Wpływ krótkich fotoperiodów na morfologię kłosa pszenic jarych i ozimych (*Triticum vulgare*)

Influence of short day on the morphology of spikes in summer and winter wheat
(*Triticum vulgare*)

MARIA WISŁOCKA

Wiemy, że długość dnia jest jednym z czynników wpływających na przemianę materii, wzrost i rozwój generatywny roślin, poza tym zaś może powodować zmiany morfologiczne. Nieodpowiednia dla normalnego rozwoju danej rośliny ilość godzin światła dziennego może wywoływać zmiany morfologiczne organów wegetatywnych lub generatywnych (Konowałow i inni, 1957). Występuje tu zależność od okresu rozwoju rośliny, w którym stosujemy indukcję. Inne zmiany wystąpią, jeżeli nieodpowiednią długość dnia zastosujemy w początkowej fazie rozwoju roślin, a inne jeżeli w późniejszej (Rylska i Wiśłocka, 1956; Blum i Krzyż, 1956). Forma zmian jest cechą gatunkową (Konowałow i inni, 1957).

Krótki dzień u zbóż może wywoływać zmiany morfologiczne kłosa (Zabłuda, 1941; Bassarskaja, 1946; Gott, 1955).

Laboratorium nasze* od kilku lat prowadzi badania nad powstawaniem zmian morfologicznych kłosa pszenicy pod wpływem skracania dnia. Badania podzieliłam na trzy etapy. W etapie pierwszym opracowałam ilość krótkich fotoperiodów, które należy zastosować, aby otrzymać zmiany morfologiczne kłosa. Ustaliłam, że dla pszenicy jarej „Bajka” należy stosować 12-godzinny fotoperiod przez okres 20 dni. Stosowanie indukcji krótszej niż 20 dni daje słabszy efekt, a dłuższy wpływa bardzo ujemnie na wykształcenie się ziarna (Wiśłocka, 1955). W drugim etapie badań określiłam najodpowiedniejszą fazę rozwoju, w której powinna być zastosowana indukcja. Według moich danych indukcję powinno się rozpocząć na początku formowania się na stożku wzrostu podwójnych wałeczków (double ridge wg Bonnetta, 1936) i powinna ona trwać do zróżnicowania się kwiatków (Wiśłocka i inni, 1957). Równocześnie z drugim etapem badań rozpoczęłam trzeci, który miał nam wyjaśnić, czy metoda fotoperiodyczna otrzymywania gałęzistych kłosów może być rozszerzona na inne odmiany pszenicy jarej i ozimej. W tym celu po zastosowaniu indukcji oznaczałam ilość powstałych roślin ze zmienionym kłosem

* Laboratorium Fizjologii Rozwoju Roślin IHAR w Warszawie.

i formę zmian morfologicznych. Jednocześnie badałam wpływ krótkiego dnia na długość okresu wegetacyjnego, długość kłosa, wysokość rośliny, ciężar 1000 ziarn i plon.

MATERIAŁ I METODA

Doświadczenie nad wpływem indukcji fotoperiodycznej na morfologię kłosa przeprowadzono dwukrotnie: w roku 1954/55 na siedmiu odmianach i w roku 1956/57 na ośmiu odmianach pszenic jarych i ozimych (*Triticum vulgare*). Pszenice jare: „Gorzowska Wczesna” (var. *lutescens*), „Bajka” (var. *lutescens*), „Malborska” (var. *lutescens*) i „Ostka Strzelecka” (var. *erythrospermum*). Pszenice ozime: „Eka” (var. *ferrugineum*), „Barbarossa” (var. *barbarossa*) i „Przodownica” (var. *lutescens*), w roku 1956/57 jeszcze czwarta — „Złota Maczuga” (var. *albidum*).

W doświadczeniach polowych nad fotoperiodyzmem pszenicy posługiwano się tą samą metodą oraz zastosowano ten sam sposób opracowywania wyników, co w badaniach opisanych w poprzedniej pracy (Wisłocka i inni, 1957).

Doświadczenia założone były w roku 1954/55 w 3 (ozima 4) powtórzeniach, zaś w roku 1956/57 w 5 powtórzeniach. Gleba: bielica pylasta. Nawożenie stosowano silne, tak samo jak w pracy poprzedniej.

Skracanie dnia w doświadczeniach z 1954/55 r. rozpoczęło równocześnie dla wszystkich odmian. Równolegle prowadziłam inne doświadczenia mające na celu określenie najodpowiedniejszej fazy rozwoju rośliny, w której powinna być zastosowana indukcja. Po stwierdzeniu, jak wielkie znaczenie ma odpowiedni okres rozwoju rośliny w powstawaniu zmian morfologicznych kłosa, zastosowałam w doświadczeniach 1956/57 r. indukcję fotoperiodyczną nie w jednym czasie, lecz w tej samej fazie rozwoju roślin. Aby skracanie dnia każdej odmiany rozpocząć w tej samej fazie rozwoju, badano stożki wzrostu (od 5 do 10 sztuk) codziennie lub co drugi dzień (zależnie od temperatury). Indukcję (przykrywanie budkami na 12 godzin) rozpoczynano w tym dniu, w którym stwierdzono formowanie się podwójnych walczków. W tym też dniu analizowano 40 stożków wzrostu dla pszenicy jarej i 20 dla ozimej. Rośliny wybierano średnie, reprezentujące średni stopień rozwoju danej odmiany.

Omówię osobno doświadczenia nad odmianami pszenicy jarej w latach 1955 i 1957 i osobno nad odmianami pszenicy ozimej (1954/55 i 1956/57).

