Badania nad fotoperiodyzmem pachnotki (*Perilla ocimoides L.*) Znaczenie i zastosowania praktyczne

T. RYLSKA i M. WISŁOCKA

(Wpłynęło dn. 8.IX.1954 r.)

Fizjologia procesów generatywnych nie jest nam jeszcze dokładnie znana. Zwłaszcza mało zbadane są przemiany bio-chemiczne i fizyko-chemiczne towarzyszące tym procesom.

Do pewnego wyjaśnienia tego zagadnienia może się przyczynić rozpracowanie zjawisk związanych z rytmiką dobową światła i ciemności: foto- i termoperiodyzmu, różnych nastii (ruchów świetlnych liści i kwiatów), krążenia plazmy, ułożenia plastydów w komórkach itd.

Ze względu na brak w polskim języku opracowań ogólnych fotoperiodyzmu nie będzie może zbyteczne zaopatrzenie tej pracy wstępem zawierającym króciutki rys historyczny zagadnienia i przegląd dotychczasowych prób zastosowań w praktyce rolniczej i ogrodniczej.

Fotoperiodyzm — termin dopiero od niespełna czterdziestu lat wprowadzony do słownictwa naukowego — mówi o zjawisku równie starym jak istnienie wyższych organizmów. Określa on zależność wzrostu i rozwoju organizmów od następujących po sobie okresów światła i ciemności.

Gatunki, a nawet odmiany roślin i rasy zwierząt powstające historycznie w danych warunkach ekologicznych, są w dużym stopniu przystosowane do tych właśnie warunków. W różnych szerokościach geograficznych i w różnych porach roku długość dnia i nocy jest bardzo różna. W filogenezie rośliny przystosowują się między innymi i do danych warunków świetlnych długości dnia i intensywności dziennego światła. Dopiero w początkach XX wieku zaczęto przykładać dostateczną wagę do badań nad wpływem wszelkiego rodzaju warunków zewnętrznych na wzrost i rozwój roślin. Jednocześnie wzrosły zainteresowania nad wpływem środowiska na kształtowanie się odmian w ich historycznym rozwoju. Mac Dougal (cytowany przez Garnera i Allarda, 1920) przy badaniach prowadzonych w 1903 r. nad zjawiskiem etiolacji doszedł do wniosku, że wzrost (nieodwracalne powiększenie objętości) i rozwój (zróżnicowanie) są dwoma odrębnymi procesami.

Wzrost roślin zależy od wielu czynników. Im lepsze warunki dla syntezy substancji organicznych, tym szybszy będzie wzrost. Jest pewne optimum każdego czynnika środowiska dla wzrostu i pewne inne optimum dla jej rozwoju generatywnego i jeszcze inne dla gromadzenia zapasów w częściach podziemnych rośliny. Zahamowaniu wzrostu często towarzyszy przejście rośliny do reprodukcji, zahamowaniu rozmnażania płciowego — przejście do tuberyzacji.

W końcu XIX i początku XX wieku ukazują się prace, w których ubocznie stwierdza się wpływ długości dnia na zakwitanie roślin (Bailey, 1891; Mac Dougal, 1903; Tournois, 1912, Klebs*, 1913 i 1918).

Pierwsze systematyczne i ścisłe metodyczne badania nad wpływem długości dnia i nocy na rozwój roślin zostały opublikowane w r. 1920 przez Garnera i Allarda — pracowników doświadczalnej stacji tytoniowej w Wirginii**. Garner i Allard przebadali już w ciągu pierwszych dwóch lat (1918—1920) w ściśle kontrolowanych warunkach szereg roślin. Doszli oni do wielu ciekawych wniosków, a przede wszystkim, że „rozmnażanie płciowe może być osiągnięte przez rośliny tylko wtedy, gdy mają one specyficzną i odpowiednią dla siebie długość dnia".

Względna długość dnia decyduje więc o przejściu rośliny do rozwoju generatywnego. Inne zewnętrzne warunki środowiska, jak wilgotność gleby, odżywianie, intensywność światła mają znikomy wpływ na procesy reprodukcji. Jedynie temperatura ma wielki wpływ na tempo zainicjowanych już procesów rozwojowych oraz w pewnych wypadkach — jak zaznaczają Garner i Allard — uzupełnia inicjujące działania fotoperiodu — np. niskie temperatury zimowe warunkują wiosenne zakwitanie drzew owocowych.

Garner i Allard utworzyli specjalną terminologię tych zjawisk, która z niewielkimi modyfikacjami przyjęła się powszechnie.

Fotoperiodyzm — jest to „odpowiedź organizmu na względną długość dnia i nocy".

Obecnie sformułowalibyśmy to tak: fotoperiodyzm jest to zależność rozwoju organizmu od następujących

---

* Cytowani przez Garnera W. i Allarda H., 1920.

** Już w r. 1906 wyróżnili oni wśród tytoniu wąskolistnego Maryland Narrowleaf osobniki ogromne o szerokich liściach, które nie zawiązywały pąków kwiatowych przez całe lato. Osobniki te przeniesione do szklarni w zimie obficie zakwitły i zawiązały nasiona. W ten sposób wyodrębniono nową wartościową odmianę Maryland Mamut. Sądzono początkowo, że zimowe zakwitanie tych roślin jest spowodowane ograniczonymi warunkami odżywiania i dopiero po nieudanych eksperymentach w tym kierunku zwrócono uwagę na możliwy wpływ długości dnia.

po sobie okresów (periodów) światła i ciemności. Początkowo jako te okresy rozumiano tylko dzień i noc w rytmie dobowym (24 godz.). Obecnie pojęcie fotoperiodów rozszerzyło się — może to być np. okres światła trwający 1 sek., zamiast naturalnej zmienności dobowej może być zmienność w sztucznych okresach paro- albo kilkudziesięciogodzinnych. Także reakcje na oświetlenie ciągłe lub na stałą ciemność zaliczamy do zjawisk fotoperiodycznych.

Fotoperiod jest to „odpowiednia długość dnia dla każdego organizmu". Z biegiem czasu fotoperiodem zaczęto nazywać długość jednorazowego naświetlania wyrażoną w jednostkach czasu*. Przy tym „naświetlanie" może być światłem naturalnym-słonecznym lub sztucznym (lampa elektryczna, neonowa lub nawet niewidzialne promienie — nadfiołkowe lub podczerwone). Fotoperiod do 12 godzin został nazwany „krótkim", od 13 długim**. Rośliny zależnie od tego w jakich warunkach najszybciej dojrzewają zostały podzielona na:

1. Rośliny krótkiego dnia — optymalne dla reprodukcji krótkie periody (8 do 12 godz.) np. konopie, pachnotka, złocienie.

Z doświadczeń Matusiewicza (1953), który wysiewał konopie od wczesnej wiosny do późnej jesieni jasno wynika, że tak samo wpływa krótki dzień wiosenny (przedłużający się) jak jesienny (skracający) na przyśpieszenie reprodukcji.

2. Rośliny długiego dnia — potrzebują długich fotoperiodów (13 do 18 godz.) np. żyto, pszenica, buraki, rzodkiewka.

3. Rośliny obojętne — dojrzewają przy każdej długości dnia od 8 do 18 godz. np. kapusta, pomidory, słoneczniki.

4. Rośliny pośrednie — dojrzewają tylko przy średnich długościach dnia np. 14—16 godz. (soja Biloxi, *Micania scandens*).

Wśród roślin gromadzących zapasy w częściach podziemnych roślinami krótkiego dnia nazywamy te, których części nadziemne wymagają krótkiego dnia, żeby podziemne dały duży plon bulw, cebul korzeni itd.

Długość dnia i temperatura mają tak wielki wpływ na rozwój roślin, że przy ich zmianie roślina jednoroczna może się zmienić na dwuletnią czy wieloletnią i odwrotnie. Garner i Allard podają takie przykłady: burak na Alasce (bardzo długi dzień i niska temperatura) kwit-

---

* Moszkow (1939) nazywa fotoperiodem „dzienny stosunek między światłem i ciemnością".

** Niektórzy autorzy np. Schick (1932) uważają jeszcze 14-godzinny dzień za krótki.

nie i owocuje w pierwszym roku jak typowa roślina jednoroczna, natomiast rzodkiewka w okolicach podzwrotnikowych (dzień krótki i ciepły) nigdy nie zakwita — rozrasta się natomiast przez szereg lat.

Reakcja na daną długość dnia bywa cechą gatunkową, a częściej odmianową. Odmiany południowe ze stref podzwrotnikowych są zazwyczaj krótkiego dnia, północne z większych szerokości geograficznych długiego dnia (Garner i Allard, 1920).

Z reguły rośliny, na które działamy fotoperiodami nieodpowiedniej długości w związku z opóźnieniem dojrzałości płciowej odznaczają się silniejszym rozwojem wegetatywnym, dają więcej zielonej masy, i, o ile wydają plon, to plon ten jest obfitszy (zgodnie z Krenkem, 1950).

Podział roślin wprowadzony przez Garnera i Allarda jest nieco sztuczny i bardzo upraszcza zawiłe w rzeczywistości zagadnienie różnej odpowiedzi roślin na rytm światła—ciemności.

Większość roślin wymaga w pewnych okresach rozwoju krótkiego dnia, w następnych długiego dla najszybszego dojrzewania (Eguhi*, 1937; Loehwing*, 1939; Wellensiek, 1952).

W wielu pracach (z nowszych: Chroboczek, 1934; Long**, 1939; Parker i Borthwick**, 1942) wykazano także ogromny wpływ temperatury na procesy rozwojowe.

Melchers (1948) stwierdza, że odmiana tytoniu Maryland Mamut zachowuje się przy niskich temperaturach jak roślina długiego dnia, przy wysokich jak krótkiego. Szczególny wpływ ma zmienna temperatura dnia i nocy (Chroboczek, 1934 — stosowanie zimnych nocy burakom). Kilkustopniowe różnice temperatury między dniem i nocą sprzyjają rozwojowi większości roślin (Wellensiek, 1952). Zjawisko to nazwano termoperiodyzmem (Tetjurew***, 1940). Złożony wpływ zmian światła — ciemność i wahań temperatury znany jest pod nazwą fototermoperiodyzmu (Went* 1945). Trawy indukują się fotoperiodycznie wtedy, kiedy długim dniom towarzyszą niskie temperatury (Wycherley, 1952). Gardner (1953) stwierdził, że ciepłe i długie dni nawet już po normalnym okresie indukcji fotoperiodycznej u kupkówki przeszkadzają kwitnieniu jakby neutralizując indukcję. Zobojętnienie rośliny na długość fotoperiodów zależnie od temperatury zanotował Borthwick — mianowicie roślina krótkiego dnia — mniszek kok-saghyz — przy 30°C równie szybko rozwija się na dniu 16-godzinnym jak na 10-godzinnym (Borthwick, Parker i Senlley cyt. za Melchersem, 1948).

---

* Cytowani przez Murneeka A. i Whytea R., 1948.
** Cytowani przez Wellensieka S., 1952.
*** Cytowany przez Whytea R., 1946.

Podwyższenie temperatury często powoduje jakby zobojętnienie rośliny na długość okresów świetlnych. Żabiściek *(Hydrocharis morsus ranae)* przy temperaturze powyżej 30°C wytwarza nawet przy ciągłym oświetleniu pączki śpiące, podczas gdy przy niższych temperaturach dla tego procesu konieczny jest krótki dzień (V e g i s, 1953).

