ACTA AGROBOTANICA
Vol. XXVIII, z. 1, 1975

Morfogeneza pędów krzewiącej się pszenicy oraz dynamika ich elongacyjnego wzrostu

WITOLD DREZNER

Zakład Biologii i Fizjologii Roślin, IHAR, Radzików

W. Drezner (Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzików, Poland) Acta Agrobotanica 28 (1) : 5-28, 1975.
Morphogenesis of shoots of tillering plants of winter wheat and the dynamics of their elongation growth

The morphogenesis of vegetative shoots of tillering plants of the winter wheat, the mode of identification and the description of the sequence of formation of individual shoots are presented.
The average elongation growth of plants (e) in the successive growth stages are described as the sum of the increase of the main shoot (a) and of the side (secondary) shoots ($\sum$ b) divided by the number of measured tillers (1) and by the time unit (t) according to the equation $e = \frac{a + \Sigma b}{1 t}$.
By this method the correlation between the dynamics of winter wheat growth and the grade of tillering are described for three varieties.

PRZEGLĄD LITERATURY I CEL BADAŃ

Zdolność krzewienia się pszenicy ozimej polega na swoistym dla traw wytwarzaniu pędów, które w sprzyjających warunkach przyjmują postać pędów kłosonośnych. Pędy wegetatywne krzewiącej się rośliny są identyczne co do pochodzenia i identyczne funkcjonalnie, jednakże formują się one w różnym czasie, a więc i w różnych warunkach, w następstwie czego nie zawsze i nie wszystkie pędy wegetatywne wykształcają dorodne kłosy. Niejednokrotnie część z nich wykazuje wyraźny niedorozwój kłosa i staje się tzw. „niedogonami", albo zamiera przed wykłoszeniem.

Istnieje obszerna literatura poświęcona organografii traw zbożowych (Goebel 1930), morfologicznej budowie kłosa oraz jego rozwoju (Barbacki i wsp. 1937); Jonard i wsp. 1952; Fitting 1926) oraz porównawczej budowie morfologicznej pędów w procesie krzewienia się traw zbożowych (Troll 1943, 1957; Pankow, Guttenberg 1959; Thorne 1962; Langer 1963; Rawson 1971).

W polskim piśmiennictwie dostrzega się brak opracowania poświęconego morfogenezie pędów wegetatywnych i kłosonośnych krzewiącej się pszenicy ozimej, a także sposobom identyfikowania oraz oznaczania poszczególnych pędów kolejno powstających na młodych i dojrzałych roślinach pszenicy. Wzrost i rozwój pszenic był już tematem licznych badań oraz opracowań w naukowej literaturze. Przykładowo wymienione tu będą tylko niektóre pozycje bliżej tematycznie związane: Jonard i wsp. (1952), Bünnig (1953), Markowski, Barbaro (1956), Razumow (1961), Strebeyko (1961, 1963). Pomimo obszernej literatury na ten temat dynamika wzrostu elongacyjnego pędów pszenicy przy większym lub mniejszym rozkrzewieniu roślin nie była dotychczas w tym aspekcie zbadana. Tymczasem porównawcza analiza zależności wzrostu elongacyjnego poszczególnych źdźbeł i kłosów od stopnia rozkrzewienia roślin może dostarczyć interesujących informacji o swoistych cechach pszenicy.

METODY I MATERIAŁ

Podstawą opracowania są wyniki uzyskane z doświadczeń polowych przeprowadzonych w okresach wegetacyjnych 1962/1963, 1963/1964 i 1964/1965 na polu doświadczalnym Zakładu Biologii i Fizjologii Roślin Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie.

Obiektem badań była zwyczajna pszenica ozima *Triticum aestivum* sp. *vulgare* Mac Key, występująca w postaci trzech różnych odmian botanicznych, a mianowicie: varietas *albidum* Alef., *erythrospermum* Msf. i *lutescens* Alef., reprezentowane przez odmienne taksonomiczne odmiany rolnicze: 'Dańkowska Biała', 'Małgorzatka Udycka' oraz 'Hesbignon'. Doświadczenia były zakładane metodą losowanych bloków z układem trzech czynników: 3 odmiany, 2 terminy siewu, 2 poziomy nawożenia N, — w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek wynosiła 4 m². Zasiewu dokonano za pomocą znacznika punktowego ręcznie przy rozstawie 200 roślin na 1 m² pow. glebowej. Terminy siewu: 2 X i 22 X 1962; 20 IX i 8 X 1963 oraz 11 IX i 18 IX 1964 r. Poziomy nawożenia azotem: 30+30 N oraz 60+60 N kg/ha w postaci saletry amonowej oraz wapniowej, przy podstawowym K — 60 kg oraz P — 54 kg/ha.

Pomiary roślin i zbiory do oznaczeń zostały przeprowadzone:
— na początku fazy krzewienia się roślin (II stadium wzrostu);
— na początku strzelania w źdźbło (IV stadium wzrostu);
— na początku kwitnienia (IX stadium wzrostu);
— w pełnej dojrzałości ziarniaków (XII stadium wzrostu) wg kryteriów opisanych przez Dreznera (1963).

Pomiary długości liniowej źdźbeł i kłosów w początkowych stadiach (II i IV) wzrostu zostały wykonane za pomocą mikroskopu (pomiar z

uwzględnieniem wartości mikrometrycznej), a w późniejszych stadiach linią ze skalą milimetrową. Wzrost elongacyjny był mierzony u roślin trzech stopni rozkrzewienia: silnie, średnio i słabo rozkrzewionych (Drezner 1966). W obrębie oznaczonych roślin wyodrębniono pęd główny, jeden pęd I rzędu oraz jeden pęd z pozostałych rzędów.

Do oznaczenia badanych elementów służyły populacje próbne składające się z 25, 50 oraz 150 roślin z poletka pobierane losowo. Uzyskane wyniki były opracowane statystycznie za pomocą skróconej statystycznej metody sprawdzania hipotez (Elandt 1964).

Uzupełniające informacje o szerszym zestawie odmian zagranicznych i krajowych uzyskano z kontrolnych wysiewów doświadczalnych Zakładu Centralnej Kolekcji Roślin Uprawnych IHAR prowadzonych w Radzikowie.

MORFOGENEZA PĘDÓW WEGETATYWNYCH KRZEWIĄCYCH SIĘ ROŚLIN PSZENICY OZIMEJ

Podczas trwania fazy krzewienia u pszenicy, podobnie jak u innych jednorocznych zbóż, formują się: oś macierzysta (centralna) rośliny oraz rozgałęzienia boczne — osie kolejnych rzędów. W pozycji (osi) centralnej w kącie pierwszego liścia pojawia się, a następnie wydłuża i przemieszcza się ku powierzchni gleby główny pączek (szczytowy), z którego wyrasta pęd główny. Na pędzie tym, w następstwie jego wzrostu interkalarnego z węzłów powstają w miarę wzrostu kolejne liście.

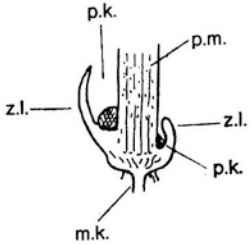
W górnej części międzywęźla korzeniowego, które w zależności od warunków wzrostu może być krótsze lub dłuższe, tuż pod powierzchnią gleby (ok. 2 cm) formuje się tzw. „nisza krzewienia" (Jonard 1949) obejmująca pierwszy węzeł pędu głównego z kilkoma pączkami nowymi, zawierającymi liście * z zawiązkami pędów kątowych (bocznych I rzędu) pędu głównego jako macierzystego. Pędy boczne różnicują się w tych miejscach, gdzie półkolisty zawiązek liścia łączy się z pędem, czyli w tzw. kącie liścia. Z tego względu określa się je jako pędy kątowe (boczne), a pączki, z których one wyrastają, jako pączki kątowe (rys. 1).