OPIS DOŚWIADCZEŃ

A. Pszenice jare

Wysiew 15.IV.1955 r. Wschody wszystkich odmian nastąpiły 2.V. Indukcję fotoperiodyczną rozpoczęło 16.V., tj. 14 dni po wschodach. Dzień naturalny dla roślin kontrolnych wynosił w tym czasie od 15h 45' do 16h 31'.

W 1957 r. siewu dokonano 2.IV. Wschody nastąpiły 17.IV. Indukcję fotoperiodyczną rozpoczęto, gdy rośliny danych odmian osiągnęły tą samą fazę rozwoju: mianowicie dla „Gorzowskiej Wczesnej” 6 maja, „Malborskiej” 7 maja, „Ostki Strzeleckiej” 9 maja, a „Bajki” 10 maja. Fazę rozwoju stożków wzrostu każdej odmiany w dniu rozpoczęcia indukcji ilustruje tabela 1. Długość dnia naturalnego w tym czasie wynosiła od 15h 12' do 16h 21'. Skracanie dnia stosowano przez okres 20 dni.

TABELA 1

Stadium rozwoju stożków wzrostu w dniu rozpoczęcia indukcji (1957)
(średnie z 40 roślin)

Odmiana	Data rozpoczęcia indukcji	S r e d n i a					
		Liczba liści dużych (od 0.5 cm długość.)	Ogólna liczba liści	liczba wałeczków			
				ogólna		podwójnych	
				średnia arytmetyczna	średnie odchylenie od średniej arytm.	średnia arytmetyczna	średnie odchylenie od średniej arytm.
Gorzowska							
Wczesna	6. V	3,7	7,9	5,5	0,99	3,3	1,07
Bajka	10. V	4,0	8,2	5,4	0,80	3,2	0,62
Malborska	7. V	3,8	7,5	5,7	0,57	3,4	0,61
Ostka							
Strzelecka	9. V	3,9	7,9	5,6	0,91	3,1	0,62

Zaraz po zakończeniu zaciemniania zaobserwowano, w porównaniu z roślinami kontrolnymi, zależnie od odmiany, większe lub mniejsze różnice, występujące u roślin doświadczalnych. Największe różnice wystąpiły w pokroju całych roślin u pszenicy „Bajka”. Rośliny te były niższe i silnie płożące się. Pszenice „Gorzowska” i „Ostka Strzelecka” mniej różniły się od kontrolnych. U „Malborskiej” płożenie się nie wystąpiło w ogóle, jedynie wzrost roślin był niższy. W 1957 r. zaobserwowano u „Ostki Strzeleckiej” poza tymi dwiema cechami, ciemniejsze zabarwienie liści.

Różnice w okresie kłoszenia się ilustruje tabela 2. Jak widzimy z tabeli 2, dzięki zastosowaniu indukcji w tej samej fazie rozwoju stożka wzrostu otrzymano dla badanych odmian prawie identyczny efekt w opóźnieniu kłoszenia się 7—8 dni. Jednak jeżeli chodzi o sam wpływ na zmiany morfologiczne, to — jak zobaczymy dalej — odmiany zachowały się różnie. W 1955 r. największe zahamowanie wzrostu i rozwoju kłosa zaobserwowano u „Ostki Strzeleckiej” (8 dni), a najsłabsze u „Gorzowskiej” i „Malborskiej” (5 dni).

Kłosa gałęziste wystąpiły w obu latach u „Ostki Strzeleckiej”, „Malborskiej” i „Bajki” wyłącznie w przypadku skracania dnia, nie spotykano ich absolutnie na poletkach kontrolnych (tab. 3). Natomiast u „Gorzowskiej” lekkie zmiany kłosa

TABELA 2

Wpływ krótkiego dnia na termin kłoszenia się pszenic jarych

Cyfry bez nawiasów rok 1957; w nawiasach rok 1955

Odmiana	Rośliny	Data kłoszenia się	Opóźnienie kłoszenia się o dni
Gorzowska Wczesna	kontrolne	20. VI. (30. VI.) *	— (—)
	doświadczalne	27. VI. (5. VII.)	7 (5)
Bajka	kontrolne	24. VI. (5. VII.)	— (—)
	doświadczalne	2. VII. (11. VII.)	8 (6)
Malborska	kontrolne	21. VI. (2. VII.)	— (—)
	doświadczalne	29. VI. (7. VII.)	8 (5)
Ostka Strzelecka	kontrolne	22. VI. (1. VII.)	— (—)
	doświadczalne	30. VI. (9. VII.)	8 (8)

* Dane z roku 1955 umieszczono w nawiasie jako mniej miarodajne, ponieważ skracanie dnia dla roślin poszczególnych odmian nie było rozpoczynane w tej samej fazie rozwoju roślin.

wystąpiły również i w warunkach dnia naturalnego. Prawdopodobnie samo intensywne nawożenie wywołuje u tej odmiany niewielkie zmiany morfologiczne kłosa. Trzeba podkreślić, że różnica w stopniu zmian u roślin indukowanych krótkim dniem i roślin kontrolnych była tu olbrzymia. Kłosa roślin kontrolnych miały mianowicie 1, 2, 3 lub 4 kłoski lekko zmienione, podczas gdy na doświadczalnych spotkać można było do 10 kłosków przekształconych w osie drugiego rzędu, na których osadzone było do 6 — 7 kłosków.