Badacze radzieccy (E g i z*, 1928; L u b i m i e n k o, 1932) zwrócili uwagę na fakt, że rośliny są szczególnie wrażliwe na długość dnia w pewnych fazach swego rozwoju — jedne kilka lub kilkanaście dni po wschodach (pachnotka), inne po paru miesiącach rozwoju (tytoń, soja, koniczyna).

Fakt, że dla przejścia roślin do stadium reprodukcji wystarcza tylko niewielka ilość odpowiednich fotoperiodów bez względu na to, jaki dzień będą miały one później (co świadczy o jakichś trwałych zmianach powstających w organizmie roślinnym) nazwano i n d u k c j ą f o t o p e r i o d y c z n ą, zaś wytwarzanie organów płciowych na skutek indukcji — r e a k c j ą f o t o p e r i o d y c z n ą.

Badania nad fotoperiodem rozszerzyły się szybko na cały świat głównie ze względu na swą doniosłość praktyczną. Człowiek dostał po raz pierwszy w rękę narzędzie (dokładnie mówiąc: teorię), za pomocą którego może nieomal dowolnie kierować rozwojem rośliny. Może wywoływać kwitnienie jej i owocowanie w dowolnej porze roku; może tak skracać cały cykl życiowy rośliny (od nasienia do nasienia), żeby otrzymać 2, 3, a nawet 4 razy do roku plony; może synchronizować kwitnienie odmian wczesnych i późnych w celu krzyżowania płciowego. Aby w pełni wykorzystać w praktyce zjawisko fotoperiodyzmu trzeba przebadać szczegółowo wiele odmian roślin gospodarczo ważnych i opracować odpowiednie dla nich metody. Jedne z nich dotyczą rejonizacji odmian, inne terminu siewu, inne sztucznego skracania lub przedłużania okresu wegetacyjnego dla celów hodowlanych lub produkcyjnych.

Zastosowanie fotoperiodyzmu w rolnictwie — zwłaszcza dla rejonizacji upraw nasiennych jest szczególnie ważne w państwach tak rozległych, jak np. ZSRR lub Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, gdzie można dla każdej prawie rośliny dobrać naturalne warunki najodpowiedniejsze dla plantacji nasiennych. Badania fotoperiodyczne umożliwiły np. uniezależnienie się Ameryki od Europy w produkcji nasion buraka cukrowego. Mianowicie, gdy stwierdzono, że wysadki buraka dla wytwarzania nasion potrzebują w pierwszym okresie długich dni i niskich temperatur, wybrano takie rejony (północne wybrzeża Pacyfiku), gdzie klimat odpowiada tym warunkom i założono tam plantacje, które pokrywają prawie całe zapotrzebowanie na nasiona buraków tej części świata

---

* Cytowany przez M o s z k o w a B., 1952.

(B o u i l l e n n e, 1946/47). W ostatnich latach w podobny sposób poradzono sobie z trudno owocującymi odmianami sorgo (C o l e m a n, 1952).

Rośliny krótkiego dnia trzeba wysiewać w naszych warunkach wczesną wiosną, jeżeli chcemy otrzymać wczesne plony, zaś rośliny długiego dnia skrócą swój okres wegetacji właśnie przy późnym siewie. Temperatura i wilgotność gleby będą tu oczywiście warunkami ograniczającymi stosowanie najodpowiedniejszych z punktu widzenia fotoperiodyzmu terminów. Jeśli chodzi o dowolne skracanie lub przedłużanie okresu wegetacji, to doskonałym przykładem są eksperymenty C h r o b o c z k a (1934). Stosując ciągłe oświetlenie i niskie temperatury skrócił on normalny dwuletni cykl ontogenetyczny buraka do 4 miesięcy *. Natomiast hodując wysadki buraczane stale na krótkim dniu otrzymał rośliny $3^1/_2$-letnie o wielkich zdeformowanych korzeniach, bujnych liściach i bez żadnej tendencji do kwitnienia.

W warzywnictwie stosuje się skracanie dnia w celu otrzymania większego i lepszego plonu nasion np. sałaty, szpinaku, przedłużanie zaś dnia (przy niskich temperaturach) dla nasiennej cebuli itd. W kwiaciarstwie np. termin zakwitania chryzantem reguluje się odpowiednio wydłużając dzień (opóźnienie) lub skracając (przyśpieszenie) (W ó y c i c k i, 1938).

Przy hodowli ziemniaków stwierdzono, że krótki dzień sprzyja zawiązywaniu się kłębów u mieszańców z odmianami dzikimi, które to mieszańce na normalnym dniu nie mają skłonności do tuberyzacji (P o h j a k a l l i o, 1953). Rody koniczyny czerwonej (roślina krótkiego dnia) przy selekcji wysiewa się w szklarni wczesną wiosną, gdyż wtedy skutkiem naturalnej indukcji krótkim dniem otrzymuje się jaskrawe różnice w rozwoju (L u d w i g, 1953).

Kierunek rozmnażania u pewnych dzikich roślin — płciowy czy wegetatywny — jest determinowany przez warunki świetlne.

Poa alpina vivipara na długim i ciepłym dniu wytwarza rozmnóżki wegetatywne, na krótkim (o ile była zaindukowana uprzednio niską temperaturą) — kwiaty i nasiona (S c h w a r z e n b a c h, 1953).

Większość traw wymaga długich dni przed przejściem do reprodukcji, zdarzają się jednak wyjątki, które trzeba znać ze względów praktycznych. Kupkówka *(Dactylis glomerata)* jest rośliną krótkiego dnia i indukcję świetlną przechodzi prawdopodobnie w jesieni przed zimową indukcją termiczną (G a r d n e r, 1953).

Szczególne znaczenie praktyczne mogą mieć badania fotoperiodyzmu roślin aklimatyzowanych. Bardzo wrażliwe na skracanie dnia okazały się

---

* M u n e r a t t i (cytowany przez C h r o b o c z k a (1934) otrzymywał 3—4 generacje buraka cukrowego w jednym roku skracając jego rozwój aż do 53 dni.

niektóre odmiany soji. Tytoń — zależnie od pochodzenia danej odmiany w naszych warunkach albo przedłuża, albo skraca okres wegetacji (Kaznowski, 1935; Korohoda, 1935). Większość odmian konopi to typowe rośliny krótkiego dnia, które wytwarzają w naszych warunkach wielką masę łodyg, a dla dobrego plonu nasion wymagają wczesnego siewu albo sztucznego skracania dnia (Matusiewicz, 1953).

Są coraz liczniejsze dane na to, że rośliny hodowane przy odpowiedniej dla siebie długości dnia są bardziej odporne na mróz, suszę, choroby i inne nie sprzyjające okoliczności (Lejsle, 1950; Moszkow, 1952). Pokrój roślin (morfologia), a także ich budowa anatomiczna i nawet komórkowa, zależą w wysokim stopniu od długości dnia *.

Przytoczone tu dane są zacytowane przykładowo i stanowią część tylko zgromadzonych już i przekazanych praktyce rolniczej i ogrodniczej osiągnięć fotoperiodyzmu. Jednocześnie zjawisko fotoperiodyzmu budzi najżywsze zainteresowanie fizjologów całego świata z punktu widzenia teoretycznego. Powstaje szereg hipotez tłumaczących takie a nie inne reakcje roślin, gromadzi się mnóstwo faktów, które z czasem posłużą do pełnego wyjaśnienia zagadkowego mechanizmu działania światła i ciemności w krańcowo różny sposób na różne odmiany tego samego gatunku.

Bibliografia fotoperiodyzmu obejmuje obecnie tysiące pozycji. Szczególnie żywe zainteresowanie tym problemem jest w ZSRR (Maksimow, Chołodnyj, Moszkow, Czajłachjan, Lubimienko, Samygin, Żdanowa i wielu innych); w Anglii (Gregory, Purvis, Parker, Borthwick i in.); w Ameryce (Garner, Allard, Went, Murneek, Ludwig, Whyte, Roberts i in.); w Niemczech (Melchers, Lang, Bünning, Harder, Bünsow i in.); w Indiach (Sircar, Sen Gupta, Chinoy i in.); w Japonii (Nakata i in.) i w końcu w Polsce: Chroboczek, Wóycicki St., Korohoda, Matusiewicz. Obecnie fotoperiodyzmem zajmują się u nas różne działy Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin.

W laboratorium Fizjologii Rozwoju Roślin IHAR w r. 1951 rozpoczęto prace nad rośliną aklimatyzowaną obecnie w Polsce — pachnotką — *Perilla ocimoides* L. (rodzina *Labiatae* — wargowe). Jest to roślina zawierająca w nasionach olej o dużym procencie nie nasyconych kwasów tłuszczowych, ceniony w przemyśle farbiarskim oraz przy wyrobie laku. Poza tym zawiera ona w liściach olejki eteryczne używane jako surowiec w przemyśle kosmetycznym.

---

* W liściach *Kalanchoë Blossfeldiana* komórki miękiszu pod wpływem krótkich fotoperiodów zwiększają ilość chromozomów z 8 n do 32 n (Witsch, 1951).

Dwa rozpowszechnione gatunki pachnotki: *Perilla nankinensis* L. (ozdobna — czerwonolistna) i *Perilla ocimoides* L. (oleista — zielonolistna) pochodzą z południowo-wschodniej Azji (Indie, Chiny południowe, Japonia). Od niedawna uprawiana jest na szerszą skalę w południowych rejonach Związku Radzieckiego i w Mandżurii. Wymaga ziemi dobrej i w wysokiej kulturze.

Wrażliwość jej na fotoperiody jest znana od początku badań nad fotoperiodyzmem w ZSRR i od tej pory pachnotka jest stale używana jako jeden z „królików doświadczalnych". Poznanie jej zachowania się w naszych warunkach ma doniosłe znaczenie praktyczne dla hodowli i produkcji. Jest to roślina wybitnie krótkiego dnia.

Doświadczenia przeprowadzone w r. 1952 i 1953 miały na celu zbadanie wrażliwości fotoperiodycznej pachnotki oleistej (*Perilla ocimoides* L.) w naszych warunkach i wskazanie hodowcom metody możliwie najszybszego otrzymania plonu o wysokiej jakości.

DOŚWIADCZENIA WŁASNE

Materiał i metoda

Materiałem wyjściowym były nasiona pachnotki (*Perilla ocimoides* L. fam. *Labiatae*) otrzymane z Puław. Wysiewano je punktowo po 3—4 nasiona na poletkach 200 cm × 120 cm, rzędy co 40—50 cm, w rzędach co 40 cm (1952 r.) lub co 25 cm (1953 r.), po wzejściu przerywano do jednej roślinki w punkcie. Każda kombinacja miała po 3 powtórzenia po 5 (1952) lub 7 (1953) roślin. Poletka rozmieszczano drogą losową w 3 blokach. Pole było dobrze wynawożone, uprawione i utrzymane w czystości. Skracanie dnia uskuteczniano albo przez przykrywanie budkami z dykty (długość 1,80 cm, szerokość 40 cm, wysokość 30 cm) całych rzędów roślin, albo kapturkami z czarnego papieru introligatorskiego — osobno każdej rośliny. Obok rzędów roślin doświadczalnych zostawiano zawsze rzędy roślin niezaciemnianych — kontrolnych. Rośliny doświadczalne po okresie indukcji miały do końca rozwoju — tak jak kontrolne — normalny dzień długi, skracający się ku jesieni. Podczas zbiorów w październiku wynosił on już zaledwie 12 godzin.