U pszenicy przedliść jest usytuowany na tylnej stronie pędu bocznego, zwróconej ku pędowi macierzystemu. Przedliść nie posiada nerwu środkowego, natomiast ma dwa nerwy boczne.

Z pączka kątowego u podstawy kolejnego liścia, który zostaje w czasie wzrostu niejako odsunięty od głównego pędu, powstaje nowy pęd boczny. Po powstaniu pierwszego pędu formuje się w ten sposób drugi pęd u podstawy drugiego liścia, a w tym samym czasie pęd główny daje nowy liść. Tym sposobem kształtuje się roślina o trzech pędach.

---

* Liście te określamy jako wspierające albo okrywające.



Rys. 1. Powstawanie pączka kątowego pędu w kącie liścia wspierającego
p.k. — pączek kątowy; *p.m.* — pęd macierzysty; *z.l.* — zawiązek liścia; *m.k.* — międzywęźle korzeniowe

Fig. 1. The formation of angular bud
p.k. — angular bud; *p.m.* — maternal shoot; *z.l.* — leaf primordium; *m.k.* — radial internode

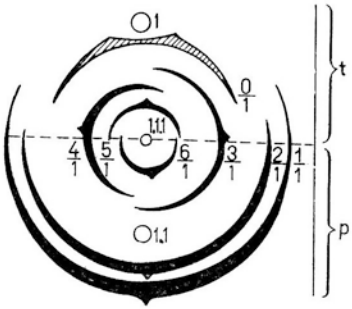
Zawiązki pędów kątowych (bocznych) powstają zwykle tuż powyżej zawiązków liści i na ogół później niż same zawiązki liści. Pragnąc dokonać rozpoznania pomiędzy dowolnym pędem macierzystym a jego pędem bocznym, należy zawsze pęd ten zorientować w ten sposób, aby liść wspierający był zwrócony ku przodowi, tzn. ku obserwującemu, natomiast pęd macierzysty — ku tyłowi (odwrócony od widza). Przy takim ustawieniu medialna płaszczyzna liścia wspierającego jest równocześnie płaszczyzną medialną pędu bocznego. Płaszczyzna, jaką można przeprowadzić przez długą oś pędu bocznego prostopadle do płaszczyzny medialnej, jest płaszczyzną trawersalną (poprzeczną) pędu bocznego. W takim układzie położenie medialne na pędzie bocznym mają utwory leżące w płaszczyźnie medialnej, diagonalne — leżące skośnie, a trawersalne — leżące w płaszczyźnie poprzecznej (rys. 2).

Pączki, które dają początek następnym pędom rośliny pojawiają się w określonym porządku. W tym samym czasie kiedy wyrastają późniejsze pędy I rzędu, mogą równocześnie powstawać rozgałęzienia bocznych pędów II, a nawet III rzędu na wcześniej wyrastających pędach I rzędu. Kształtowanie się ich przebiega wg schematu, podobnie jak dla osi pędu głównego (rys. 2).

Tworzenie się nowych pędów trwa dopóki istnieją sprzyjające warunki. W nie sprzyjających warunkach znaczna część pączków pozostaje w spoczynku, albo wcześniej zamiera.

U pszenicy ozimej zaobserwowano, iż niejednokrotnie z pączka zarodkowego rozwija się w strefie wzrostu pochewki kiełkowej (coleoptile) u podstawy tarczki, odrębny pęd nazwany pędem pochewki kiełkowej (talle de coleoptile, Jonard 1949; shoot of coleoptile node, Rawson 1971).

W sprzyjających warunkach w kątach liści tego pędu mogą rozwijać się także pędy I i II rzędu.



Rys. 2. Usytuowanie pędu głównego (1) i dwóch pędów bocznych I rzędu (1.1) oraz II rzędu z liśćmi (1.1.1)

0/1 — grzbietowo umieszczony przedliść; *1/1* — liść wspierający pędu 1.1; *3/1*, *4/1* i *5/1* — liście następnych pędów

t — strona tylna; *p* — strona przednia; linia przerywana — kierunek płaszczyzny trawersalnej; 1, 1.1.1, 1.1 — kierunek płaszczyzny medialnej

Fig. 2. Position of the main shoot (1) and of two lateral shoots of first order (1.1) and of second order shoots with leaves (1.1.1)

0/1 — dorsal primordial leaf; *1/1* — leaf of main shoot; *2/1* — axial leaf of shoot 1.1; *3/1*, *4/1*, and *5/1* — leaves of successive shoots

t — posterior side; *p* — frontal side; dotted line — direction of traversal plane; 1, 1.1.1, 1.1 — direction of medial plane

Wygląd zewnętrzny każdej rozkrzewionej rośliny pszenicy zależy od:

liczby rzędów rozwijających się osi bocznych (następstwa pędów); pszenica jest pod tym względem wieloosiową rośliną, u której zarówno pęd główny, jak i pędy boczne mogą wytwarzać kwiatostany owocujące;

wzrostu i zorientowania pędów bocznych różnych rzędów względem osi równorzędnych oraz względem pędów macierzystych.

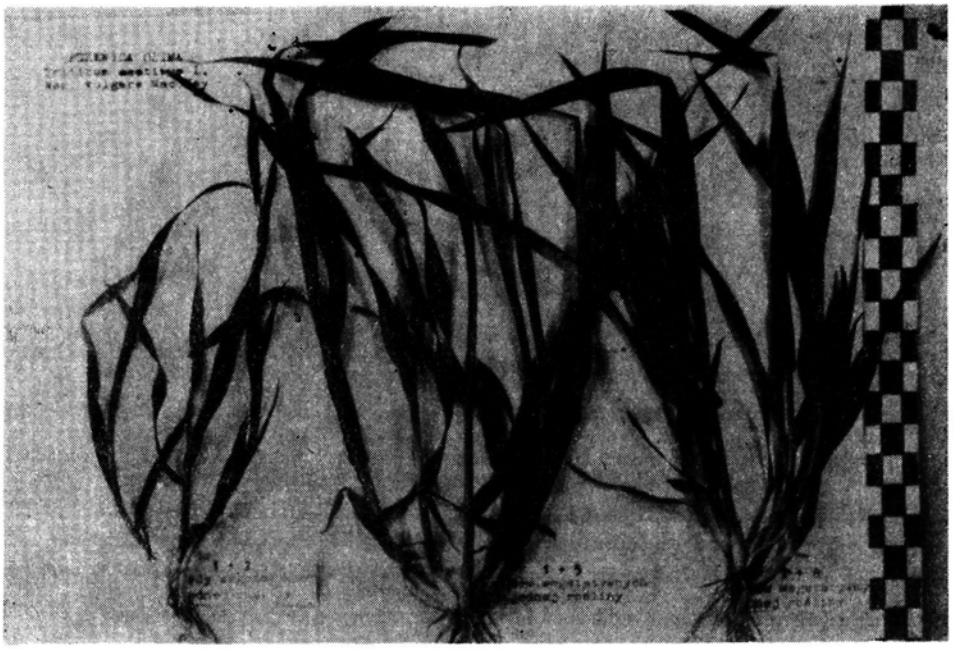
W czasie trwania fazy krzewienia pędów wegetatywnych można zaobserwować charakterystyczne rozmieszczenie roślin pszenicy w polu.