TABELA 3

Wpływ indukcji fotoperiodycznej na zmiany morfologiczne kłosa pszenic jarych

Cyfry bez nawiasów rok 1957; w nawiasach rok 1955

Odmiana	Rośliny	Liczba roślin	Liczba roślin ze zmienionymi kłosami		Procentowa ilość roślin z 2 i więcej zmienionymi kłosami w stosunku do ogólnej liczby roślin z kłosem zmienionym		
			szt.	%	2 kłosy	3 kłosy	4 kłosy
Gorzowska Wczesna	kontr.	494 (231)	48 (8)	9,7 (2,7)	16,7	—	—
	dośw.	459 (262)	372 (181)	81,1 (69,1)	34,4	18,5	7,5
Bajka	kontr.	495 (330)	— —	— —	—	—	—
	dośw.	466 (324)	184 (9)	39,5 (2,8)	16,8	4,3	—
Malborska	kontr.	498 (324)	— —	— —	—	—	—
	dośw.	453 (314)	121 (8)	26,7 (2,5)	10,7	6,6	—
Ostka Strzelecka	kontr.	482 (302)	— —	— —	—	—	—
	dośw.	487 (295)	111 (42)	22,8 (14,2)	12,6	1,8	—

Ilość roślin o zmienionych kłosach u badanych odmian była różna (tab. 3). Najwięcej ich było u „Gorzowskiej Wczesnej” — 81,10%. Na drugim miejscu znalazła się „Bajka” 39,50%, a następnie „Malborska” 26,70% i „Ostka Strzelecka” 22,80%. Poza tym u „Gorzowskiej” aż 600% roślin wytworzyło więcej niż po 1 kłosie zmienionym i tylko rośliny o słabym rozwoju wegetatywnym miały kłosy o normalnej budowie. W 1955 r. „Gorzowska Wczesna” miała także najwyższy procent roślin o zmienionych kłosach. Natomiast „Bajka” i „Malborska” dały wtedy bardzo mało takich roślin.

Oprócz ilości roślin ze zmienionym kłosem badałyśmy także stopień i formę zmian morfologicznych. Znaczne różnice wystąpiły pomiędzy poszczególnymi odmianami w stopniu zmian morfologicznych (tab. 4).

TABELA 4

Wpływ skracania dnia na stopień zmian morfologicznych kłosa pszenic jarych
Cyfry bez nawiasów rok 1957; w nawiasach rok 1955

Odmiana	Rośliny	Średnia liczba kwiatków i ziarn w kłosie			
		z 10 (6) najmn.iej zmienionych kłosów		z 10 (6) najbardziej zmienionych kłosów	
		kwiatków	ziarn	kwiatków	ziarn
Gorzowska Wczesna	kontr.	80,8 (73,2)	41,4 (25,5)	103,7 (107,5)	56,9 (45,8)
	dośw.	106,7 (83,0)	49,2 (32,3)	205,2 (163,5)	95,7 (79,7)
Bajka	kontr.	80,1	37,8	103,3	50,0
	dośw.	116,4	54,3	182,2	84,4
Malborska	kontr.	72,4	37,8	97,9	55,6
	dośw.	104,5	48,3	151,1	73,2
Ostka Strzelecka	kontr.	82,1 (72,8)	47,3 (39,5)	106,7 (94,0)	64,4 (61,0)
	dośw.	92,0 (83,8)	51,2 (32,0)	137,9 (117,3)	77,1 (63,8)

Widzimy, że u wszystkich badanych odmian stopień zmian w budowie kłosa był znaczny oraz że kolejność odmian, jeśli chodzi o stopień zwiększenia ilości elementów kłosa, jest taka sama jak w tabeli 3 ilustrującej ilość zmienionych kłosów. Na pierwszym miejscu znalazła się „Gorzowska”, u której średnia maksymalna liczba kwiatków dochodziła do 205,2, a liczba ziarn do 95,7. Pod wpływem indukcji fotoperiodycznej rośliny wszystkich odmian wytwarzają więcej kwiatków płonnych niż ziarna.

Liczba kwiatków i ziarn zależy oczywiście od ilości osi drugiego rzędu — rozgałęzień na kłosie. Już było wspomniane, że u „Gorzowskiej” niektóre kłosy miały do 10 rozgałęzień. Natomiast u „Bajki” bywało rozgałęzień do 9, a u „Malborskiej” najwyżej do 6.

Rozgałęzienia położone były w dolnej części kłosa, ale najniższe kłoski (1 do 3) zbudowane były normalnie. Budowa kłosków oraz ich ułożenie na osiach bocznych były różne (ryc. 1 i 2). Na rycinie 1 zamieszczone są tylko cztery charakterystyczne

Fot. B. Siemaszko

Ryc. 1. Zmiany morfologiczne kłosa „Gorzowskiej Wczesnej”¹.

a — kłosek normalny; b — typ I; c — typ II; d — typ II A; e — typ III

typy, a ponieważ zmiany były bardzo różnorodne, na rysunku 2 przedstawione są także formy pośrednie. Dokładny opis oraz fotografie typowych zmian w budowie kłosa i kłoska podano w poprzedniej pracy (Wiśłocka i inni, 1957) i tu ich nie będziemy powtarzać. W tej pracy wyróżniłam typ pośredni między typem II a III — II A.