Obserwowano rozwój wegetatywny i generatywny roślin: wzrost, ilość rozgałęzień, ilość węzłów, porę zakwitania, dojrzewania, odchylenia morfologiczne (modyfikacje liści i pokroju całej rośliny) oraz jakość i ilość plonu.

Mimo że doświadczenia nasze były przeprowadzane w polu i na niewielkiej ilości roślin, średnie z powtórzeń były tak zgodne, a różnice średnich z kombinacji między roślinami doświadczalnymi i kontrolnymi tak duże, że nie mamy wątpliwości co do wyników. Przykładowo podamy

tu wyniki pomiarów roślin doświadczalnych i ich kontrolnych we wszystkich 3 powtórzeniach jednej z kombinacji.

Dośw. III (1953) komb. 8—20 fotoperiodów 8-godzinnych stosowanych 28 dni po wschodach.

Powtórzenie	Wysokość roślin		Ilość węzłów		Ilość rozgałęzień	
	Dośw.	Kontr.	Dośw.	Kontr.	Dośw.	Kontr.
1	43,0	75,2	8,4	13,8	13,0	22,0
2	39,4	82,5	8,4	14,3	14,4	22,3
3	37,4	81,7	8,7	13,1	9,0	19,0
Średnia	39,9	79,8	8,5	13,4	12,2	31,1

W r. 1953 zebrano także materiał do pracy anatomicznej nad zmianami liści i pędów *.

Doświadczenie I. Wpływ długości krótkich fotoperiodów (1952)

Wysiew 12 maja. W ciągu 30 dni zaraz po wschodach skracano pachnotce dzień do 12, 10, 8 godzin (fotoperiody 12-godzinne od 6 do 18, 10-godzinne od 7 do 17, 8-godzinne od 8 do 16). Rośliny doświadczalne przykrywano budkami z dykty, kontrolne były na normalnym długim dniu — 16 h 19′ (30 maja) do 16 h 46′ (22 czerwca — najdłuższy dzień), a doliczając świt i zmrok około 18 godzin. Kwitnienie i owocowanie roślin doświadczalnych było przyśpieszone o 3 tygodnie w stosunku do roślin kontrolnych (tab. 1 i ryc. 1).

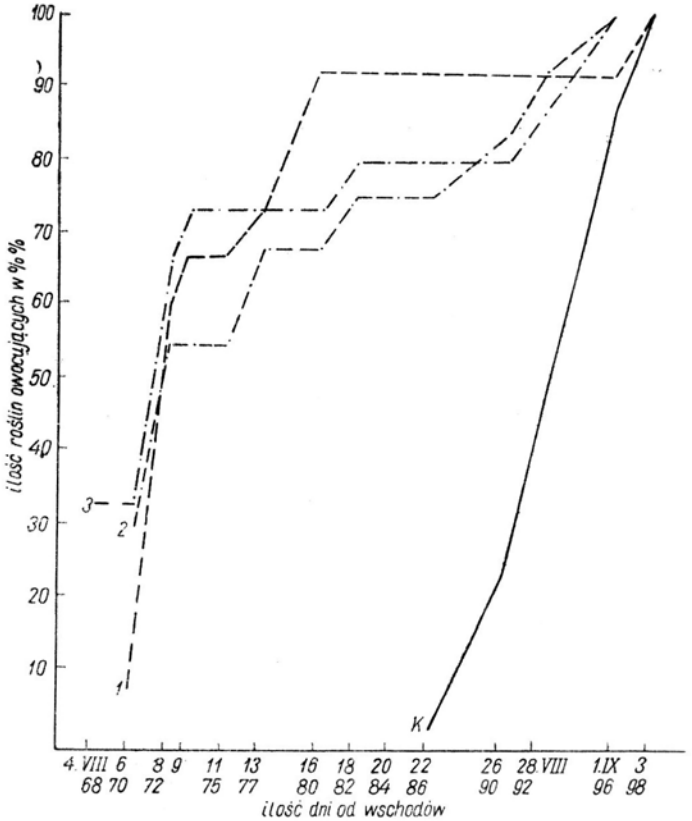
TABELA 1

Wpływ długości fotoperiodów na rozwój pachnotki

Nr komb.	Długość fotoperiodów	Ilość roślin	Średnia				Średnia					
			Ilość dni do owocowania (50% roślin)	Przyśpieszenie owocowania o dni	Wysokość roślin		Ilość węzłów		Ilość rozgałęzień		Szerokość blaszki liściowej	
					w cm	w % w stosunku do kontrolnej	w szt.	w % w stosunku do kontrolnej	w szt.	w % w stosunku do kontrolnej	w cm	w % w stosunku do kontrolnej
1	12	13	71	22	56,0	91,1	10,9	96,5	13,0	91,5	6,3	75,9
2	10	13	71	22	50,2	81,6	11,7	103,5	12,2	85,9	5,8	69,9
3	8	15	70	23	47,1	76,6	12,9	114,2	11,3	79,6	5,1	61,4
Kontrolna	—	79	93	—	61,5	100,0	11,3	100,0	14,2	100,0	8,3	100,0

* Praca nad wpływem indukcji fotoperiodycznej na morfologię i anatomię pachnotki będzie opublikowana osobno wspólnie z mgr T. Krzywacką.

Jak widzimy z tabeli 1 i ryc. 1 nie było zasadniczej różnicy w rozwoju roślin, którym zastosowano 8, 10 lub 12-godzinne fotoperiody. Rozwój



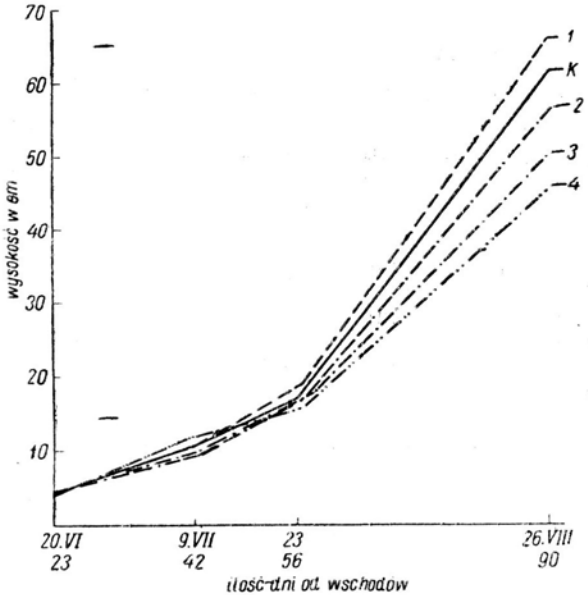
Ryc. 1. Wpływ długości fotoperiodów na owocowanie pachnotki
1 — — — — — dzień 12-godzinny; 3 — · — · — · — dzień 10-godzinny;
2 — — · — — · dzień 8-godzinny; K ———— dzień normalny.

wegetatywny (wzrost, ilość rozgałęzień, szerokość blaszki liściowej) był najsilniejszy u roślin kontrolnych, a tym słabszy, im krótszy dzień zastosowano (tab. 1 i ryc. 2, 3).

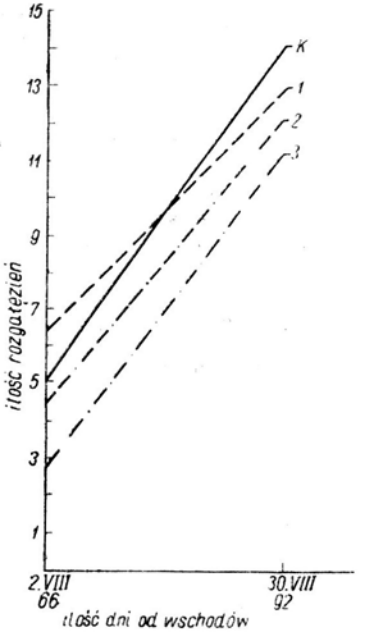
Natomiast ilość węzłów u roślin doświadczalnych dorównywała kontrolnym, a nawet przy 8-godzinnym dniu przewyższała (tab. 1 i ryc. 4).

Jeżeli weźmiemy pod uwagę niższy wzrost roślin, widzimy, że krótkie fotoperiody sprzyjają wytworzeniu większej ilości węzłów oraz skróceniu międzywęźli.

Plon nasion otrzymano najmniejszy przy 8-godzinnym dniu (zaledwie 50% w stosunku do roślin kontrolnych), a przy 12-godzinnym dniu różnica była dużo mniejsza — 14% (ryc. 5).

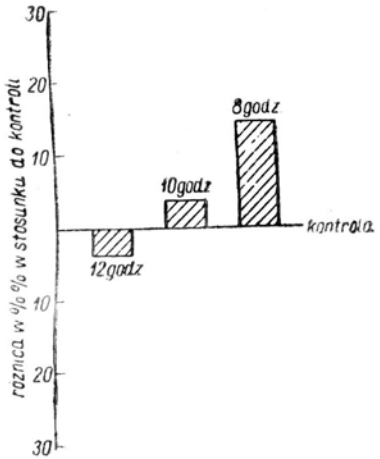


Ryc. 2. Wpływ długości fotoperiodów na wzrost roślin

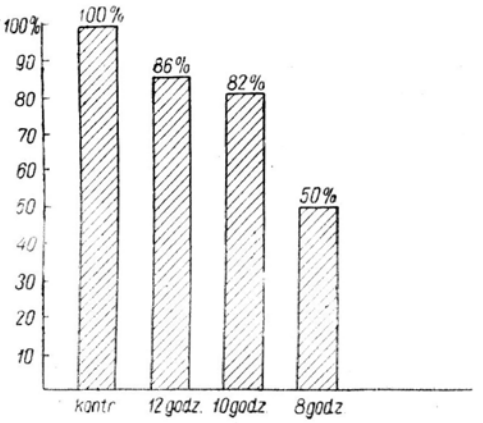


Ryc. 3. Wpływ długości fotoperiodów na ilość rozgałęzień

Oznaczenia jak na ryc. 1



Ryc. 4. Wpływ długości fotoperiodów na ilość węzłów



Ryc. 5. Wpływ długości fotoperiodów na plon pachnotki

Siła i energia kiełkowania nasion okazała się znacznie wyższa, gdy nasiona pochodziły z roślin skutecznie indukowanych fotoperiodycznie (tab. 2).

TABELA 2

Kiełkowanie pachnotki indukowanej fotoperiodycznie w 1952 r.

Nr komb.	Stosowane fotoperiody przez 30 dni od wschodów	Nr i data prób kiełkowania	Energia kiełkowania w stosunku do kontrolnej w %				Siła kiełkowania w stosunku do kontrolnej w %
			I	II	III	IV doba	
1	12 godzin	46, 51, 54, 55 II, III, XI/53	145,8	138,3	129.8	125.8	125,8
2	10 godzin	46, 51, 54, 55 II, III, XI/53	141,2	131,5	122,7	120,0	120,0
3	8 godzin	46, 51, 56, 57 II, III, XI/53	131,7	127,9	122,4	118,2	118,2

Uwagi: 1) Podano średnie z 4 prób kiełkowania (4 x 200 nasion w każdej próbie). 2) Dla usunięcia możliwych wpływów nastawienia subiektywnego osoby obliczającej szalki po założeniu doświadczenia były szyfrowane. Szyfr zaklejony w kopercie otwierano dopiero po zakończeniu obliczeń.