Jonard (1949) i inni przyjęli podział pszenicy na trzy grupy: *repens*, *erectum* i pośrednią. Jednakże pomiędzy poszczególnymi pokrojami istnieje szereg przejściowych — pośrednich i jest niezwykle trudno zaliczyć znaczną część uprawianych polskich pszenic do trzech wymienionych grup. Z tej przyczyny grupę pośrednią należałoby rozdzielić na dwie:

o pokroju półpłożącym się, kiedy pędy wegetatywne są dość silnie pochylone, tworząc z glebą kąt mieszczący się w granicach 30°. Przykładowo można tu wymienić: 'Goldentrop', 'Evolution', 'Hesbignon', 'Leszczyńska Wczesna', 'Wysokolitewka Sztywnosłoma' i inne (na podstawie materiałów Zakładu Centralnej Kolekcji Roślin Uprawnych);

o postawie pochylonej, kiedy pędy wegetatywne są mniej pochylone, tworząc z glebą kąt około 60°. Do tej grupy przykładowo można zaliczyć: 'Fleuron', 'Renfort', 'Małgorzatka Udycka'.

Rozłożenie się roślin było obserwowane u krajowych i zagranicznych



Fot. 1. Trzy rośliny pszenicy ozimej — słabo, średnio i silnie rozkrzewione
Phot. 1. Threee plants of winter wheat — weak, moderate and strong tillering

odmian pszenic ozimych w warunkach polowych; wbrew pozorom nie mogło być jednak ono przyjęte jako porównawczy wskaźnik zdolności rozkrzewiania się roślin. Zdolność rozkrzewiania się roślin jest u pszenicy cechą odmianową, ale wpływ środowiska i uprawy oraz ekotypowa zdolność przystosowawcza roślin powoduje w fazie krzewienia tak dużą jej zmienność modyfikacyjną, iż nie można uznać pokroju za dostatecznie pewny wskaźnik zdolności rozkrzewienia roślin. Zauważono jednakże nieznacznie większą skłonność do rozkrzewiania się pszenic, które mają postawę płożącą i półpłożącą.

IDENTYFIKOWANIE PĘDÓW WEGETATYWNYCH I ŹDŹBEŁ KŁOSONOŚNYCH

Na bardzo młodych krzewiących się roślinach pszenicy ozimej z warunków polowych nietrudno jest rozpoznać i oznaczyć poszczególne pędy wegetatywne oraz pączki pędowe. W osi głównej łatwa jest w tym czasie do rozpoznania pochewka kiełkowa i formujący się pęd główny z listkami oraz boczne pędy pierwszego rzędu. Po stosunkowo krótkim czasie pochewka kiełkowa i wczesne listki obumierają. Wówczas szczególną właściwość dla zidentyfikowania posiada liść okrywający pączek, z którego wyrósł pęd główny. Liść ten różni się od innych owalnym zakończeniem

części blaszkowej w przeciwieństwie do innych liści, u których zakończenie jest ostre. Jak długo ten liść jest do odróżnienia (zwykle nawet przez pewien czas po jego zeschnięciu), tak długo można poprawnie określić kolejność i usytuowanie wyrastających pędów bocznych na młodej roślinie, nawet bez potrzeby wyrwania jej z gleby.

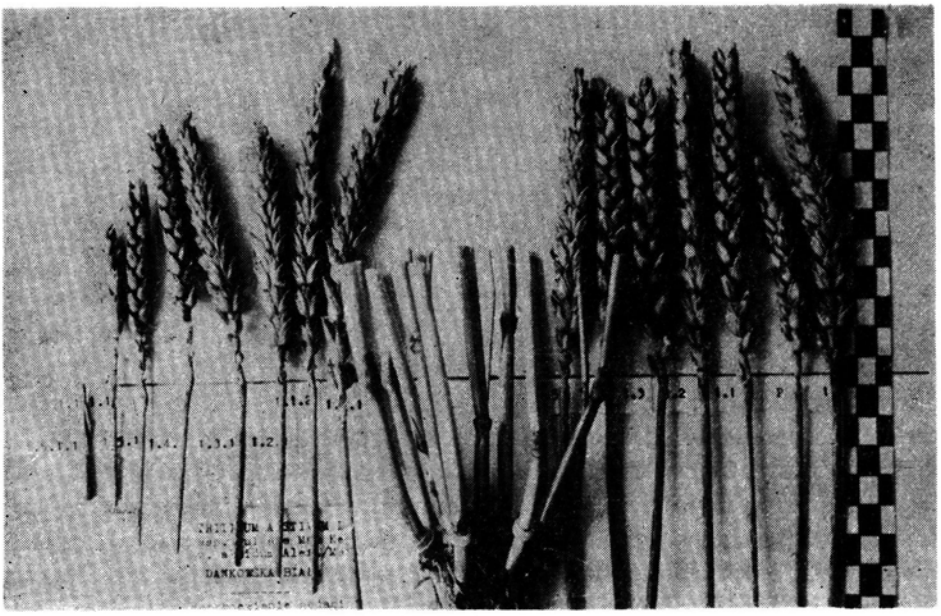
Praktycznie najlepszą okazała się w tych pracach metoda oznaczania poszczególnych pędów w warunkach polowych przy pomocy nakładania na kolejno wschodzące pędy małych kolorowych ponumerowanych kółek metalowych lub plastikowych.

Usytuowanie poszczególnych pędów i liści osi głównej jest przedstawione graficznie (w znacznym powiększeniu) na biogramie (rys. 2). Liście są przedstawione w postaci schematycznych, znacznie powiększonych konturów ich przekrojów poprzecznych, natomiast kółeczkami oznaczone są poszczególne węzły krzewienia rośliny i wyrosłe z nich pędy. Pionowe rozłożenie organów na osi macierzystej (centralnej) zaznaczone jest w sposób następujący: środek stanowi pęd główny oznaczony symbolem umownym 1. Im dalej od miejsca wyrastania znajdują się liście, tym są starsze i bardziej zaawansowane w rozwoju. Pęd pochewki kiełkowej znajduje się na zewnątrz osi głównej. Oznaczenie liści dokonane zostało w sposób następujący: cyfra nad kreską oznacza kolejny liść, a cyfra pod nią liczbę odnośnego pędu. W IV stadium wzrostu rośliny kończą fazę krzewienia pędami wegetatywnymi. Od tej pory obserwuje się szybkie przechodzenie większej części pędów w fazę strzelania w źdźbło. Następnie spośród niedorozwiniętych pędów część zamiera i zasycha, a część wytwarza źdźbła słabo rozwinięte, tzw. „niedogony".

Morfologiczne identyfikowanie źdźbeł kłosonośnych w sposób bezpośredni polegało na oznaczeniu ich na dojrzałych roślinach. Na dojrzałej roślinie jest już znacznie trudniej oznaczyć, który z pędów jest źdźbłem głównym, a które źdźbłami bocznymi. Dla zidentyfikowania tych pędów bardzo pomocne są wszystkie pozostające na roślinie zeschnięte przedwcześnie pędy. W bardzo wielu przypadkach (u pszenicy w 65%) na roślinie znajduje się u podstawy międzwęźla korzeniowego okrywę owocowonasienną ziarniaka, która wskazuje na położenie tarczki (scutellum).