Na jednym kłosie spotkać można 4 typy rozgałęzień. Na ogół ułożone są one w ten sposób, że w środku kłosa znajduje się typ I, niżej typ II i II A i w końcu III na dole kłosa. W kłosach bardzo rozgałęzionych najczęściej występują obok siebie typ I, II i II A. Natomiast kłosy mało zmienione miały najczęściej rozgałęzienie typu I. Wszystkie typy rozgałęzień wystąpiły u „Gorzowskiej” i „Bajki”. Zupełnie nie spotykało się typu III u „Malborskiej”. Poza tym u tej pszenicy wystąpiły rozgałęzienia zbliżone do typu I, od którego różniły się tym, że nie kwiatek 3 tylko

Ryc. 2. Schemat budowy osi II rzędu — rozgałęzień kłosa

a — kłosek normalny; b, c, d, e — typy charakterystyczne kłosek zmienionych: I, II, IIA, III; bez oznaczeń — formy pośrednie kłosek

dopiero 4 i dalsze uległy przekształceniu w kłoski. Ta forma rozgałęzień nie wystąpiła u „Gorzowskiej”. Największą rozpiętość zmian morfologicznych obserwowano u „Ostki Strzeleckiej” — od tylko dodatkowej plewy do 9 rozgałęzień typu od I, II, II A. Dodatkowa plewa o rozmiarach mniejszych od normalnej umieszczona była w środku kłoska (ryc. 3). Budowę swą plewa ta przypominała dwie

Fot. B. Siemaszko

Ryc. 3. Modyfikacje kłoska u „Ostki Strzeleckiej”

a — kłosek normalny; b — dwa kłoski umieszczone jeden pod drugim; c — kłosek z dodatkową plewą; d — dodatkowa plewa widziana od strony zewnętrznej i wewnętrznej

zrośnięte plewy (ryc. 3). Natomiast w innych kłosach modyfikacja polegała na tym, że na jednym członie osadki kłosowej siedziały dwa kłoski jeden pod drugim (ryc. 3). Odległość między tymi kłoskami wynosiła 1,5 — 2 mm.

W doświadczeniach z 1955 r. wystąpiły te same typy zmian kłoska co w roku 1957.

Przy porównaniu długości kłosa oraz ilości pięter na kłosie roślin doświadczalnych zaobserwowano znaczne różnice między odmianami (tab. 5).

Przedział ufności obliczano dla danej cechy tylko wtedy, gdy przeprowadzona analiza zmienności wykazała, że istotna jest zmienność odmian lub istotne są róż-

Fot. B. Siemaszko

Ryc. 4. Skrócenie członów osadki kłosowej

na lewo — osadki kłosowe z roślin nie indukowanych; na prawo — z roślin indukowanych

nice między roślinami indukowanymi i kontrolnymi. Zmienność odmian była istotna dla liczby pięter na kłosie, długości kłosa (1955) i ciężaru 1000 ziarn (1957). Natomiast zmienność między roślinami doświadczalnymi i kontrolnymi była istotna dla wysokości roślin (1955), liczby pięter na kłosie i długości kłosa (1957).

U roślin zaciemnianych na ogół kłos był krótszy niż u kontrolnych, wyjątek stanowi pszenica „Gorzowska”. Najkrótsze kłosa wystąpiły u „Ostki Strzeleckiej”.

Natomiast liczba pięter na kłosie zależnie od odmiany wzrosła — mniej lub więcej. Jak widzimy z tabeli 5, najwięcej pięter na kłosie przybyło „Bajce” (3,3), a najmniej „Ostce Strzeleckiej” (1,8). Kłosa roślin indukowanych zbudowane były w ten sposób, że człony osadki kłosowej skracały się stopniowo od środka ku szczytowi kłosa (ryc. 4). Górne człony osadki kłosowej miały tylko 2 mm długości.

TABELA 5

Wpływ skracania dnia na rozwój wegetatywny i plon pszenic jarych
(Średnie z 50 roślin)

Cyfry bez nawiasów rok 1957; w nawiasach rok 1955

Odmiana	Rośliny	Ś r e d n i a				
		długość kłosa cm	liczba pięter na kłosie	wysokość rośliny cm	plon z rośliny g	Ciężar 1000 ziarn g
Gorzowska Wczesna	kontr.	10,6 (10,1)	19,0 (18,0)	117,1 (101,1)	7,3 (7,3)	31,1 (36,4)
	dośw.	10,8 (10,0)	21,2 (20,9)	117,6 (114,7)	8,3 (9,0)	31,2 (35,9)
Bajka	kontr.	11,4 (11,4)	20,1 (20,0)	109,4 (107,4)	8,0 (4,7)	33,8 (28,6)
	dośw.	10,4 (11,1)	23,4 (24,2)	109,8 (115,8)	7,7 (5,0)	31,3 (28,8)
Malborska	kontr.	10,7 (9,4)	18,6 (16,9)	98,5 (98,7)	7,6 (5,0)	36,9 (35,0)
	dośw.	9,9 (9,0)	21,2 (21,3)	95,8 (99,7)	7,1 (4,3)	34,1 (34,8)
Ostka Strzelecka	kontr.	10,4 (9,9)	20,5 (19,4)	98,6 (89,6)	6,4 (4,5)	32,4 (32,7)
	dośw.	9,2 (9,2)	22,3 (23,7)	94,9 (92,3)	4,9 (4,9)	30,7 (33,1)
Fe =		5,19 (10,00)	6,00 (8,78)	1,02 (11,93)	1,94 (1,76)	13,58
Ft =		2,95 (4,60)	2,95 (3,34)	4,20 (3,34)	4,20 (4,60)	4,20
Przedział ufności dla P = 0,05		0,5 (0,2)	0,6 (0,9)	— (3,6)	— —	1,0

Odmiany „Malborska” i „Ostka Strzelecka” indukowane krótkim dniem dały ziarno drobniejsze od roślin kontrolnych. Tylko „Gorzowska” wytworzyła normalnie wypełnione ziarno.