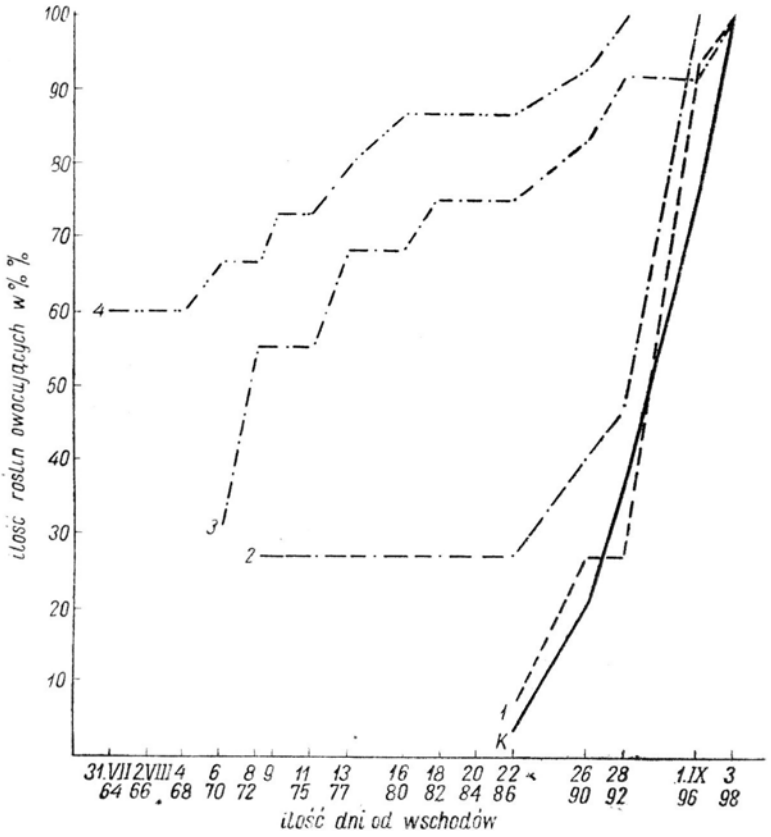
We wszystkich trzech kombinacjach tego doświadczenia wystąpiły silne zmiany morfologiczne — kształt, unerwienie, symetria liści, pokrój ogonka liściowego uległy modyfikacjom. Szczegółowo będziemy to omawiać w innej pracy.

Doświadczenie II. Wpływ ilości krótkich fotoperiodów (1952)

Wysiew 12 maja. Fotoperiody 10-godzinne stosowano zaraz po wschodach przez 10, 20, 30 i 40 dni. W tym czasie od godz. 17 do 7 rano rzędy roślin doświadczalnych były szczelnie przykryte budkami z dykty. Rośliny kontrolne rosły cały czas na normalnym dniu długim, który wynosił (razem ze świtem i zmrokiem) około 18 godzin.

10 fotoperiodów zaraz po wschodach było niewystarczające dla indukcji pachnotki. Rośliny te zakwitły w tym czasie, co kontrolne, ale były trochę od nich wyższe. Natomiast przy indukcji od 20 do 40 fotoperiodów obserwowane cechy zmieniały się w prostym stosunku do ilości fotoperiodów. Mianowicie im więcej stosowano fotoperiodów, tym rośliny szybciej zakwitły i zaowocowały (tab. 3 i ryc. 6), tym niższy był ich wzrost (tab. 3 i ryc. 7), tym mniej wytwarzały pędów bocznych — rozgałęzień (tab. 3 i ryc. 8).

Ilość węzłów przy 10, 20 i 30 fotoperiodach jest zbliżona do roślin kontrolnych, przy 40 wyraźnie zmniejszona (tab. 3 i ryc. 9).



Ryc. 6. Wpływ ilości krótkich (10-godzinnych) fotoperiodów na owocowanie pachnotki

1 — — — — — 10 fotoperiodów; 3 — · — · — · — 30 fotoperiodów;
2 — · — · — · 20 fotoperiodów; 4 — · · — · · — · · — 40 fotoperiodów;
K ——— dzień normalny.

TABELA 3

Wpływ ilości krótkich (10-godzinnych) fotoperiodów na rozwój pachnotki

Nr komb.	Ilość fotoperiodów	Ilość roślin	Ilość dni do owocowania (0% roślin)	Przyśpieszenie owocowania o dni	Średnia							
					Wysokość roślin		Ilość węzłów		Ilość rozgałęzień		Szerokość blaszki liściowej	
					w cm	w % w stos. do kontr.	w szt.	w % w stos. do kontr.	w szt.	w % w stos. do kontr.	w cm	w % w stos do kontr.
1	10	15	94	0	65,7	106,7	11,7	99,2	15,8	103,9	8,1	98 8
2	20	14	92	2	57,0	92,5	11,6	98,3	14,6	96,1	7,0	85,4
3	30	14	72	22	50,2	81,5	11,7	99,2	12 2	80,3	5,8	70,7
4	40	15	63	31	45,7	74.2	9,2	78,0	11,2	73,7	7,2	87,8
Kontrolna	—	109	94	—	61,6	100,0	11,8	100,0	15,2	100,0	8,2	100,0

Biorąc pod uwagę jednoczesne zahamowanie wzrostu głównego pędu wyprowadzamy wniosek, że krótkie fotoperiody wybitnie wpływają na skrócenie międzywęźli pachnotki.

TABELA 4

Stosunek plonu nasion do całkowitego plonu pachnotki

Nr komb.	Ilość fotoperiodów	Średni plon w g		Stosunek plonu nasion do plonu całkowitego
		nasion	całkowity*	
1	10	15,5	87,5	17,71 %
2	20	12,2	62,6	21,09 %
3	30	9,0	44,2	20,40 %
4	40	7,1	30,8	23,10 %
Kontrolna	—	13,3	73,6	18,07 %

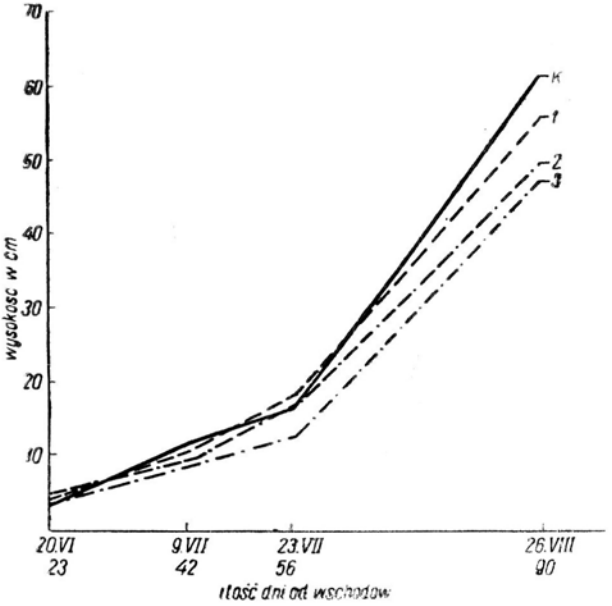
* Powietrznie sucha masa.

Plon (całkowity i nasion) był tym mniejszy, im dłużej skracano dzień (ryc. 10). Natomiast stosunek plonu nasion do plonu całkowitego był wyższy u roślin traktowanych krótkimi fotoperiodami niż u roślin kontrolnych (tab. 4). Także siła i energia kiełkowania tych nasion zarówno w parę miesięcy, jak i przeszło rok po zbiorze była znacznie większa niż nasion z roślin kontrolnych (tab. 5).

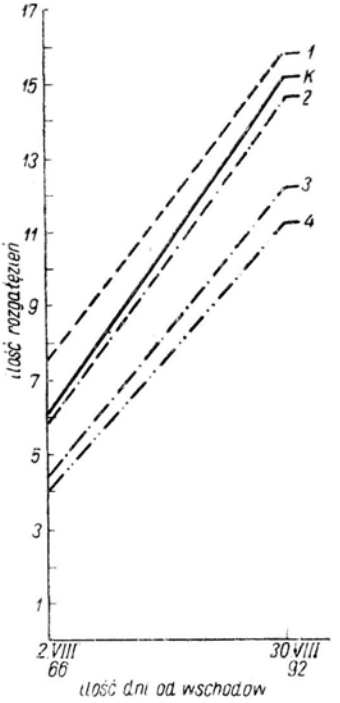
TABELA 5

Kiełkowanie nasion pachnotki indukowanej fotoperiodycznie w 1952 r.

Nr komb.	Ilość 10-godz. fotoperiodów od wschodów	Nr i data próby kiełkowania	Średnia: Energia kiełkowania w stosunku do kontrolnej w %			Siła kiełkowania w stos. do kontrolnej w %
			I	II	III doba	
1	10	47,52 — II i III/1953	268,0	191,1	285,8	179,0
		54,55,69 — X i XI/ 1953 i III/1954	128,3	112,5	108,6	109,9
2	20	47,48,49 — II/1953	177,9	147,0	131,4	133,6
		56,57,69 — XI/1953 i IV/1954	73,3	79,7	81,5	87,4
3	30	46,51 — II i III/1953	125,3	107,6	103,5	102,9
		54,55,70 — X i XI/ 1953 i IV/1954	140,3	158,0	142,1	136,5
4	40	47,48,49 — II/1953	181,9	140,8	128,4	128,9
		56,57,69 — XI/1953 i IV/1954	229,3	219,1	182,6	166,2

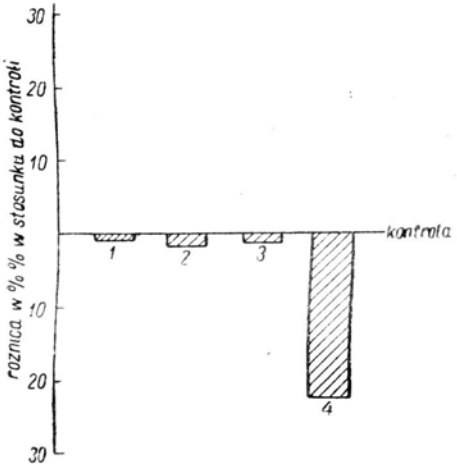


Ryc. 7. Wpływ ilości krótkich (10-godzinnych) fotoperiodów na wzrost pachnotki.

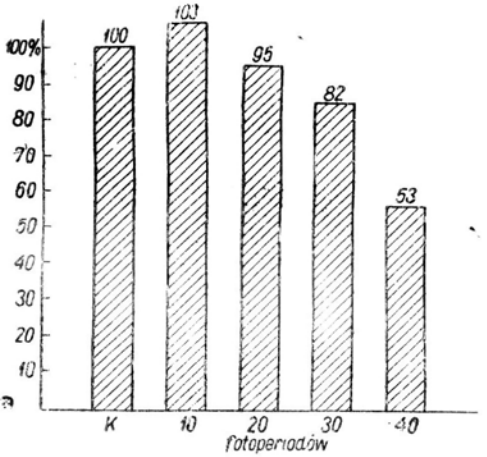


Ryc. 8. Wpływ ilości krótkich fotoperiodów na ilość rozgałęzień.