U pszenicy pierwszy pęd wyrasta u podstawy tarczki w strefie pochewki kiełkowej. Stąd ten pęd jest nazwany „pędem pochewki kiełkowej" (coleoptile). W większości przypadków jest on tak słabo rozwinięty, że jest praktycznie niewidoczny. Pędem głównym jest zwykle ten, który stanowi przedłużenie międzywęźla korzeniowego i jest z nim bezpośrednio zrośnięty. Pęd główny jest zwykle dorodniejszy i wyższy od pędów bocznych, choć nie jest to regułą. Jeśli krzewienie jest silniejsze i występują pędy boczne II i III rzędu sprawa nieco komplikuje się i prawidłowe rozeznanie jest trudne.

Pędy boczne II rzędu leżą w płaszczyźnie medialnej pędu bocznego I rzędu. Pęd II rzędu jest o 90° odchylony od jego miejsca rozgałęzienia z pędu I rzędu. To kryterium może okazać się niewystarczające w przypadku, gdy niektóre źdźbła są niedorozwinięte lub uszkodzone (np. przez mróz, grad, bądź też przez szkodniki żerujące na pszenicy).



Fot. 2. Rozkrzewiona roślina pszenicy ozimej z wieloma pędami kłosonośnymi
Phot. 2. Tillering of shoot with the ears of winter wheat plant

Może też zachodzić przypadek, że źdźbło główne jest uszkodzone, zamiera i usycha, a wyrasta pęd przybyszowy *. To zjawisko występuje dość często (przy wymarzaniu niekiedy do 30%). Zidentyfikowanie wówczas jest możliwe poprzez rozpoznanie szczegółowe międzywęźla korzeniowego oraz uschniętych i pozostałych pędów bocznych.

Opisany wyżej sposób oznaczania źdźbła głównego jest wypróbowany. Tarczka i międzywęźle korzeniowe pozwalają pęd ten niezawodnie rozpoznać. Pomyłki zdarzają się rzadko (ok. 1%). Przy identyfikowaniu poszczególnych pędów bocznych zdarzają się odchylenia zwłaszcza przy anormalnie rozwijających się roślinach. Błąd wtedy jest większy, ale mieści się w granicach 5%.

---

* Pędy przybyszowe to pędy powstające po uszkodzeniu, zranieniu, bądź rozfragmentowaniu rozkrzewionej rośliny na odrośla — powstają z pączków przybyszowych

DYNAMIKA WZROSTU ELONGACYJNEGO PĘDÓW ROZKRZEWIONYCH ROŚLIN

W opracowaniu tym ograniczymy się do rozpatrzenia dynamiki wzrostu elongacyjnego pędów rozkrzewionych roślin na przykładzie niektórych odmian pszenicy ozimej. Wzrost elongacyjny pędów przyjmuje się tu jako wymierny wskaźnik do oceny szybkości względnego wzrostu roślin. Wzrost elongacyjny był mierzony w czterech stadiach wzrostu roślin oraz trzech stopni ich rozkrzewienia w sposób podany w metodyce pracy.

Celowe wydaje się podanie zastosowanej nomenklatury poszczególnych pędów na roślinach, która różni się od podanej przez Rawson'a (1971) wprowadzeniem systemu dziesiętnego począwszy od pędu głównego i oznaczeniem go „1" zamiast „M". Pędy pierwszego rzędu (1) oznaczono kolejno 1.1; 1.2; 1.3, itd. Natomiast pędy pozostałych rzędów (R) zostały oznaczone kolejno 1.1.1; 1.1.2, itd. oraz 1.1.1.1; 1.1.2.1, itd. jako pędy II i III rzędu. Symbolem P oznaczono pęd pochewki kiełkowej. Na zdjęciu 2 podane jest przykładowo oznaczenie wszystkich pędów bardzo silnie rozkrzewionej pszenicy ozimej.

W tabeli 1 przedstawiona została kolejność wyrastania poszczególnych pędów wegetatywnych u krzewiących się roślin na przykładzie trzech odmian pszenicy ozimej wysianych w dwóch terminach.

Z danych tych wynika, że poszczególne pędy wegetatywne rośliny wyrastają w różnych odstępach czasu i przebieg ich wzrostu nie jest jednakowy. Przy wczesnych terminach siewu (wrześniowych) część pędów rośliny wyrasta (w warunkach Radzikowa) już jesienią. Są to: pęd główny, część pędów bocznych I rzędu (1.1; 1.2; 1.3, a nawet niekiedy 1.4). Natomiast następne pędy boczne (1.5 oraz dalszych rzędów) wyrastają w głównej mierze wiosną. Fakt ten ma istotne znaczenie dla plonowania pszenic ozimych. W warunkach polowych rośliny pszenicy są narażone niejednokrotnie na niekorzystne warunki przezimowania. Jest oczywiste, że rośliny pszenicy wskutek silniejszego rozkrzewienia łatwiej kompensują „wypady" okresu zima - przedwiośnie w zasiewach w okresie wiosennym. Opóźnienie terminu siewu (termin II) w doświadczeniu wpłynęło na opóźnienie w terminie wyrastania poszczególnych pędów w porównaniu z analogicznymi pędami roślin z wcześniejszego terminu siewu oraz na zmniejszenie liczby pędów na roślinie.

Produkcja pędów wegetatywnych i kłosonośnych jako rezultat jednakowo ukierunkowanej zdolności rozwijania merystemów wtórnych u roślin trzech odmian pszenicy ozimej została przedstawiona w tabeli 2. Wyniki badań zamieszczone w tej tabeli wskazują na istnienie dwóch niejako rodzajów selekcji pędów — pierwszej w fazie strzelania w źdźbło, kiedy intensywny wzrost pędów wegetatywnych powoduje zahamowanie rozwoju pędów słabszych późno wytworzonych, co prowadzi do ich za-

Tabela 1 — Table 1

Kolejność wyrastania poszczególnych pędów wegetatywnych u krzewiących się roślin trzech odmian pszenic ozimych wysianych w dwóch terminach

Successsion of formation of individual vegetative tillers of three wheat winter varieties sown in two dates

(Populacja próbna 4×25 roślin — sample population 4×25 plants)

Pora roku i dzień Season of year and day		I termin siewu 11 IX I date of sowing			II termin siewu 18 IX II date of sowing		
		Dańkowska Biała	Małgorzatka Udycka	Hesbignon	Dańkowska Biała	Małgorzatka Udycka	Hesbignon
Jesień 1964 Autum 1964	9	1	1	1			
	10				1.	1	1
	45	1.1	1.1	1.1			
	47	P		P	1.1	1.1	1.1
	49	1.2	1.2	1.2	P		P
	52	1.3			1.2	1.2	1.2
	55		1.3	1.3	1.3		
	60	1.4		1.4			1.3
	65		1.4			1.3	
* Wiosna 1965 Spring 1965	75	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4
		1.1.1	1.1.1	1.1.1	1.1.1		
	90	1.2.1	1.2.1	P.1	1.5	1.1.1	1.5
		1.3.1	1.3.1	1.2.1	1.2.1		1.1.1
	92	1.3.2.	1.4.1	1.3.1	1.3.1	1.5	1.2.1
		1.4.1	1.3.2	1.4.1	1.4.1	1.2.1	1.3.1
		1.5.1		1.5.1			
	94	1.1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.1	1.5.1	1.3.1	1.4.1
		1.3.1.1		1.2.1.1	1.1.1.1	1.4.1	1.5.1
		1.4.1.1		1.4.1.1			
	96	Początek fazy strzelania w źdźbło			1.2.1.1	1.3.2	1.3.2
	100				1.3.1.1		1.1.1.1
					Początek fazy strzelania w źdźbło		

* W fazie wzrostu II+IV (faza krzewienia się roślin) wyłączono okres o ciągłych średnich temperaturach dobowych poniżej +3°C (od 25 XI—5 IV) = 131 dni. Okres zimowego zahamowania wzrostu roślin w warunkach polowych.