B. Pszenice ozime

W doświadczeniu pierwszym siewu dokonano 24.IX.1954 r. Wschody nastąpiły 14.X. Skracanie dnia rozpoczęto 25.IV. 1955 r. i zakończono 15.V.1955 r. Długość dnia naturalnego w tym czasie wynosiła od 14h 37' do 15h 43'.

W 1956 r. pszenice wysiano 20.IX. Wschody wszystkich odmian nastąpiły 29.IX. Zaciemnianie „Przodownicy” rozpoczęto 13 kwietnia, „Eki” 15 kwietnia, „Złotej Maczugi” i „Barbarossy” 17 kwietnia. Ilość fotoperiodów w tym doświadczeniu zwiększono do 25, biorąc pod uwagę małą różnicę między dniem naturalnym (13.IV. — 13h 45') a dniem 12-godzinnym stosowanym przez nas.

Po zakończeniu indukcji zaobserwowano, tak jak u pszenicy jarej, że rośliny zaciemniane były niższe od kontrolnych i płożyły się. Cechy te wystąpiły w większym nasileniu u „Barbarossy”, a w mniejszym u „Przodownicy” i „Eki”. Wpływ indukcji najmniej widoczny był u „Złotej Maczugi”.

Kłoszenie roślin traktowanych krótkim dniem opóźnione było nieznacznie. „Przodownica” i „Złota Maczuga” wykłosiły się o 2 dni później, „Eka” i „Barbarossa” o 3 dni. Natomiast w doświadczeniu z 1954/55 okres od wschodów do kłoszenia się był bardziej przedłużony u „Eki” o 6 dni, u „Barbarossy” o 4, a u „Przodownicy” o 3 dni.

Liczba roślin o zmienionych kłosach u badanych odmian była różna (tab. 6). U „Eki” i „Złotej Maczugi” było 21⁰/₀ takich roślin. Bardzo mało zaś roślin o zmie-

TABELA 6

Wpływ indukcji fotoperiodycznej na zmiany morfologiczne kłosa pszenic ozimych (1956/7)

Odmiana	Rośliny	Liczba roślin	Liczba roślin ze zmienionymi kłosami	
			szt.	%
Eka	kont.	449	13	2,9
	dośw.	447	97	21,7
Złota Maczuga	kontr.	470	—	—
	dośw.	436	92	21,1
Barbarossa	kontr.	481	—	—
	dośw.	472	7	1,5
Przodownica	kontr.	417	—	—
	dośw.	425	4	0,9

nionym kłosie znalazło się u „Barbarossy” (1,5⁰/₀) i „Przodownicy” (0,9⁰/₀). W 1954/55 r. zmiany morfologiczne kłosa wystąpiły tylko u „Eki” (13,9⁰/₀) i u „Przodownicy” (0,9⁰/₀). Zaobserwowano, że „Eka”, tak samo jak pszenica jara „Gorzowska”, wytwarza w warunkach dnia naturalnego pewną ilość roślin ze zmodyfikowanymi kłosami. Typy zmian morfologicznych pszenic ozimych nie różniły się od typów opisanych w doświadczeniu z pszenicami jarymi. U „Eki” i „Złotej Maczugi” wystąpiły typy rozgałęzień od I do II A. U „Barbarossy” spotykaliśmy tylko typ I. Natomiast u „Przodownicy” modyfikacja polegała na tym, że na jednym członie osadki kłosowej osadzone były po 2 kłoski jeden pod drugim.

Na tabeli 7 przedstawione są dane dotyczące długości kłosów, ilości pięter na kłosie, wysokości roślin i ciężaru 1000 ziarn. Indukcja fotoperiodyczna, jak widzimy z tabeli 7, prawie nie miała wpływu na długość kłosa, jedynie u „Barbarossy” wykształciły się kłosy dłuższe (odwrotnie do skracania się kłosa u pszenic jarych).

TABELA 7

Wpływ skracania dnia na wzrost i rozwój pszenic ozimych (1956/7)
(Średnie z 50 roślin)

Odmiana	Rośliny	Ś r e d n i a			
		Dł gość kłosa cm	Liczba pięter na kłosie	Wysokość rośliny cm	Ciężar 1000 ziarn g
Eka	kontr.	10,0	23,9	129,4	34,5
	dośw.	10,2	24,6	138,1	33,1
Złota Maczuga	kontr.	7,5	24,6	125,0	29,4
	dośw.	7,6	24,8	135,8	25,1
Barbarossa	kontr.	10,3	24,0	122,8	34,2
	dośw.	11,1	27,0	132,8	30,9
Przodownica	kontr.	11,5	21,5	112,8	38,8
	dośw.	11,7	23,9	119,6	37,4
Fe =		5,17	14,13	72,15	21,59
Ft =		4,20	2,95	4,20	4,20
Przedział ufności dla P = 0,05		0,3	0,7	2,5	1,2

Zmienność odmian w związku z indukcją fotoperiodyczną była tu istotna tylko dla liczby pięter na kłosie.