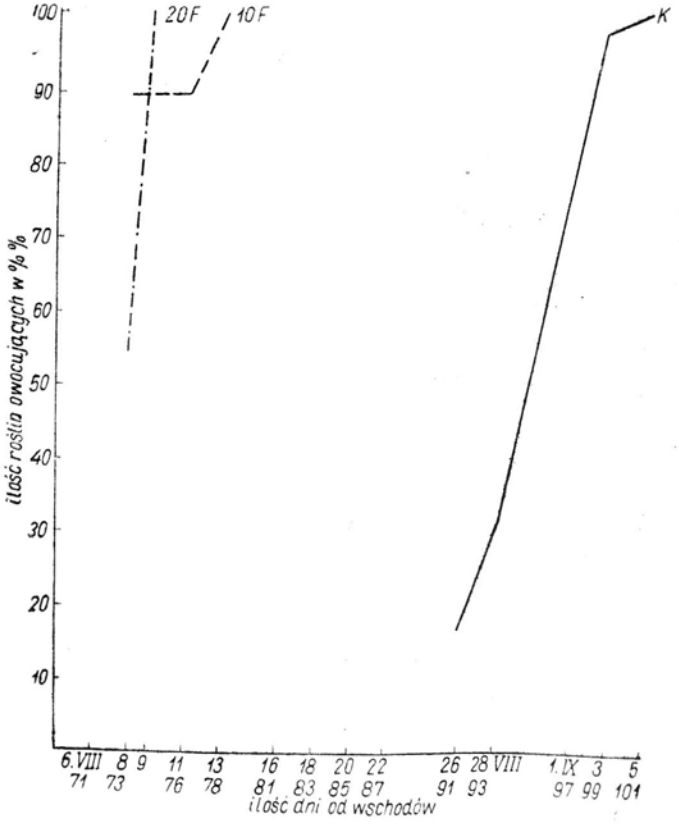
Oznaczenia jak na ryc. 6



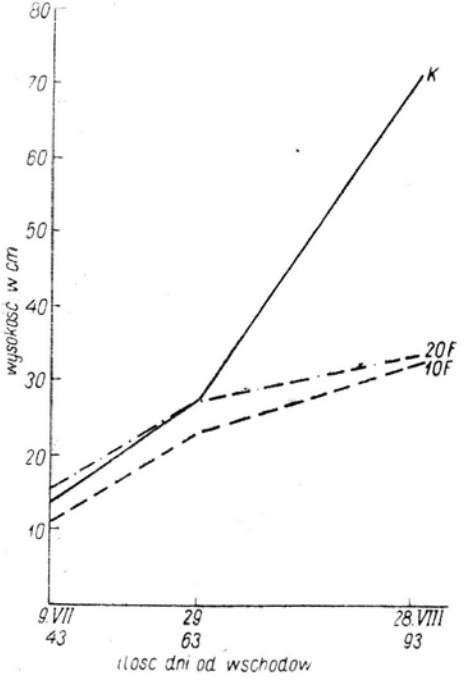
Ryc. 9. Wpływ ilości krótkich fotoperiodów na ilość węzłów pachnotki (główny pęd)



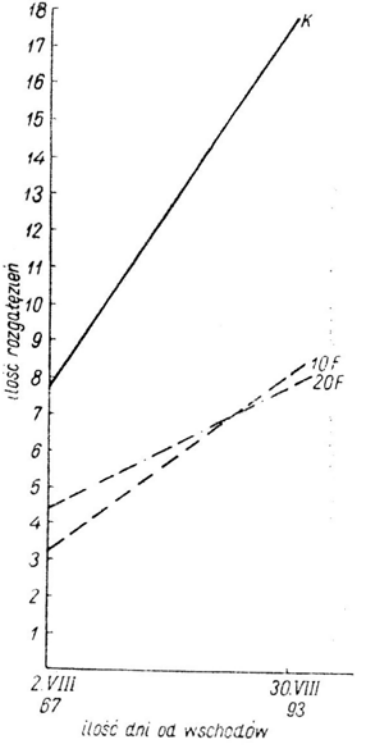
Ryc. 10. Wpływ ilości krótkich fotoperiodów na plon nasion pachnotki



Ryc. 11. Wpływ ilości krótkich fotoperiodów stosowanych w 44 dni po wschodach na owocowanie pachnotki



Ryc. 12. Wpływ ilości krótkich fotoperiodów stosowanych w 44 dni po wschodach na wzrost pachnotki



Ryc. 13. Wpływ ilości krótkich fotoperiodów stosowanych w 44 dni po wschodach na ilość rozgałęzień pachnotki

10 F — — — — 10 fotoperiodów, 20 F · · — · — 20 fotoperiodów, K ——————— dzień normalny.

Różnice z roślinami kontrolnymi zaznaczają się najsilniej u półtorarocznych nasion z roślin indukowanych fotoperiodycznie 40 dni.

Rośliny indukowane przez 20 i 30 dni uległy silnym modyfikacjom morfologicznym.

Przy innym terminie skracania dnia — mianowicie rozpoczynając 44 dni po wschodach — otrzymano inne wyniki. Stosowano tu 10 i 20 fotoperiodów 8-godzinnych i okazało się, że między tymi dwoma kombinacjami prawie nie było różnic. Już 10-dniowe skracanie dnia wystarcza (jak widzimy z ryc. 11). do znacznego przyśpieszenia owocowania pachnotki.

Wzrost roślin zostaje silnie zahamowany (ryc. 12), ilość rozgałęzień zredukowana (ryc. 13).

TABELA 6

Masa 1000 nasion pachnotki indukowanej różną ilością fotoperiodów rozpoczynanych 44 dni po wschodach

Nr komb.	Ilość fotoperiodów	Masa 1000 nasion w g			Różnica masy 1000 nasion roślin doświadczalnych i kontrolnych w %
		Dośw.	Kontr.	W stosunku do kontrolnej w %	
1	10	3,80	2,96	128,4	+ 28,4
2	20	3.83	2,96	129,4	+ 29,4

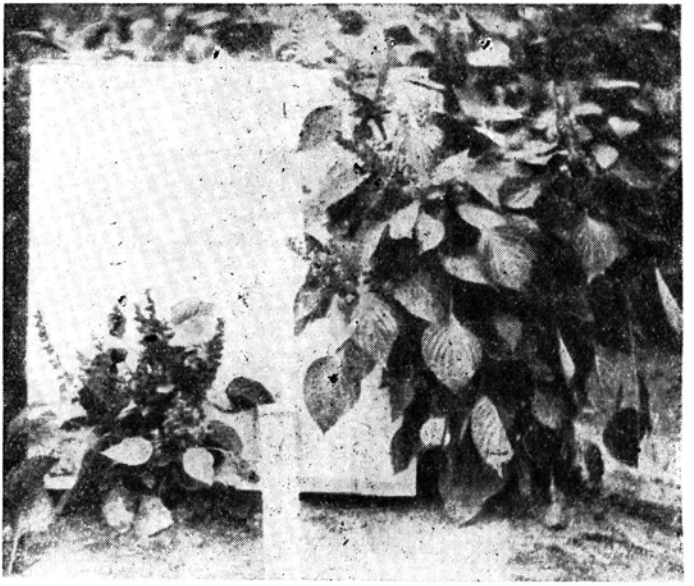
Jakość nasion w tych kombinacjach była znacznie wyższa niż u roślin kontrolnych. Masa 1000 nasion przy 10 fotoperiodach była wyższa od roślin kontrolnych o 28,4%, a przy 20 fotoperiodach o 29,4% (tab. 6).

Doświadczenie III. Okres stosowania indukcji fotoperiodycznej (1953)

Już z doświadczeń przeprowadzonych w 1952 r. było widać, że skracanie dnia w kilka tygodni po wschodach daje silne efekty fotoperiodyczne. W tym wypadku rośliny zostały gwałtownie zatrzymane we wzroście i od razu przystąpiły do wytworzenia wielkich szczytowych kwiatostanów. Pokrój ich był zupełnie inny niż roślin kontrolnych (ryc. 14).

Liście zrobiły się skórzaste, błyszczące, ciemnozielone, grubość blaszki liściowej zwiększyła się. Poza tym nie zaobserwowano żadnych modyfikacji kształtu i unerwienia blaszki liściowej. Prawdopodobnie w tym okresie (44 dni po wschodach) wszystkie liście tych roślin były już uformowane w wierzchołku wzrostu. Średni plon z rośliny zmniejszył się tu znacznie. Jednak w stosunku do wytworzonej masy (liści i pędów) i do zajmowanej przez roślinę powierzchni plon nasion był wyższy z roślin doświadczalnych niż z kontrolnych.

W 1953 roku założono systematyczne doświadczenie (13 kombinacji) nad wpływem czasu indukcji fotoperiodycznej. Wysiew 9 maja. Począwszy



Ryc. 14. Wpływ krótkich fotoperiodów na pokrój pachnotki. Początek skracania dnia 44 dni po wschodach. D — 10 fotoperiodów 8-godzinnych; K — roślina kontrolna na dniu normalnym

Fot. T. Rylska

od wschodów co 4 dni nową grupę (3 powtórzenia po 7 szt.) wprowadzano w warunki krótkiego (8-godzinnego) dnia. Każda grupa otrzymała 20 takich fotoperiodów, a potem do końca wegetacji rosła na normalnym dniu długim.

Najsilniejsze przyśpieszenie kwitnienia w stosunku do roślin kontrolnych (34 do 29 dni) dały rośliny pierwszych czterech grup (początek indukcji zaraz po wschodach i 4, 8, 12 dni po wschodach) (tab. 7 i ryc. 15).

Kwitnienie było jednak słabe — pojedyncze kwiatki w kątach liści — i po pewnym czasowym zahamowaniu nastąpiła nowa faza rozwoju wegetatywnego (przerastanie), po której dopiero rośliny powtórnie zakwitły — tym razem obficie i w tym samym czasie, co rośliny kontrolne. Wzrostem także rośliny tych grup prawie dorównywały kontrolnym (ryc. 16).

Rośliny, których indukcję rozpoczęto 16 i 20 dni po wschodach zaczynały kwitnąć wcześnie (ryc. 15) — 25—20 dni przed kontrolnymi, ale i tu u nich wystąpiło jeszcze dość silnie przerastanie i powtórne kwitnienie razem z kontrolnymi. Indukcja rozpoczęta 24 do 36 dni po wschodach dała najlepsze rezultaty, jeśli chodzi o rozwój generatywny: rośliny zakwitły jeden raz ± 3 tygodnie przed kontrolnymi (ryc. 15). Rośliny