* At the growth phase II-IV (tillering plant phase) the period of continuous average temperatures for 24 h below +3°C are included.

sychania. Liczba zamierających pędów w wyniku tej selekcji dochodziła do 25%. Drugą selekcję obserwowano w okresie kłoszenia, w wyniku której nastąpiło zróżnicowanie liczby pędów kłosonośnych na produktywne oraz na wykazujące niedorozwój, tzw. „niedogony". Liczba pędów, tzw. „niedogonów" u badanych trzech odmian nie przekraczała 5%. Były to z reguły pędy III, rzadziej II rzędu.

W tabeli 2 przedstawiona została zależność produkcji pędów wegetatywnych i kłosonośnych od sum średnich temperatur dobowych zróżnicowanych dwoma terminami wysiewu ziarna. W fazie wzrostu II-IV wyłączono okres o ciągłych średnich temperaturach dobowych poniżej +3°C, przyjmując tę temperaturę jako „próg termiczno-fizjologiczny" w polowych warunkach wzrostu pszenicy. Wyłączając jednocześnie sumę średnich temperatur dobowych za ten okres uzyskano sumę średnich temperatur dobowych faktycznych dla poszczególnych faz wzrostu pszenicy ozimej (Azzi 1956; Górski; Jakubczak 1965). Różnica w terminie wysiewu była znaczna — 18 dni. Wpływ czynnika temperatury zaznaczył się wyraźnie i liczba pędów wegetatywnych z rośliny przy mniejszej o 150-180°C sumie średnich temperatur dobowych była o 10-15% mniejsza niż przy większej sumie średnich temperatur dobowych (przy wcześniejszym terminie siewu ziarna). Wpływ wielkości sum średnich temperatur dobowych jeszcze wyraźniej zaznaczył się w okresie formowania pędów kłosonośnych. Obniżenie w tym okresie średniej temperatury dobowej o 3°C, a tym samym obniżenie sumy średnich temperatur dobowych o 100-200°C spowodowało zmniejszenie liczby normalnie wykształconych pędów kłosonośnych o dalsze 10-15%. W sumie więc opóźnienie siewu o 18 dni spowodowało obniżenie liczby pędów kłosonośnych o 20-30%, a więc o 20-33% pędów wegetatywnych wykazało wyraźny niedorozwój kłosa, kłosków względnie ziarniaków stając się tzw. „niedogonami", albo przed wykształceniem w ogóle zamierało.

Na wykresach A i B (rys. 3) przedstawiona została zależność czasu trwania określonych faz wzrostu pszenicy od sumy średnich temperatur dobowych oraz czasu działania promieniowania słonecznego.

Obserwuje się wyraźny związek przyczynowy pomiędzy długością trwania faz krzewienia wegetatywnego (II-IV stadium wzrostu) a temperaturą powietrza. Przeprowadzone obserwacje w warunkach polowych wykazały, że krzewienie roślin pszenicy ustaje przy temperaturze +5°C. Zbiega się to z nastaniem w warunkach polowych „zera wzrostu pszenicy" (temperatura +3°C, poniżej której wzrost roślin pszenicy ulega zahamowaniu). Wymagania pszenicy odnoszące się do specyficznych warunków termicznych dla przebycia każdej kolejnej fazy wzrostu w cyklu wegetacyjnym rosną, aż do osiągnięcia przez nią pełnej dojrzałości. Sumy średnich temperatur dobowych w początkowych fazach wzrostu (0-II i II-IV) trwających 94-120 dni wynoszą 840-1000°C, przy optymalnej * dla tej fazy średniej temperaturze dobowej 9-11°C. Na okres generatywnego rozwoju trwający 37-38 dni przypadała średnia temperatura dobo-

* Za temperaturę optymalną dla wzrostu należy przyjąć temperaturę, w której różnorodne procesy odbywające się w roślinie przebiegają w sposób najbardziej harmonijny (Strasburger i Schumacher 1960 i inni).

Tabela 2

Zależność formowania pędów wegetatywnych i kłosonośnych u trzech odmian roślin minami wysiewu ziarna. (Populacje próbne — średnie z 4×50 roślin; Udział poszcze za

Dependence upon efficiency of vegetative and ear tillers of three winter wheat vari (Sample population —

Oznaczenie pędów Indication of tiller	Dańkowska Biała			
	pędy — tillers			
	wegetatywne vegetative		kłosonośne With ear	
	Sumy średnich temperatur dobowych w °C Sum of average temperature for 24 h, °C			
	A	B	A	B
1	100	100	90	92
P	4	—	2	—
1.1.	100	100	96	94
1.2.	84	78	74	70
1.3.	72	66	58	56
1.4.	56	48	46	36
1.5.	52	44	40	38
P.1.	—	—	—	—
1.1.1.	100	82	72	42
1.2.1.	68	52	42	22
1.3.1.	42	40	20	8
1.3.2.	18	6	8	—
1.4.1.	22	30	14	6
1.5.1.	16	4	4	—
1.1.1.1.	10	16	6	2
1.2.1.1.	—	—	—	—
1.5.1.1.	8	8	4	—
Ogólna suma pędów Total sum of tillers	376	338	288	233
Średnia liczba pędów z rośliny Average no. of plant tillers	7,50	6,80	5,80	4,70
Średnie odchylenie Stat. estimate of variability	± 0,45	± 0,45	± 0,47	± 0,41

* Sumy średnich temperatur dobowych w okresie formowania się pędów wegetatywnych A = 850 + 1000°C (termin siewu — sowing 20 IX); B = 750 + 900°C (termin siewu — sowing 8 X).
of average temperatures for 24 h in the time of formation of ears tillers: A = 1000 + 1350°C

wa 14-16°C. Sumy średnich temperatur dobowych okresu dojrzewania, trwającego 35-38 dni, wynosiły 600-750°C, przy średniej temperaturze dobowej 19-21°C.