Natomiast u pszenic ozimych, tak jak u jarych, wystąpiło więcej kłosków na kłosie. Najwięcej wytworzyło się kłosków u „Barbarossy”. Natomiast u „Złotej Maczugi” wytworzyła się ta sama ilość kłosków na kłosie u roślin doświadczalnych, co u roślin kontrolnych. Następnie widzimy z tej tabeli, że rośliny zaciemnione są wyższe. Przeciwnie jest z ciężarem ziarna, które i tu, tak jak u pszenic jarych, słabo się wykształca.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Jednym z efektów skracania dnia jest, zarówno u pszenic jarych, jak i ozimych, czasowe zahamowanie wzrostu pędu. Tłumaczymy to tym, że — jak stwierdził Chinoy (1949 i 1950) — pomiędzy wzrostem pędu i kłosa jest ścisła zależność. Krótki dzień hamuje wzrost oraz opóźnia rozwój kłosa i całego pędu.

Indukcja fotoperiodyczna przedłużyła okres wegetacyjny tak u pszenic jarych, jak i ozimych. Widzimy, że okres wegetacyjny u pszenic jarych był bardziej przedłużony niż u ozimych. Wynika to stąd, że w okresie indukcji różnica pomiędzy dniem naturalnym a dniem krótkim była znacznie większa w przypadku pszenic jarych niż ozimych. zaciemnianie pszenic jarych rozpoczynano bowiem wtedy, gdy u ozimych już kończono indukcję. Między poszczególnymi odmianami pszenic jarych lub ozimych różnice w terminie kłoszenia się są niewielkie, zwłaszcza

gdy bierzemy pod uwagę doświadczenia z 1956/57 r. Nieco większe różnice między odmianami, zanotowane w doświadczeniach z 1954/55 r., należy przypisać temu, że rośliny nie były w tej samej fazie rozwoju w chwili rozpoczynania indukcji (Olejniewska, 1946; Kuperman, 1955/1956; Wisłocka i inni, 1957).

Wyżej opisane doświadczenia potwierdziły badania wcześniejsze (Wisłocka i inni, 1957), z których wynika, że przez skracanie dnia w odpowiednim okresie rozwoju rośliny można wywołać zmiany morfologiczne kłosa. Jak ważna jest faza rozwoju stożków wzrostu w chwili rozpoczęcia indukcji, to widzimy szczególnie wyraźnie, gdy porównamy wyniki otrzymane u pszenic jarych w latach 1955 i 1957. Podczas gdy w 1955 r. zastosowano krótki dzień równocześnie wszystkim odmianom i otrzymano roślinę ze zmienionym kłosem u pszenicy „Gorzowskiej” 69,10%, zaś „Bajki” tylko 2,80%, to w 1957 r., gdy rozpoczęto indukcję w tej samej fazie rozwoju roślin, uzyskano odpowiednio 81,10% i 39,50% takich roślin. Jedno lub dwudniowe przyspieszenie indukcji powoduje, że trafiamy na inne stadium rozwoju kłosa i otrzymujemy zupełnie inne wyniki.

Z przedstawionych doświadczeń z pszenicą jarą (tab. 3) i ozimą (tab. 1) widzimy, że odmiany różnie reagują na zmienione warunki świetlne; ze zbadanych przez nas cech największe różnice zaznaczyły się w morfogenezie kłosa. Chociaż stadium rozwojowe stożków wzrostu w chwili rozpoczęcia indukcji było jednakowe (tab. 1), wytworzyła się u poszczególnych odmian nie tylko niejednakowa ilość roślin ze zmienionym kłosem, ale różny był także stopień i forma zmian morfologicznych. Z tego wnosimy, że pewne typy osi bocznych — „rozgałęzień” na kłosie, tak zresztą jak i sama skłonność do zmian budowy kłosa, są charakterystyczne dla danej odmiany. U „Ostki Strzeleckiej” i „Przodownicy” wystąpiły takie modyfikacje kłosa, jakich nie spotykano zupełnie u innych odmian. Subtelne różnice w stopniu rozwoju, jakie mogły istnieć w chwili rozpoczynania indukcji między poszczególnymi osobnikami, mogą wywołać pewne modyfikacje zmian, jednak nie można nimi tłumaczyć tak dużych różnic, jakie występują pomiędzy odmianami.

Pszenice jare zareagowały silniej na skracanie dnia niż ozime. Te ostatnie nie wytworzyły dużej ilości roślin o gałęzistych kłosach, a kłosa te nie miały tak dobrze rozwiniętych osi drugiego rzędu. Różnica między dniem naturalnym a skróconym, w przypadku wczesnej indukcji pszenic ozimych, jest nieduża, skutkiem czego rozwój i wzrost roślin nie był tu tak silnie zahamowany.

Nie stwierdzono korelacji między stopniem i ilością zmian morfologicznych a liczbą pięter na kłosie lub długością kłosa.

Pod wpływem skracania dnia rośliny pszenic jarych (tab. 5) i ozimych (tab. 7) wytworzyły więcej pięter (kłosków) na kłosie, co jest zgodne z badaniami Purvis i Gregory'ego (1957) oraz Blum i Kržiža (1956), z których wynika, że jeśli kłos różnicuje się na dniu krótkim, to powstaje zawsze więcej walczków (segmentów) generatywnych.

Wpływ indukcji fotoperiodycznej na długość kłosa zaznaczył się niejednakowo u pszenic jarych i ozimych, u pszenic jarych kłos był krótszy lub zdradzał tenden-

cję w tym kierunku, a odwrotnie, u pszenic ozimych był nieco dłuższy. U jarych jednocześnie skrócenie i zwiększenie ilości kłosek na kłosie dawało w rezultacie formę kłosa zbitą — zwłaszcza w górnej jego części (Wisłocka i inni, 1957).