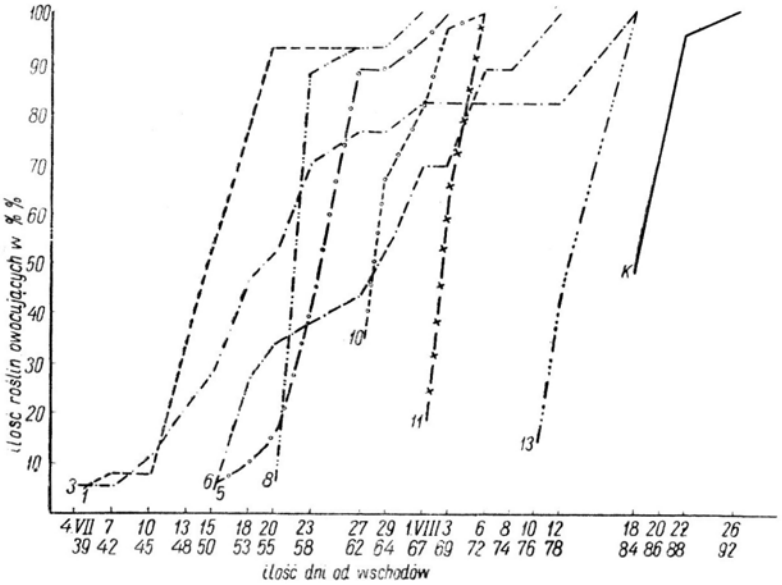
TABELA 7

Wpływ różnych terminów skracania dnia na rozwój pachnotki

Nr komb.	Ilość dni od wschodów do rozpoczęcia skracania dnia	Ilość roślin	Ilość dni do początku pierwszego kwitnienia	Ilość dni do początku drugiego kwitnienia	Przyśpieszenie drugiego kwitnienia o dni	Średnia					
						Wysok. roślin		Ilość węzłów		Ilość rozgałęzień	
						w cm	w stosunku do kontr. w %	w szt.	w stosunku do kontr. w %	w szt.	w stosunku do kontr. w %
1	0	17	50	84	0	75,1	98,0	20,3	153,8	21,5	107,0
2	4	20	50	84	0	79,1	103,3	20,8	157,6	19,5	97,0
3	8	17	55	84	0	72,2	94,3	19,8	150,0	17,7	88,0
4	12	16	55	84	0	67,4	88,0	19,4	147,0	13,3	66,1
5	16	18	59	84	0	63,9	83,4	16,8	127,3	15,5	77,1
6	20	17	64	84	0	57,3	74,8	12,4	93,9	14,6	72,6
7	24	18	—	57	27	43,8	57,2	9,0	68,2	14,1	70,1
8	28	17	—	58	27	39,9	52,1	8,5	64,4	12,2	60,7
9	32	13	—	61	23	44,5	58,1	9,3	70,5	15,5	77,1
10	36	19	—	63	21	43,9	57,3	10,4	78,8	17,7	88,0
11	40	19	—	69	15	42,5	55,5	10,4	78,8	13,6	67,6
12	44	15	—	71	12	42,5	55,5	11,0	83,3	18,0	89,5
13	48	17	—	78	6	45,8	59,8	11,2	84,8	12,8	63,6
Kontrolna	—	223	—	84	—	76,6	100,0	13,2	100,0	20,1	100,0

zaciemniane po 40 dniu przyspieszyły stosunkowo nieznacznie kwitnienie (od 15 do 6 dni) (ryc. 14). Wzrost roślin, którym zastosowano krótkie fotoperiody dopiero 24 lub więcej dni po wschodach, został bardzo silnie zahamowany. Przy zbiorze rośliny tych kombinacji były dwa razy mniejsze od kontrolnych (ryc. 15).

Krzywe ilości węzłów w trakcie rozwoju wykazały różny przebieg zależnie od okresu skracania dnia (ryc. 17). Rośliny pierwszych 5 grup

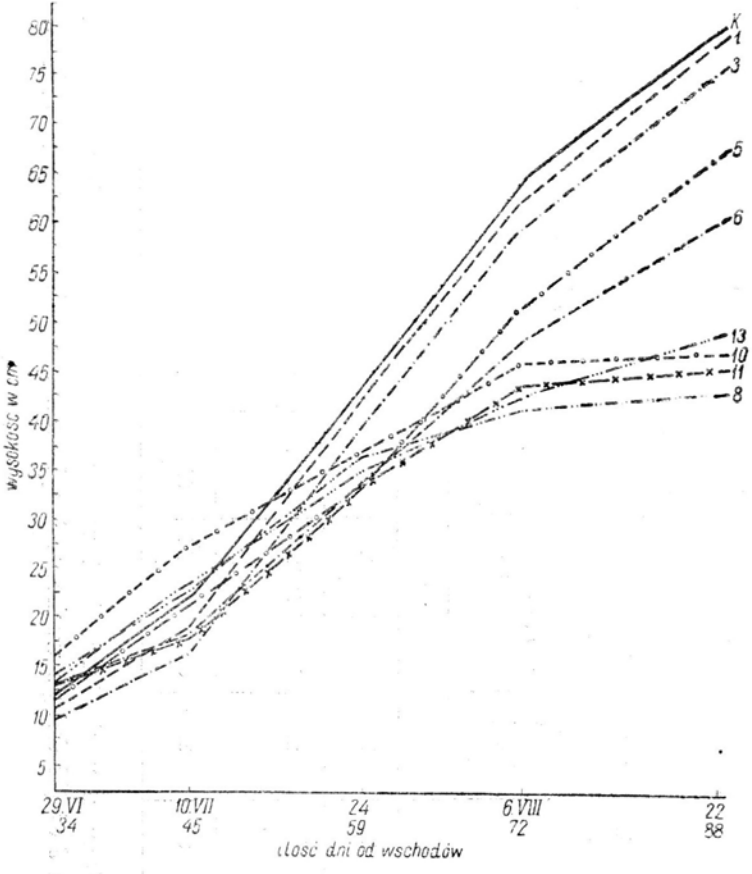


Ryc. 15. Wpływ różnych terminów skracania dnia na kwitnienie pachnotki. Rozpoczęcie skracania dnia:

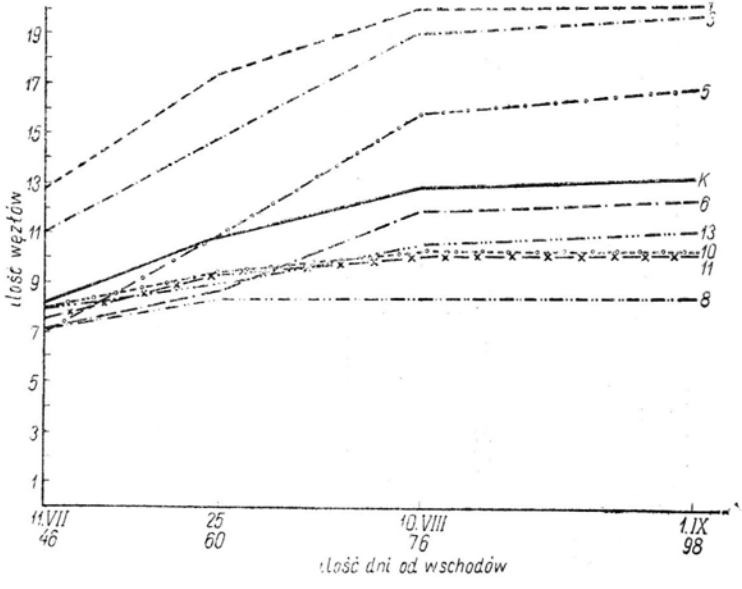
1 — — — — — zaraz po wschodach; 8 — · · — · · — · · — 28 dni po wschodach
3 — · — · — — 8 dni „ „ 10 — — o — — o — · o 36 „ „ „
5 — o — o — o — 16 „ „ „ 11 — x — x — x — 40 „ „ „
6 — — · — — · — — 20 „ „ „ 13 — · · · — · · · — · · · 48 „ „ „
K ———— rośliny kontrolne na dniu normalnym.

(początek zaciemniania od wschodów do 16 dni po wschodach) sformowały znacznie więcej węzłów niż rośliny kontrolne. Rośliny te wytworzyły po pierwszym kwitnieniu dużo węzłów charakteryzujących się małymi liśćmi i krótkimi międzywęźlami. W późniejszym okresie w niektórych węzłach rozwinęły się rozgałęzienia boczne. Ilość rozgałęzień tylko w 2 pierwszych grupach dorównywała kontrolnym.

Skracanie dnia wyraźnie hamuje wyrastanie pędów bocznych. Najmniejszą ilość węzłów i rozgałęzień obserwowano u grup pośrednich, które zakończyły swój rozwój, gdy wydały pierwsze bardzo wczesne owoce (ryc. 17).



Ryc. 16. Wpływ różnych terminów skracania dnia na wzrost pachnotki



Ryc. 17. Wpływ różnych terminów skracania dnia na ilość węzłów pachnotki (główny pęd).

Oznaczenia jak na ryc. 15

Nasiona z grup pośrednich (początek indukcji 24—32 dni po wschodach) okazały się najlepiej wykształcone i miały największą masę 1000 sztuk (tab. 8). Siła i energia ich kiełkowania przewyższała kontrolę (tab. 9).

TABELA 8

Wpływ różnych terminów skracania dnia na masę 1000 nasion pachnotki

Nr komb.	Ilość dni od wschodów od rozpoczęcia skracania dnia	Masa 1000 nasion w g	Masa nasion w stosunku do kontrolnej w %
1	0	2,70	104,7
2	4	2,53	98,0
3	8	2,62	101,6
4	12	3,20	124,0
5	16	2,71	105,0
6	20	3,11	120,5
7	24	3,85	149,2
8	28	4,05	157,0
9	32	3,44	133,3
10	36	3,24	125,6
11	40	3,07	119,0
12	44	2,70	104,7
13	48	2,90	112,4
Kontrolna na dniu naturalnym		2,58	100,0

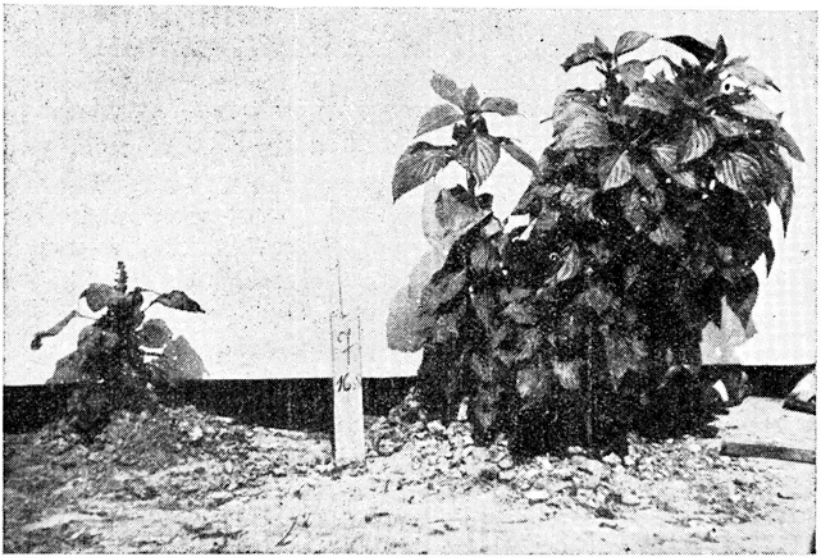
TABELA 9

Kiełkowanie pachnotki indukowanej fotoperiodycznie w 1953 r.

Nr komb.	Ilość dni od wschodów do rozpoczęcia skracania dnia	Nr i data próby kiełkowania	Średnia			
			Energia kiełkowania w stos. do kontrolnej w %			Siła kiełkowania w stos. do kontrolnej w %
			I doba	II doba	III doba	
1	4	58,59 — XII/1953	99,6	101,5	100,2	100,9
7	24	68,71,72 — III i IV/1954	130,4	141,3	128,0	122,4
8	28	58,59,68,71,72 — XII/1953; III i IV/1954	216,6	165,4	136,9	128,5
9	32	68,71,72 — III i IV/1954	221,9	255,8	154,8	164,5

Zmiany morfologiczne liści wystąpiły silnie tylko u 5 pierwszych grup, u 6-ej (20 dni po wschodach) były zmiany tylko liści górnych pięter,

a począwszy od 7 grupy modyfikacji liści nie notowano. Natomiast ogólny pokrój roślin pierwszych grup zbliżył się do kontrolnych, a grup



Ryc. 18. Wpływ różnych terminów skracania dnia na pokrój pachnotki: na lewo — roślina doświadczalna — 20 fotoperiodów 8-godzinnych zastosowanych w 24 dni po wschodach; na prawo — roślina kontrolna na dniu normalnym

Fot. B. Siemaszko

średnich odbiegał od niej najbardziej. Kwiatostany były wydłużone, obsypane kwiatami, a całe rośliny karłowate ze skórzastymi ciemnozielonymi liśćmi (ryc. 18).