Sumy te mogą odnosić się do tych rejonów, które charakteryzują się taką samą długością dnia oraz jednakową intensywnością promieniowania słonecznego. Przy podwyższeniu temperatur dobowych wzrost elongacyjny roślin pszenicy ulega przyspieszeniu, a przy jej obniżeniu — jest zwol-

— Table 2

pszenicy ozimej od sum średnich temperatur dobowych zróżnicowanych dwoma tergólnych pędów podano w liczbach względnych, przyjmując 50 określonych pędów 100)

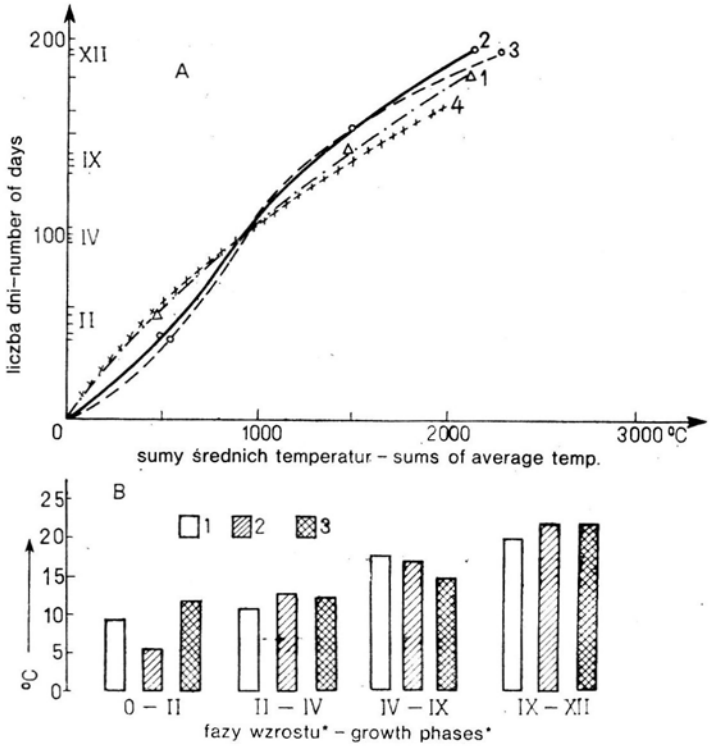
eties on the sum of average daily temperatures differentiated in two dates of sowing. averages of 4×50 plants)

Małgorzatka Udycka				Hesbignon			
pędy — tillers				pędy — tillers			
wegetatywne vegetative		kłosonośne with ear		wegetatywne vegetative		kłosonośne with ear	
Sumy średnich temperatur dobowych w °C Sum of average temperature for 24 h, °C				Sumy średnich temperatur dobowych w °C Sum of average temperature for 24 h, °C			
A	B	A	B	A	B	A	B
100	100	88	86	100	100	92	92
—	—	—	—	6	2	4	—
100	100	92	96	100	100	94	90
88	74	68	60	100	92	82	76
68	68	58	42	84	74	70	58
56	50	40	32	44	40	34	30
46	44	32	28	36	32	26	24
—	—	—	—	4	—	2	—
90	80	68	40	96	82	74	50
68	58	44	36	64	56	40	26
38	34	14	10	52	44	32	22
10	2	—	—	14	6	4	—
14	14	2	—	24	18	12	8
—	—	—	—	6	—	—	—
4	—	—	—	10	4	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	2	—	—	—
342	312	253	215	373	325	284	238
6,80	6,20	5,10	4,30	7,50	6,50	5,70	4,80
± 0,51	± 0,51	± 0,46	± 0,35	± 0,48	± 0,57	± 0,47	± 0,51

— Sums average temperatures for 24 h in the time of formation of vegetative tillers: Sumy średnich temperatur dobowych w okresie formowania pędów kłosonośnych: — Sums (siew wcześniejszy — ealier sowing); B = 900 + 1250°C (siew późniejszy — later sowing).

niony. Zbyt wysoka temperatura na początku czerwca przyspiesza przejście do generatywnego okresu rozwoju, skracając okres wegetatywnego wzrostu, wskutek czego zmniejsza się liczba pędów kłosonośnych, a także obniża plon. Zbyt wysoka temperatura w II i III dekadzie lipca skraca okres dojrzewania i powoduje słabsze wypełnienie ziarniaków (zwalniając migrację substancji zapasowych do kłosa).

Zastosowanie różnych terminów siewu spowodowało, że rośliny tra-



Rys. 3. Zależność czasu trwania faz wzrostu pszenicy ozimej 'Dańkowska Biała' od sumy średnich temperatur dobowych (*A*). Poniżej — średnie temperatury dobowe dla faz wzrostu pszenicy (*B*)

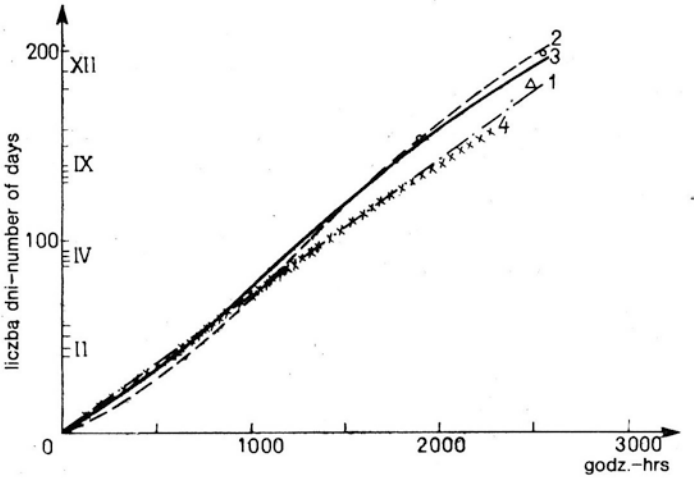
Fig. 3. Correlation between growth phases of winter wheat and sums of average temperatures 24 h (*A*). Below — average temperatures for 24 h for wheat growth phases (*B*)

Okres wegetacji i data siewu (Vegetation period and date of sowing): *1* — 1962/1963, 2 X; *2* — 1962/1963, 22 X; *3* — 1963/1964, 20 IX; *4* — 1964/1965, 11 X

fiały na zmienne warunki oddziaływania promieniowania słonecznego. Sumy słonecznej energii świetlnej, jaką otrzymały rośliny pszenicy w poszczególnych fazach wzrostu w postaci całkowitego promieniowania słonecznego w cal/cm² zostały przedstawione na wykresie (rys. 4).

Suma całkowitego promieniowania słonecznego *, przypadającego na cały okres wegetacyjny roślin, przy wcześniejszym terminie siewu była większa zaledwie około 3 tys. cal/cm² niż przy późniejszym terminie siewu. Także rozkład sum promieniowania na określone fazy nie był jedna-

* Rejestracja promieniowania całkowitego przeprowadzona za pomocą solagrafu Molla-Gorczyńskiego z podwójnymi kopułkami, połączonego z miliwoltomierzem rejestrującym. Wyniki uzyskane z PIHM podane w cal · cm^{-2} · dzień$^{-1}$ wg międzynarodowej skali aktynometrycznej.



Rys. 4. Zależność czasu trwania faz wzrostu pszenicy ozimej 'Dańkowska Biała' od czasu (godz.) działania promieniowania słonecznego
Objaśnienia jak na rys. 3

Fig. 4. Correlation between the time of growth phases of winter wheat 'Dańkowska Biała' and the time of solar insolation
Explanations as on Fig. 3

kowy. W niektórych badaniach zastosowano zamiast sum średnich temperatur dobowych, sumy iloczynów temperatur i długości działania promieniowania słonecznego (Schroedter 1954). Stosowana metodyka badań nie pozwoliła na uchwycenie zależności pomiędzy długością dnia a intensywnością wzrostu.