Wiadomo z literatury, że ziarno zbóż indukowanych krótkim dniem jest gorzej wykształcone (Hurd-Karrer, 1933).

W naszych doświadczeniach wszystkie odmiany z wyjątkiem „Gorzowskiej Wczesnej” dały drobne ziarno.

Z przedstawionych doświadczeń wynika, że krótkim dniem można wywołać zmiany morfologiczne kłosa u różnych odmian pszenic jarych i ozimych (*Triticum vulgare*), ale ilość i jakość zachodzących zmian jest bezwzględnie cechą odmianową.

STRESZCZENIE

1. Stosowano skracanie dnia do 12 godzin przez okres 20 dni pszenicom jarym (*Triticum vulgare*) w roku 1955 i 1957: „Gorzowska Wczesna” (var. *lutescens*), „Bajka” (var. *lutescens*), „Malborska” (var. *lutescens*), „Ostka Strzelecka” (var. *erythrospermum*) oraz pszenicom ozimym w 1954/55 r.: „Eka” (var. *ferrugineum*), „Przodownica” (var. *lutescens*) i „Barbarossa” (*barbarossa*). W 1956/57 r. pszenicom ozimym przedłużono indukcję do 25 dni i prócz trzech wyżej wymienionych odmian dodano czwartą „Złotą Maczugę” (var. *albidum*).

2. W 1955 r. rozpoczęto indukcję wszystkim odmianom pszenicy w jednakowym terminie: jarym 14 dni po wschodach, ozimym 25 kwietnia, natomiast w roku 1957 rozpoczynano skracanie dnia każdej odmianie indywidualnie, dokładnie w tej samej fazie rozwojowej (faza formowania się podwójnych wałeczków). Zmiany morfologiczne kłosa wystąpiły w jednym i w drugim przypadku z różną intensywnością zależnie od odmiany: indukcja rozpoczynana nie w jednym terminie, lecz w fazie podwójnych wałeczków okazała się dla wszystkich badanych odmian skuteczniejsza. W roku 1955 powstało u „Gorzowskiej Wczesnej” 69,10% roślin ze zmienionym kłosem, w roku 1957 — 81,10%; u „Bajki” w pierwszym roku 2,80% w drugim 39,50%; u „Malborskiej” odpowiednio 2,50% i 26,70%; u „Ostki Strzeleckiej” 14,20% i 22,80%; u „Eki” 13,90% i 21,70%; natomiast u „Przodownicy” było w obu latach 0,90%; u „Barbarossy” otrzymano kłosa zmienione tylko w 1957 r. — 1,50%; a u „Złotej Maczugi” było 21,10% w 1957 r.

3. Stopień zmian morfologicznych szedł w parze z ilością roślin zmienionych. Im więcej u danej odmiany zanotowano kłosów gałęzistych, tym bardziej były te kłosa różne od normalnych (większa ilość kwiatków i ziarn oraz osi II rzędu).

4. Nie stwierdzono zależności między stopniem zmian morfologicznych a liczbą pięt (kłosek) na kłosie lub długością kłosa.

5. U poszczególnych odmian spostrzeżono różnicę w modyfikacjach kłosa: formy zmian, które spotykano u „Ostki Strzeleckiej” i „Przodownicy”, nie traślały się u innych odmian.

6. U pszenic jarych i ozimych wzrosła mniej lub więcej u poszczególnych odmian liczba pięt (kłosków) na kłosie.
7. Krótki dzień wpływa u pszenic jarych na skrócenie kłosa, a odwrotnie, u ozimych raczej na wydłużenie.
8. Pod wpływem indukcji rośliny badanych odmian wykształciły ziarno drobniejsze, z wyjątkiem odmiany „Gorzowska Wczesna”.

Serdecznie dziękuję dr Teresie Rylskiej za cenne wskazówki przy opracowywaniu niniejszej pracy.

Laboratorium Fizjologii Rozwoju Roślin IHAR
w Warszawie

(Wpłynęło dn. 5.2.58 r.)

SUMMARY

1. In experiments carried out in 1955 and 1957 different wheat varieties were stimulated by shortening daylight to 12 hours for 20 days running. Summer wheat varieties experimented with were: „Gorzowska Wczesna” (var. *lutescens*), „Bajka” (var. *lutescens*), „Malbork” (var. *lutescens*) and „Ostka Strzelecka” (var. *erythro-spermum*). Winter wheat varieties experimented with in 1954/55 were: „Eka” (var. *ferrugineum*), „Przodownica” (var. *lutescens*) and „Barbarossa” (var. *barbarossa*). In 1956/7 short-day stimulation of winter wheat lasted 25 days. To the above mentioned varieties one winter variety, „Złota Maczuga” (var. *albidum*), was added.

2. In 1955 experiments with short-day induction were started at the same time for all varieties: in the case of summer wheats 14 days after sprouting and in the case of winter wheats on the 25th of April. In 1957 short-day treatment was started for every variety at another date, but exactly at the same developmental stage, i.e. on the day that double segments developed. In both cases the extent of morphological changes in spikes was different in the particular varieties; induction started not at the same date but at the stage of double segment formation proved more effective in all varieties. In 1955 and 1957 the number of plants with changed spikes was in „Gorzowska Wczesna” wheat 69,10/0 and 81,10/0 respectively, in „Bajka” wheat 2,80/0 and 39,50/0, in „Malbork” wheat 2,50/0 and 26,70/0, in „Ostka Strzelecka” wheat 14,20/0 and 22,80/0, and in „Eka” wheat 13,90/0 and 21,70/0. In „Złota Maczuga” wheat in 1957 there were 21,10/0 of plants with changed spikes.