Doświadczenie IV. Wpływ indukcji fotoperiodycznej na następne pokolenie (1953)

Próbki nasion ze wszystkich kombinacji doświadczenia I i II (1952 r.) zostały wysiane w systematycznym doświadczeniu polowym na stacji hodowlano-badawczej IHAR — Radzików (3 powtórzenia, losowane poletka w blokach, po 21 roślin na poletku, 63 rośliny w kombinacji).

Obserwowano zakwitanie, owocowanie, wzrost, ilość węzłów i ilość rozgałęzień w trakcie wegetacji.

Nie spostrzeżono żadnych statystycznie ważnych (obliczenia metodą sprawdzianu Studenta) różnic w rozwoju roślin pochodzących z nasion wydanych przez rośliny bardzo silnie zaindukowane fotoperiodycznie i przez rośliny nie indukowane wcale. Średni błąd (2 μ) wypadł stosunkowo duży (tab. 10) z powodu szerokiego rozrzutu danych z poszczególnych poletek.

TABELA 10

Wyniki obliczeń statystycznych doświadczenia nad wpływem indukcji fotoperiodycznej na plon następnego pokolenia pachnotki

Nr komb.	Traktowane w 1952 r.	Średni plon z rośl. w g	Różnica z kontrolną	2μ – średni błąd
1	30 fotoper. 12 godz.	10,2	+ 2,6 <	4,128
2	„ „ 10 „	10,0	+ 2.4 <	„
3	„ „ 8 „	10,2	+ 3,6 <	„
4	10 „ 10 „	8,2	+ 0,6 <	„
5	20 „ 10 „	9,9	+ 2,3 <	„
6	40 „ 10 „	9,9	+ 2,3 <	„
Kontrolna niezaciemniana		7,6	—	

$$\mu = 2\,\frac{A - nB_2 - kc + kn\,D}{kn\,(k-1)\,(n-1)} = 2{,}064$$

A — kwadrat sumy plonów
B — suma kwadratów plonów bloków
C — suma kwadratów plonów z kombinacji
D — suma kwadratów plonów z poletek
n — ilość powtórzeń
k — ilość kombinacji

Różnice w plonie są nieistotne.

W badaniach laboratoryjnych nad siłą i energią kiełkowania nasion pachnotki pochodzących z roślin kontrolnych stwierdzono, że nie tracą one jeszcze prawie siły kiełkowania i nieznacznie tylko obniżają energię kiełkowania po $2^1/_2$ latach przechowywania w temperaturze pokojowej.

Wstępna analiza chemiczna wykazała, że zawartość procentowa tłuszczu i białka w nasionach pachnotki nie zależy od stosowania roślinom macierzystym indukcji fotoperiodycznej.

DYSKUSJA

Z przytoczonych wyników doświadczeń widzimy, jak wielka jest zależność reakcji fotoperiodycznej od trzech czynników, które dowolnie możemy zmieniać: długości dziennego oświetlenia, ilości fotoperiodów i okresu stosowania indukcji. Dla każdej odmiany, której rozwojem chcemy kierować przy pomocy periodów świetlnych musimy oznaczyć takie zestawienie tych trzech zmiennych, żeby otrzymać pożądane efekty.

Optymalna dla indukcji długość poszczególnego fotoperiodu jest dla różnych roślin (jak już mówiliśmy we wstępie) bardzo różna. Dla kilku odmian konopi wynosi ona 12 godzin (M a t u s i e w i c z, 1953), dla buraków cukrowych 18 godz. (C h r o b o c z e k, 1934). Dla pachnotki, biorąc pod uwagę całość rozwoju rośliny, uważamy za najlepszy dzień 10-godzinny (dośw. nasze I) wbrew temu, co czytamy w podręczniku

Minkiewicza (1952, s. 111), że przy takich fotoperiodach rośliny pachnotki są blade i słabo owocują.

Jest na ogół przyjęte, że większy wpływ na rośliny krótkiego dnia w okresie indukcji ma długość „nocy" niż „dnia". Dla roślin długiego dnia zaś ciemność nie jest dla zakwitania konieczna. Spotykamy w literaturze fakty, że rośliny krótkiego dnia mimo bardzo odpowiednich fotoperiodów nie przechodzą indukcji, jeżeli w środku nocy zastosować krótkie nawet kilkusekundowe naświetlanie (Parker i Bode wg Melchersa, 1948).

Moszkow (1952) stwierdził, że pachnotka potrzebuje przynajmniej 9-godzinnych okresów nieprzerwanej ciemności, aby mogła zakwitnąć.

Jeżeli porównujemy wpływ ilości fotoperiodów rozpoczynanych równocześnie, to — jak dotychczasowe badania wykazują — im więcej ich zastosujemy, tym silniejsza będzie reakcja fotoperiodyczna (Garner i Allard, 1923). To samo wynika z prac Matusiewicza (1953) dla konopi, Hardera (1953) dla *Kalanchoë Blossfeldiana* i w końcu z naszego doświadczenia II dla pachnotki. Praktycznie ważna jest najmniejsza ilość fotoperiodów, która w pełni zaindukuje kwitnienie. Sen Gupta (1950) stwierdził dla juty, że 14 fotoperiodów 8-godzinnych od wschodów jest wystarczające; powiększanie ich liczby nie ma żadnego wpływu na kwitnienie.

Jeśli chodzi o długość okresu indukcji, to wymagania pachnotki są różne zależnie od wieku rośliny. Zaraz po wschodach 10 dni indukcji krótkimi fotoperiodami jest niewystarczające, trzeba ich około 20, zaś w 6 tygodni po wschodach 10 dni skróconych wystarcza, a w 50 dni po wschodach daje nawet silny efekt. Moszkow (1952) obserwował wprawdzie zakwitanie pachnotki już po zastosowaniu 7 dni indukcji (początek 18 dni po wschodach), owocowanie jednak wymagało przynajmniej 18 dni krótkich zastosowanych w 30 dni po wschodach.

Lejsle (1950) dla tejże pachnotki stwierdził, że po 6—9 dniach indukcji zawiązują się pojedyncze kwiatki, które opadają i dopiero 18 dni indukcji w 2 tygodnie po wschodach jest wystarczające dla owocowania.

Nasze stwierdzenie, że dla pachnotki w późniejszym okresie (44 dni po wschodach) wystarcza dla owocowania 10 fotoperiodów zdaje się jest najniższym z otrzymanych dotąd wyników. Dla innych roślin o bardzo krótkim okresie wegetacji np. dla *Xanthium* stwierdzono (Roberts, 1941), że wystarczają już 1—2 krótkie fotoperiody dla pełnej indukcji generatywnej.

Wóycicki (1938) zauważył, że liczba potrzebnych krótkich fotoperiodów dla wywołania kwitnienia złocieni (chryzantem) zmniejsza się w miarę wzrastania wieku roślin.

Dla traw długiego dnia (m. in. *Lolium perenne* L.) W y c h e r l e y (1952) stwierdził zależność ilości fotoperiodów wystarczających do indukcji od długości fotoperiodu. Im dłuższy stosował dzień, tym mniej potrzeba było fotoperiodów. Przy oświetleniu ciągłym (24 godz.) wystarcza okres kilkudniowy, żeby zaindukować kłoszenie się tych traw.

M a t u s i e w i c z (1953 b) znalazł dla konopi tym większe przyśpieszenie zakwitania, im później rozpoczynał indukcję krótkimi fotoperiodami. To samo stwierdził W ó y c i c k i (1938) dla złocieni. Także dla *Kalanchoë Blossfeldiana* po 12 tygodniach wystarcza 7 dni indukcji, kiedy zaraz po wschodach trzeba aż 21 krótkich fotoperiodów (H a r d e r, 1953).

Jeżeli zastosujemy za małą ilość fotoperiodów, indukcja jest niepełna — rośliny zakwitają skąpo, a po pewnym czasie przerastają; na pędach, które już kwitną i powinny zakańczać okres wegetacji zaczyna się nowy bujny wzrost wegetatywny i rośliny te zrównują się pod każdym względem z kontrolnymi. Zjawisko przerastania pachnotki jest dobrze znane w okolicach o bardzo ciepłych i suchych latach (Ż d a n o w a, 1948). Przerastanie wystąpiło u nas w r. 1953 (o wyjątkowo ciepłym lecie), a w r. 1952 — normalnym — zupełnie go nie było. Przerastanie przy krótkiej indukcji zaobserwowano także u konopi (M a t u s i e w i c z, 1953 b) i u innych roślin.

W e l l e n s i e k (1952) doszedł do wniosku na podstawie doświadczeń z *Campanula media*, że rośliny przechodzą zaraz po wschodach fazę „młodzieńczą" (juvenile phase). W tym czasie nie reagują ani na indukcję termiczną, ani fotoperiodyczną. Byłaby to faza pośrednia między stadium cieplnym a świetlnym. Są rośliny, u których ten okres „młodzieńczy" trwa 2 miesiące i dłużej. Do takich należy np. soja, tytoń (M o s z k o w, 1952). Małą wrażliwość na skracanie dnia niektórych odmian tytoni badanych przez K o r o h o d ę (1935) można przypisać temu, że zabiegi stosowane tu były zaraz po wschodach, a nie później.

Nasze doświadczenie III miało na celu zbadanie w jakim okresie po wschodach trzeba stosować indukcję, żeby otrzymać szybkie i obfite owocowanie pachnotki. Jak widzimy z wykresu (ryc. 15) okres taki wypada między 24 a 32 dniem po wschodach. Rośliny tych grup zakwitły ze znacznym przyśpieszeniem (blisko 4 tygodnie wcześniej niż kontrolne). Oczywiście trzeba się liczyć z tym, że najlepszy okres dla indukcji fotoperiodycznej może być w każdym roku — zależnie od warunków atmosferycznych — nieco przesunięty w jedną lub drugą stronę. Jeżeli po wschodach wypadnie okres bardzo sprzyjający rozwojowi wegetatywnemu, to można zabieg skracania dnia stosować dla pachnotki wcześniej — już jakieś 20 dni po wschodach. W literaturze badań nad pachnotką nie spotkaliśmy zupełnie skonkretyzowania wniosków praktycznych: kiedy

i jakie stosować skracanie dnia, żeby otrzymać pożądane dla rolnika wyniki. Na podstawie naszych trzech pierwszych doświadczeń możemy sprecyzować takie wskazanie praktyczne dla hodowców: chcąc otrzymać wczesny możliwie i dobrej jakości plon pachnotki (*Perilla ocimoides* L.) w naszych warunkach należy wysiewać ją w drugiej połowie kwietnia, początku maja i w 20—30 dni po wschodach stosować skracanie dnia do 10 godzin przez 20 dni.

Doświadczenie IV nie wymaga dyskusji. W literaturze nie spotkaliśmy szczegółowych badań nad dziedziczeniem zmian wywołanych wpływami fotoperiodycznymi. Nasze jednoroczne wyniki nie przesądzają oczywiście sprawy. Nie jest wykluczone, że przez wielokrotne powtarzanie indukcji fotoperiodycznej można by wywołać zmiany dziedziczne.