Właściwy termin siewu w polowych warunkach wpływa na korzystny naturalny układ czynników: termicznego, świetlnego oraz wilgotnościowego, które sprzyjają fotosyntezie i rozwojowi pszenicy. Warunkują one pomyślny przebieg krzewienia, a szczególnie „strzelanie w źdźbło" oraz bardziej wyrównane kłoszenie. Dla pszenicy ozimej najkorzystniejszy dla warunków zbliżonych do rejonu warszawskiego jest siew wrześniowy przypadający na 12-25 IX. W warunkach opóźnionego siewu, niekorzystnego dla fotosyntezy, nagromadzenie substancji zapasowych potrzebnych do wzrostu pędów i pąków kwiatowych oraz zaopatrzenie na okres zimowy jest niedostateczne; rośliny po zimie są bardziej osłabione i zbyt powolny jest ich start w okresie wiosennym. W warunkach opóźnionego siewu czynnikiem modyfikującym rozwój pszenicy jest indukcja fotoperiodyczna dnia długiego działająca w kierunku przyspieszenia generatywnego rozwoju oraz skrócenia okresu wegetacyjnego. Następuje wówczas zmniejszenie stopnia rozkrzewienia — rośliny wykazują mniejszą liczbę pędów wegetatywnych, a zwłaszcza pędów kłosonośnych (Markowski, Barbaro 1956; Razumow 1961).

W fazie krzewienia szczególnie ważną rolę odgrywa utrzymanie odpowiedniej wilgotności gleby oraz uzupełnianie w porę zapasów opadami atmosferycznymi. Suma opadów w okresie wegetacyjnym 1962/1963 była o 20% mniejsza niż w 1963/1964. Jednak rozdział ich na określone fazy wzrostu był dla roślin korzystniejszy w 1962/1963. Większy niedobór wody w glebie w fazie krzewienia wegetatywnego może zahamować przemieszczanie się jonów oraz substancji organicznych i zmniejszyć rozkrzewienie pszenicy pędami kłosonośnymi oraz ich dorodność.

Na intensywność rozkrzewienia wpływa w znacznej mierze żyzność gleby. Uzupełniające niedostatek mineralne nawożenie azotowe wpływa wyraźnie na wzmożenie krzewienia pędami wegetatywnymi. Tabela 3 ilustruje tę zależność. Zwyżka stopnia rozkrzewienia, uzyskana dzięki nawożeniu podwójną dawką N, dochodziła do 7%. Także przyrost elongacyjny źdźbeł u badanych odmian, po zastosowaniu podwójnej dawki nawożenia N był średnio o 3-5% większy, zwłaszcza w fazie strzelania w źdźbło — kwitnienie.

Tabela 3 — Table 3

Zależność rozkrzewienia (wyrażona liczbą pędów wegetatywnych) pszenicy ozimej od poziomu nawożenia azotem (średnie z populacji próbnych 4×100 roślin)

Tillering of vegetative shoots of winter wheat in relation to nitrogen fertilization (averages of sample population) ($\bar{x} = S_{\bar{x}}$)

Odmiany Varieties	1963/1964		1964/1965	
	30+30 N	60+60 N	30+30 N	60+60 N
	liczba pędów wegetatywnych number of vegetative shoots		liczba pędów wegetatywnych number of vegetative shoots	
Dańkowska Biała	750 ±45	830 ±63	720 ±44	780 ±57
Małgorzatka Udycka	780 ±58	850 ±68	740 ±46	810 ±57
Hesbignon	740 ±51	805 ±57	690 ±45	760 +57

Porównywano też wpływ głębokości siewu na wydajność pędów wegetatywnych. Zastosowana na 4 poletkach doświadczalnych głębokość siewu wynosząca 5-7 cm wpływała na głębsze uformowanie się węzłów krzewienia i wytworzenie się dłuższego międzywęźla korzeniowego w porównaniu z siewem na głębokości 2-3 cm.

Przy zbyt płytkim formowaniu się węzła „system" korzeniowy zasilający pędy tworzy się w powierzchniowej warstwie gleby. Jeśli w powierzchniowej warstwie występuje niedostatek wilgoci to korzenie przybyszowe rozwijają się słabiej, co wpływa na stopień rozkrzewienia się roślin.

Tabela 4 — Table 4

Dynamika wzrostu pędów wegetatywnych roślin pszenicy ozimej na początku stadium strzelania w źdźbło (IV). Populacje próbne, średnie z 4×100 roślin

Dynamics of growth of vegetative shoots of winter wheat plants at the beginning stage of culms sprouting. (Averages of 4×100 plants)

Odmiany Varieties	Termin siewu Date of sowing	Stadia wzrostu — Growth stages						Łączna liczba pędów Total number of vegetative shoots	Liczba pędów jednej rośliny Number of shoots per plant
		I	II	III	IV	V	VI		
		Liczba pędów wegetatywnych Number of vegetative shoots							
Dańkowska Biała	20 IX	16	112	120	408	124	28	808	8,1
	8 X	31	112	129	352	50	6	660	6,6
Małgorzatka Udycka	20 IX	11	108	121	418	104	28	790	7,9
	8 X	22	102	126	340	56	4	650	6,5
Hesbignon	20 IX	22	104	100	399	106	23	763	7,6
	8 X	21	105	118	336	45	5	630	6,3

W fazie wzrostu (IV-IX) „strzelanie w źdźbło" aż do kwitnienia obserwuje się duże zróżnicowanie wzrostu poszczególnych pędów zarówno w obrębie rośliny, jak i wśród populacji roślin — odmiany. Stopień zaawansowania wzrostu pędów wegetatywnych roślin pszenicy ozimej na początku stadium strzelania w źdźbło został przedstawiony w tabeli 4. Dane liczbowe świadczą o znacznym wyrównaniu wzrostu roślin. Stwierdzono największą liczbę pędów strzelających w źdźbło w IV stadium wzrostu. Pędy główne były bardziej zaawansowane we wzroście i znajdowały się przeważnie w V, a nawet VI stadium wzrostu. Pędy I rzędu znajdowały się w większości w IV stadium wzrostu, a częściowo nawet w V. Wysoka (ponad 30%) liczba pędów późno wytworzonych znajdowała się w I, II i III stadium wzrostu. Późniejszy termin siewu wpłynął wyraźnie na obniżenie liczby pędów z rośliny oraz zwiększenie liczby pędów znajdujących się w początkowych stadiach wzrostu.

Z fizjologicznego punktu widzenia średni przyrost liniowy (elongacyjny) na jednostkę czasu będzie świadczył o intensywności wzrostu badanej odmiany, jeśli odniesiemy go do określonego stadium czy fazy wzrostu rośliny. Natomiast z punktu widzenia hodowli roślin konieczne jest uwzględnienie ponadto czynnika czasu oraz równomierności kwitnienia pszenicy (IX stadium wzrostu).

