the coefficient of vegetative propagation of freesia corms.

LITERATURA

1. Andrianow W. M., 1964, Morfologiczeskije izmjenjenija sjemjennikow, wyzwannyje wezdiejstwjem ultrazbuka. Biologiczeskoje djestwie ultrazbuka w swjerch wysokoczastotnych elektromagnitnych koljebanij, Ak. Nauk SSR. Naukowa Dumka — Kiew: 30—46.
2. Audus L. J., 1959, Plant growth substances. Plant science monographs, London.
3. Avery G. S. Jr., Johnson E. B., Addoms R. M., Thomson B. F., 1947, Breaking dormancy with chemicals, Hormones and Horticulture, Mc Graw-Hill Publ. New York and London: 238—262.
4. Bakker J., Sytsema W., 1967, Groeiremming bij Lelie. Proefstation v.d. Bloemisterij in Nederland te Aalsmeer, Jaarverslag 82—83.
5. Barbacki S., 1951, Doświadczenia kombinowane, PWRiL, Warszawa.
6. Baruch E. R., Quak F., 1966, Virus-free plants of Iris 'Wedgwood' obtained by meristem culture, Neth. J. Plant Path. 72: 270—273.
7. Brants D. H., Vermeulen H., 1965, Production of virus-free freesia's by means of meristem culture, Neth. J. Plant Path. 71: 25—27.
8. Champagnat P., 1965, Physiologie de la croissance et de l'inhibition des bourgeons: Dominance apicale et phénomènes analogues. Ruhland, Handbuch der Pflanzen physiologie, XV/1: 1106—1159.
9. Curtis O. F., Clark D. G., 1958, Wstęp do fizjologii roślin, PWRiL, Warszawa.
10. Denny F. E., 1926a, Hastening the sprouting of dormant potato tubers, Contrib. f. Boyce Thompson Inst. 1: 59—66.
11. Denny F. E., 1926b, Second report on the use of chemicals for hastening the sprouting of dormant potato tubers, Contrib. f. Boyce Thompson Inst. 1: 169—179.

12. Denny F. E., 1926c, Effect of thiourea upon bud inhibition and apical dominance of potato, *Contrib. f. Boyce Thompson Inst.* 1: 154—167.
13. Denny F. E., 1928, The importance of temperature in the use of chemicals for hastening the sprouting of dormant potato tubers, *Contrib. f. Boyce Thompson Inst.* 1: 373—382.
14. Denny F. E., 1929, Chemical changes induced in potato tubers by treatments that break the rest period, *Contrib. f. Boyce Thompson Inst.* 2: 131—142.
15. Denny F. E., 1930, Sucrose and starch changes in potatoes treated with chemicals that break the rest period, *Contrib. f. Boyce Thompson Inst.* 2: 580—591.
16. Denny F. E., 1945, Further tests of the use of the methyl ester of alpha-naphtaleneacetic acid for inhibiting the sprouting of potato tubers, *Contrib. f. Boyce Thompson Inst.* 14: 15—20.
17. Denny F. E., Miller L., 1935, Further experiments on shortening the rest period of potato tubers, *Contrib. f. Boyce Thompson Inst.* 7: 157—181.
18. Doorenbos J., 1958, Effect of gibberellic acid on sprouting of potatoes, *Netherl. J. agric. Sci.* 6: 267—270.
19. Elpinjer I. J., Bronskaja L. M., 1959, O wozdziejstwie niektórych fizyko-chemicznych stymulirujuszczych dzejstwiu ultrazwukowych woli na wschożest sjemjan kukuruzy, *Dokl. A. N. SSSR*, 128, 5: 1073—1078.
20. Evans H. J., Sparrow A. H., 1961, Nuclear factors affecting radiosensitivity. Brookhaven Natl. Lab. US. AEC report BNL (C-31): 101—124. Brookhaven Symp. in Biology 14.
21. Gumiński S., Sulej J., 1967, Le relation entre les certaines qualites physicochimiques des composes humiques et leur activite biologique, *Acta Soc. Bot. Pol.* 36 (1): 109—122.
22. Gunckel J. E., 1965, Modifications of plant growth and development induced by ionizing radiations, Ruhland W., *Handbuch der Pflanzen physiologie* XV/2: 365—382.
23. Guthrie J. D., 1933, Change in the glutathione content of potato tubers treated with chemicals that break the rest period, *Contr. Boyce Thompson Inst.* 5: 331—350.
24. Guthrie J. D., 1937, Factors influencing the development of ascorbic acid and glutation in potato tubers following treatment with ethylene chlorhydrin, *Contr. Boyce Thompson Inst.* 9: 17—39.
25. Guthrie J. D., 1938, The utilization of sulphate in the synthesis of glutathione by potato tubers following treatment with ethylene chlorhydrin, *Contr. Boyce Thompson Inst.* 9: 233—234.
26. Hartsema A. M., 1962a, Bloemaanleg en bloei van *Freesia hybrida* 'Buttercup' na verschillende temperatuur behandelingen. Mededel. — Landbouwhoghe School, Wageningen 62—13: 1—26.
27. Hartsema A. M., 1962b, Temperature treatment of *Freesia* tubers, XVI th International Horticult. Congress, Brussels: 298—304.
28. Hemberg T., 1965, The significance of inhibitors and other chemical factors of plant origin in the induction and breaking of rest period, Ruhland, *Handbuch der Pflanzen physiologie*, XV/2: 667—698.
29. Hesse R., 1952, Zur Wirkung der Ultraschallbehandlung von Samen auf die Keimung und das nachfolgende Wachstum von Pflanzen. *Flora* 139: 565—589.
30. Knypl J. S., 1965, Biologiczna czynność kumaryny (rozprawa doktorska).
31. Krietowicz W., 1955, *Biochemia roślin*, PWRiL, Warszawa.