Należy zwrócić uwagę jeszcze na jedno zjawisko, że nasiona pachnotki indukowane odpowiednim fotoperiodem nie tylko dają nasiona większe od kontrolnych, ale i o większej żywotności, która to cecha zachowuje się przeszło rok.

Autorki serdecznie dziękują profesorowi dr Michałowi Korczewskiemu za cenne rady i wskazówki oraz za użyczenie części pola i pracowni swego Zakładu dla przeprowadzenia powyższych doświadczeń. Profesorowi dr Kazimierzowi Bassalikowi dziękujemy za skrupulatne przejrzenie i poprawienie pracy przed oddaniem do druku. Dziękujemy również koleżankom: mgr T. Krzywackiej, mgr B. Siemaszko, mgr L. Rozegnałowej, A. Gejowej i A. Oleksiej za pomoc techniczną w pracy.

STRESZCZENIE

1. Omówiono znaczenie gospodarcze badań nad fotoperiodyzmem.

2. Doświadczenia nad fotoperiodyzmem pachnotki oleistej (*Perilla ocimoides* L.) przeprowadzano w polu, skracając dzień przez przykrywanie roślin od godzin popołudniowych do rana budkami z dykty albo torbami z czarnego papieru.

3. Skracanie dnia przez 30 dni po wschodach przyśpieszyło kwitnienie i owocowanie pachnotki o trzy tygodnie, przy tym nie stwierdzono wyraźnych różnic w terminach między trzema wariantami doświadczenia (dzień, 12, 10 i 8-godzinny).

Obniżka plonu w dużym stopniu zależy od długości fotoperiodu: przy 12 i 10-godzinnym dniu jest niewielka, przy 8-godzinnym znaczna.

4. Im więcej stosowano krótkich (10-godzinnych) fotoperiodów, tym pachnotka szybciej zakwitała i dojrzewała i tym niższy dała plon.

5. W późniejszym okresie wegetacji wystarcza dla indukcji pachnotki mniejsza ilość fotoperiodów niż w okresie wcześniejszym.

6. Skracanie dnia wpływa w różnym stopniu na rozwój pachnotki zależnie od okresu, w którym je stosujemy. Trwałe i praktycznie dobre efekty daje skracanie dnia rozpoczynane 20—32 dni po wschodach.

7. Nasiona roślin pachnotki indukowanych krótkimi fotoperiodami są lepiej wykształcone, cięższe oraz mają większą siłę i energię kiełkowania niż nasiona z roślin kontrolnych.

8. Wyniki powyższe omówiono w świetle najnowszej literatury.

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Laboratorium Fizjologii Rozwoju Roślin, Warszawa

T. RYLSKA, M. WISŁOCKA

PHOTOPERIOD INVESTIGATIONS ON *PERILLA OCIMOIDES* L.

SUMMARY

1. In field experiments on photoperiodism in *Perilla ocimoides* L. daylight periods were shortened by covering the plants with plywood boxes or black paper bags from the afternoon till the next morning.

2. A shortened daylight period applied for 30 days after the seedlings come out accelerates blossoming of *Perilla* by three weeks; the three photoperiods applied in the expermients (12, 10 and 8 daylight hours) caused no striking difference in the plant development. Crop declines depend greatly on the photoperiod length: at 12 and 10 daylight hours the decline is slight, at 8 hours it becomes notable.

3. The greater the number of shortened, 10 hour photoperiods the quicker the plants blossom and reach maturity and the lower are the crop yields.

4. At later development stages fewer reduced photoperiods suffice for inducing a respons in *Perilla* as compared with the number of such photoperiods applied immediately after the plants come out.

5. The effect of reduced periods on the development of *Perilla* depends on the developmental stage at which they are applied. Permanent and, from a practical point of view, good effect are obtained when the reduction of daylight is started 20—32 days after the plants come out.

6. In the case of *Perilla,* seeds from plants subjected to short photoperiods are better developed, heavier and germinate better than control seeds.

Т. РЫЛЬСКАЯ, М. ВИСЛОЦКАЯ

ИССЛЕДОВАНИЯ ФОТОПЕРИОДИЗМА ПЕРИЛЛИ

РЕЗЮМЕ

1. Описано хозяйственное значение исследований фотопериодизма.

2. Опыты по фотопериодизму масличаой периллы проведены были в поле с применением искусственного сокращения дня, путем прикрытия растений фанерными будками либо мешечками из черной бумаги, начиная с первых послеполуденных часов до утра.

3. Сокращение дня в течение 30 дней после всходов ускорило цветение периллы на три неделе, при чем не было констатировано заметных разниц в сроках между тремя вариантами исследования (12, 10 и 8-часовой день). Понижение урожая в значительной степени зависит от продолжительности фотопериода: при 12 и 10-часовом дне оно невелико, при 8-часовом — довольно значительно.

4. Чем больше применялся короткий (10-часовой) фотопериод, тем скорее перилла зацветала и созревала, но тем низший давала урожай.

5. В позднейшем периоде для индукции перилли достаточно было меньшее количество фотопериодов, чем непосредственно после всходов.

6. Сокращение дня влияет в различной степени на развитие перилла в зависимости от времени в котором его применяем. Постоянные и практически хорошие эффекты дает сокращение дня, которое начинается в 20—32 дня после всходов.

7. Семена растений периллы, индуцированных короткими фотопериодами, были более сформированы, более тяжелые и отличались большей силой и энергией прорастания, чем семена контрольных растений.

LITERATURA

1. Bouillene R. et Bouillene-Warland M., 1946/47. Quelques considérations scientifiques et économiques sur le photopériodisme, Archives de l'Institut de Botanique Un. de Liège 18 (13).
2. Chroboczek E., 1934. A study of some ecological factors influencing seed-stalk development in beets (*Beta vulgaris* L.), Ithaca University 154, s. 1—84.
3. Coleman O. R. and Belcher B. A., 1952, Some responses of sorgo to short photoperiods and variation in temperature, Agron. J. 44(1), s. 35.
4. Gardner F. P. and Loomis W. E., 1953, Floral induction and development in orchard grass, Pl. Physiol. 28 (2), s. 211.

5. G a r n e r W. W. and A l l a r d H. A., 1920, Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants, J. Agric. Res. 18 (11), s. 553.
6. G a r n e r W. W. and A l l a r d H. A., 1923. Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night, J. Agric. Res. 23 (11), s. 871.
7. G a r n e r W. W. and A l l a r d H. A., 1931, Duration of flowerless condition of some plants in response to unfavorable length of day, J. Agric. Res. 43 (5), s. 439.
8. H a r d e r R., 1953, Über den Einfluss der Tageslänge nach der photoperiodischen Induktion auf die Infloreszenzen von *Kalanchoë Blossfeldiana*, Planta 42 (1/2), s. 19.
9. K a z n o w s k i L., 1935, Obserwacje nad odmianami tytoniu (*Nicotiana tabacum* L. i *N. rustica* L.) przeprowadzone w Puławach w okresie od 1927 do 1931 r., Pamiętniki PINGW 15, s. 321.
10. K l e b s G., 1913, Fortpflanzung der Gewächse, Handw. Naturwissenschaften 4, s. 276.
11. K l e b s G., 1918, Über die Blütenbildung von *Sempervivum*, Flora 11—12, s. 128.
12. K o r o h o d a J., 1935, Badania nad reakcją fotoperiodyczną niektórych odmian tytoniu (*Nicotiana tabacum*), Pamiętniki PINGW 15 (2), s. 516.
13. K r e n k e N. P., 1950, Riegienieracja Rastienij, Moskwa.
14. L e j s l e F. F., 1950, Wljanje swietowowo i tiempieraturnowo faktora na rassielenje rastienij i ich izmiencziwost w swietie stadijnowo razwitja. Soob. I. Morfologiczeskje izmienienja rastienij, swiazannyje s ich razwitjem w usłowjach raznoj dliny dnia, Eksp. Bot. (7), s. 59.
15. L u b i m i e n k o W. N. i S z c z e g ł o w a O. A., 1932, O fotopieriodiczeskoj indukcji w procesie razwitja rastienij, Izw. Bot. Sada. Akad. N. SSSR.
16 L u d w i g R. A., B a r r a l e s H. G. and S t e p p l e r H., 1953, Studies on the effect of light on the growth and development of red clover, Canad. J. Agric. Sci. 33 (3), s. 274.
17. Ł y s i e n k o T., 1950, Agrobiologia (tłum. z ros.) Warszawa.
18. M a t u s i e w i c z E., 1953 a, Studia nad fotoperiodyzmem konopi, Pozn. Tow. Prz. Nauk. Pr. Kom. N. R. i L. 2 (2), s. 1.
19. M a t u s i e w i c z E, 1953 b, Fotoperiodyczna reakcja konopi w zależności od wieku roślin, Roczn. Nauk. Roln. 63 -A- 1, s. 53.
20. M e l c h e r s G. und L a n g A., 1948, Die Physiologie der Blütenbildung, Biol. Zbl. 67 (3/4), s. 105.
21. M i n k i e w i c z I. A. i B o r k o w s k i j W. E. 1952, Maślicznyje Kultury, Moskwa.
22. M o s z k o w B., 1939, O minimalnych otriożkach swieta i tiemnoty wyzywajuszczich cwietienje korotkodniewych rastienij, D.A.N. SSSR. 22 (7).
23. M o s z k o w B., 1952, Fizjologiczna natura fotoperiodycznej reakcji liścia, (tłum. z ros.) Probl. Rozw. Stad. Rośl., s. 97.
24. M u r n e e k A. E., 1948, History of research in photoperiodism, Symp. Vernalization and Photoperiodism, s. 39.
25. P o h j a k a l l i o O., 1953, On the effect of day-length on the yield of potato, Physiol. Plant. 6 (1), s. 140.
26. R o b e r t s R. H., 1951, The induction of flowering with a plant extract, Plant Growth Substances, University of Wisconsin Press., s. 347.

27. S c h w a r z e n b a c h T. H., 1953, Die Abhängigkeit der Bulbillenbildung bei *Poa alpina vivipara* von Photoperiodismus und Frost, Experienta 9 (3), s. 96.
28. S c h i c k R., 1932, Photoperiodismus, Der Züchter.
29. S e n G u p t a J. C. and S e n G., 1950, Photoperiodic induction in jute and a great acceleration of vegetetative growth in *C. capsularis*, Nature 166, s. 152.
30. V e g i s A., 1953, The significance of temperature and the daily light-dark period in the formation of resting buds, Experientia 9 (12), s. 462.
31. W e l l e n s i e k S. J., 1952, Photoperiodism and temperature in *Perilla*, Proceedings Kon. Ned. Ak. Wetenschappen, Sec. C 55 (5), s. 701.
32. W h y t e R. O., 1946, Crop Production and Environment, London.
33. W i t s c h A. und F l u g e l A., 1951, Über photoperiodisch induzierte Endomitose bei *Kalanchoë Blossfeldiana*, Naturwiss. 38 (6), s. 133.
34. W ó y c i c k i St. i G r z y b o w s k i M., 1938, Wpływ długości dnia na rozwój i kwitnienie złocieni (*Chrysanthemum indicum* L.), Roczn. Nauk. Ogrodn. 5, s. 141.
35. W y c h e r l e y P. R., 1952, Temperature and photoperiod in relation to flowering in three perennial grass species, Meded. Landbouwhogeschool Wageningen 52 (2), s. 75.
36. Ż d a n o w a L. P., 1948, K analizu jawlenja wiegietatiwnowo izrastanja, D.A.N. SSSR. 60 (8), s. 1421.