3. The extent of morphological changes was related with the number of changed plants. The greater the number of branching spikes in some particular variety the more the spikes differed from normal (more flowers, grains and secondary axes).

4. No relationship was recorded between the extent and the nature of changes. The conclusion drawn from this is that some types of side axes — branching of spikes — similarly as the tendency for changing the structure of spikes are characteristic for the particular varieties. Changes of the kind which occurred in the varieties „Ostka Strzelecka” and „Przodownica” were observed in no

other variety. The very slight differences in developmental stage between the particular specimens at the time when induction was started may have caused small differences in the nature of changes, but this is not enough to explain the considerable differences between the particular varieties.

The response of summer wheats to short day was stronger than of winter wheats. Winter wheat did not develop numerous plants with branched spikes and the secondary axes of those spikes were not well developed. The difference between natural day length and the short day in the case of winter wheats when induced at an early stage is too small to stimulate major inhibition in the development and growth of plants.

No correlation was observed between the extent and the number of morphological changes on one hand and the number of levels and the length of spikes on the other.

Under the influence of short day the plants both summer (Table 5) and winter (Table 2) wheats developed a greater number of levels (spikelets) in spikes. This result is in agreement with the reports of Purvis and Gregory (1937) and Blum and Kržiž (1956) from which it follows that when spikes differentiate under short-day conditions the number of generative segments is always greater.

There were differences in the influence of photoperiodic induction on the length of spikes in summer and winter wheats. In summer wheats the spikes were shorter or showed tendencies in that direction, whereas, in winter wheats the spikes were somewhat longer. In summer wheats the shortening of spikes and the increase of the number of spikelets resulted in the development of more compact spikes, mainly at the top (Wiśłocka and others, 1957).

It follows from the reports of other workers that the grain of corn after short day stimulation does not develop as well as in untreated plants (Hurd-Karrer, 1933).

LITERATURA

1. Bonnett O. T., 1936, The development of the wheat spike, Jour. Agric. Res. 53 (6) : 445
2. Bassarskaja M. A., 1946, Dynamika formowania toczki rosta stiebla pszenicy w swiazii s prochozdeniem stadij razwitia, Dokl. Wsesojuz. Sow. Fizjol. Rast. 4 (1): 14.
3. Blum F., i Kržiž J., 1956, Wlijanije dliny dnia na razwitiye i morfogieniez kolosa pszenicy, Fizjol. Rast. 3 (5): 414.
4. Chinoy J. J., 1949, Correlation between growth and development, Nature 164 (4177): 879.
5. Chinoy J. J., 1950, Effect of vernalization and photoperiodic treatments on growth and development of wheat, Nature 165 (4205): 882.
6. Gott M. B., Gregory F. G. i Purvis O. N., 1955, Studies in vernalization of cereals. XIII. Photoperiodic control of stages in flowering between initiation and ear formation in vernalised and unvernalisied Petkus winter rye., Ann. of Bot. 19 (75): 87.
7. Hurd-Karrer A. M., 1933, Comparative responses of a spring and a winter wheat to day length and temperature, Jour. Agric. Res. 46 (10): 867.
8. Konowałow I. N., Lejsle F. F., Biieldienkowa A. F., Koriakina W. F. i Muchina W. A., 1957, Eksperimentalnyje dannyje o wlijanii uslowij osuszczestwlenia stadij

- rozвитia na fizjologiczeskiju i morfologiczeskiju izmienčiwost' rastienij, Tiezisy dokładow wyp. II Siedz Wsies. Bot. Obszcz.:24
9. Kuperman F. M., 1955, K woprosu roli swieta na raznych etapach organogienieza pszenicy, rži i jaczmenia, Trudy Inst. Fizjol. Rast. 10: 272.
 10. Kuperman F. M., 1956, Biologiczeskije osnovy kultury rastienij. III. Morfofizjologiczeskije prijemny issledowania widow pszenicy, Moskwa.
 11. Olejnikowa F. W., 1946 Formirowanie gienieratiwnych organow w swiazi so stadijnym razwitiem rastienij, Dokł. Wsesojuz. Sow. Fizjol. Rast. 4 (1): 21.
 12. Purvis O. N. i Gregory F. G., 1937, Studies in vernalization of cereals. I. Acomparative study of vernalization of winter rye by low temperature and by short days, Ann. of Bot. 1 (4): 569.
 13. Ryłska T. i Wiśłocka M., 1956, Badania nad fotoperiodyzmem pachnotki (*Perilla ocimoides* L.). Znaczenie i zastosowania praktyczne, Acta Agrobot. 4: 13.
 14. Wiśłocka M., 1955, Wpływ krótkich fotoperiodów na wywoływanie gałęzistości kłosa u pszenicy jarej „Bajka” (*Triticum vulgare* var. *lutescens*), Acta Agrobot. 3: 3.
 15. Wiśłocka M., Krzywacka T. i Rozegnałowa L., 1957, Wpływ krótkich fotoperiodów zastosowanych w różnych terminach na wywoływanie gałęzistości kłosa u pszenicy jarej „Bajka” (*Triticum vulgare*, var. *lutescens*), Acta Agrobot. 6: 17.
 16. Zabłuda G. W., 1941, Branching of wheat ears in response to short photoperiods, C.R. (Dokłady) acad. Sci. URSS 30 (6): 535.