32. Kukulczanka K., 1965a, Podstawy uprawy *Freesia hybrida*, Hasło Ogrodniczo-Roln. 8.
33. Kukulczanka K., 1965b, Przyspieszona uprawa *Freesia hybrida*, Ogrodnictwo 9.
34. Kukulczanka K., 1966, Możliwości i metody uprawy frezji, Przegl. Inform.-Zieleń Miejska, Inst. Gosp. Komunalnej (2): 49—58.
35. Kukulczanka K., 1967, Wpływ elektromagnetycznego pola o wysokiej częstotliwości na zdolność kiełkowania nasion i łuskobulw *Freesia hybrida*, Biul. Inst. Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 1—2: 63—65.
36. Kukulczanka K., 1969, Frezja (*Freesia hybrida* hort.). Uprawa i hodowla, PWRiL, Warszawa.
37. Kurz L., Kummerow J., 1957, Brechung der Ruheperiode von Hydrocharis durch kinetin, Naturwissenschaften 5: 121—128.
38. Leopold A. C., 1960, Auxins and plant growth, University of California Press.
39. Limar R. S., 1960, Spjecificznost djeistwija ultrazwuka na sjemjena niekotorych rastjenij, Botaniczjeskij Żurnał, 45: 1166—1169.
40. Łukasiewicz A., 1962, Morfologiczno-rozwojowe typy bylin, Prace Kom. Biol. Poznań. T.P.N. 27, 1.
41. Maciejewska-Potapczykowa W., 1967, Substancje wzrostowe roślin, PWRiL, Warszawa.
42. Mansour B. M. M., 1968, Effects of temperature and light on growth, flowering and corm formation in freesia, Mededel. Landbouwhogeschool Wageningen, Nederland 68—8: 1—76.
43. Michniewicz M., 1963, Regulatory wzrostu roślin o właściwościach antygibereliny i perspektywy praktycznego ich stosowania, Postępy Nauk Roln. 5: 57—64.
44. Michniewicz M., 1964, Stan badań nad chlorkiem chlorocholiny i związków pokrewnych ze szczególnym uwzględnieniem efektów i możliwości stosowania w rolnictwie, Postępy Nauk Roln. 6: 25—38.
45. Michniewicz M., 1966, Krytyczna ocena dotychczasowego stanu badań i perspektywy praktycznego stosowania substancji wzrostowych, Postępy Nauk Roln., 4: 77—97.
46. Michniewicz M., 1968, Retardanty wzrostu roślin — perspektywy ich praktycznego stosowania, Ogrodnictwo 6: 161—164.
47. Mihalyfi J. P., Serf L., 1967, Catalase activity of the speed as affected by electric fields, Acta Agronomica Scient. Hungaricae 16: 335—338.
48. Muromcew G. S., Pieńkow L. A., 1964, Gibereliny, PWRiL, Warszawa, s: 199—205, 214—256.
49. Murr L. E., 1963, Plant growth response in a stimulated electric field-environment, Nature 200: 490—491.
50. Nes van de A.G.A., 1964, De teelt van freesia's, Zwolle.
51. Nowotny-Mieczyska A., 1965, Fizjologia mineralnego żywienia roślin, PWRiL, Warszawa: 15P—182.
52. Pieniążek J., 1964, Kinetin induced breaking of dormancy in 8-months old apple seedlings of Antonovka variety, Acta Agrobotanica 16: 157—169.
53. Rakitin J. W., 1961, Ispolzowanije chemiczeskich sojedinienij w kaczestwie sriedstw woźdejstwija na rastienija, Uspjechi Sowrjemjennoj Biologii, 52, 2 (5): 208—224.
54. Serf L., 1967, Dielektische Einrichtung zur Steigerung des Qualitäts- und Biologischen Wertes — Budapest.

55. Skrabka H., 1965, Współdziałanie wolnych auksyn z kwasem askorbinowym i glutationem w procesie kiełkowania ziarn pszenicy. Cz. III. Wpływ kwasu beta-indoliloctowego, kwasu askorbinowego i glutanionu na kiełkowanie ziarn pszenicy o różnej żywotności, *Acta Soc. Bot. Pol.* 34, 4: 713—718.
56. Strasburger E. i inni, 1967, *Botanika*, PWRiL, Warszawa: 235—238.
57. Szalai I., 1959, Ergebnisse der Untersuchungen über die stoffwechselphysiologischen Grundlagen des Aktivitätswechsels der Kartoffelknolle, *Acta Univ. Szegediensis, Acta Biol.* 5: 35—47.
58. Thomale H., 1957, *Die Orchideen*, E. Ulmer, Stuttgart.
59. Ulińska M., 1957, *Technika obliczeń przy opracowaniu wyników doświadczeń rolniczych*, Warszawa.
60. Unger E., 1965, Badania nad zdolnością wiązania żelaza przez niektóre związki próchniczne, *Zeszyty Naukowe WSR, Wrocław Rolnictwo* 19: 60—83.
61. Vegis A., 1965, Die Bedeutung von physikalischen und chemischen Aussenfaktoren bei der Induktion und Beendigung von Ruhezuständen bei Organen und Geweben höherer Pflanzen. Ruhland, *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, XIV/2: 535—636.
62. Wickson M., Thimann K. V., 1958, The Antagonism of auxin and kinetin in apical dominance, *Physiologia Plantarum*, 11 (1): 62—74.
63. Wickson M., Thimann K. V., 1960, The antagonism of auxin and kinetin in apical dominance, *Physiologia Plantarum* 13 (3): 555—558.
64. Withner C. L., 1957, *The orchids*. Ronald Press Comp. New York, 589—599.