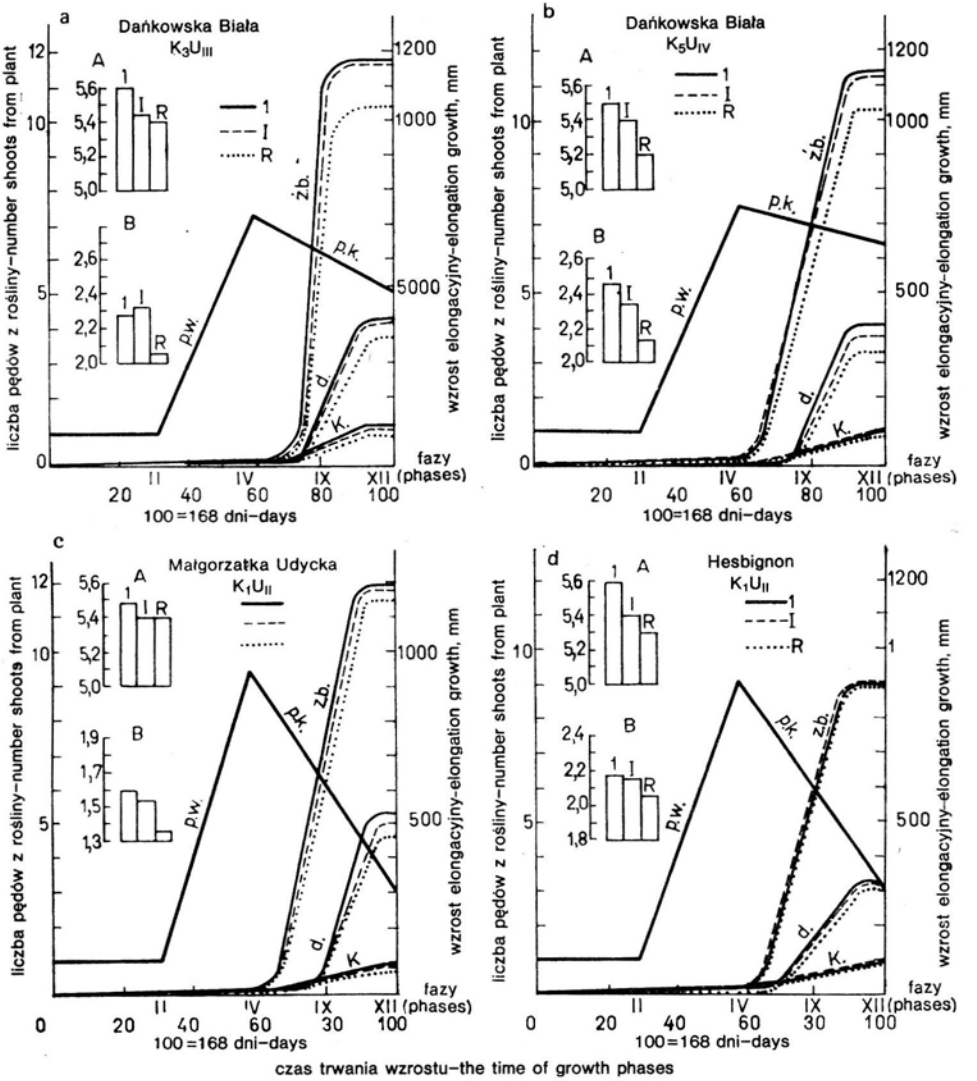
W obrębie poszczególnych roślin wyrównanie terminu zakwitania jest uzależnione od warunków umożliwiających równoczesne przechodzenie pędów bocznych i pędu głównego w fazę generatywnego rozwoju.

U roślin pszenicy ozimej dostrzega się dość regularną zmienność szybkości wzrostu elongacyjnego podczas okresu wegetacji. Najmniejszy dobowy przyrost elongacyjny wykazują rośliny w okresie początkowych faz wzrostu (0-II i II-IV). Średni przyrost dobowy źdźbeł wynosił 0,10-0,15 mm/dobę, a kłosa 0,027-0,087 mm/dobę. Różnice międzyodmianowe w tych fazach były nieznaczne. Natomiast największy elongacyjny przyrost dobowy wykazały rośliny badanych odmian w fazie wzrostu IV-IX (początek strzelania w źdźbło — początek kwitnienia). Średni przyrost dobowy źdźbeł mieścił się w granicach 15,97-17,53 mm/dobę oraz kłosów 1,29-1,54 mm/dobę. Gdyby oznaczono intensywność wzrostu w węższych przedziałach czasowych, np. VI-VII stadium wzrostu, to przyrost dobowy źdźbła byłby jeszcze większy od podanego średniego elongacyjnego przyrostu dobowego dla fazy IV÷IX. W tej fazie wystąpiły znaczne różnice (rzędu 5-10%) w szybkości wzrostu roślin między odmianami. W obrębie badanych odmian szybciej rosnącą okazała się 'Dańkowska Biała', natomiast wolniej rosnąca — odmiana 'Hesbignon'. Rośliny silnie rozkrzewione wykazały mniejszy (rzędu 6-8%) średni dobowy przyrost elongacyjny niż rośliny słabo rozkrzewione. Pędy główne i I rzędu wykazały u wszystkich trzech odmian, większy (rzędu 6-10%) średni dobowy przyrost elongacyjny niż pędy pozostałych rzędów. Szybkość wzrostu elongacyjnego rozkrzewionej rośliny pszenicy była obliczana ze średnich przyrostów elongacyjnych w określonych fazach wzrostu roślin. Na średni przyrost elongacyjny (e) składały się: całkowity przyrost długości pędu głównego (a) oraz rozwiniętych normalnie pędów bocznych (b) poszczególnych rzędów dzielone przez łączną liczbę zmierzonych pędów (l) oraz jednostkę czasu (t) wg wzoru

$$e = \frac{a + \Sigma b}{l\,t}.$$

Z pomiarów wyłączono grupę pędów niedorozwiniętych, nie strzelających w źdźbło oraz tzw. „niedogonów". Średni przyrost elongacyjny określony tym sposobem jest bardziej prawidłowym wskaźnikiem oceny dynamiki wzrostu rośliny w czasie, aniżeli oparty na przyroście elongacyjnym jedynie pędu głównego.

Na wykresach (rys. 5a i b) przedstawiona została zależność przyrostu elongacyjnego źdźbeł, dokłosi oraz kłosów wyodrębnionych pędów od stopnia rozkrzewienia na przykładzie roślin odmiany 'Dańkowska Biała' w określonych fazach wzrostu. Wykres 5a sporządzony na podstawie średnich z trzech okresów wegetacyjnych z populacji próbnej po 50 roślin średnio rozkrzewionych (K_3U_{III}). Natomiast do wykresu 5b posłużyły analogiczne



Rys. 5. Zależność pomiędzy stopniem rozkrzewienia a wzrostem elongacyjnym źdźbeł, dokłosi i kłosów u trzech odmian pszenicy ozimej

A — liczba międzywęźli; *B* — średnica dokłosia w mm

p.w. — pędy wegetatywne; *p.k.* — pędy kłosonośne; *źb.* — źdźbła; *d.* — dokłosia; *k* — kłosy

1 — pęd główny; *I* — pęd I rzędu; *R* — pędy następnych rzędów

Fig. 5. Dependence between tillering degree and elongation growth of culms, last upper internode and ears of three varieties of winter wheat plants

A — number of internodes; *B* — diameter of last upper internode, in mm

p.w. — vegetative shoots; *p.k.* — shoots with the ear; *źb.* — culms; *d* — last upper internode; *k* — ears

1 — main shoot; *I* — shoot of I-st order; *R* — shoots of successive orders

dane z roślin silnie rozkrzewionych (K_5U_{IV}) *. Pędy roślin silnie rozkrzewionych wykazały nieznaczne (6-8%), ale progresywne skracanie się źdźbeł, dokłosi oraz kłosów w porównaniu z pędami roślin średnio rozkrzewionych. Najkrótsze były pędy z grupy pozostałych rzędów „R". Zmniejszyła się także u tych pędów liczba międzywęźli. Krzywa oznaczona na wykresie „p.w." obrazuje wzrost średniej liczby pędów w fazie krzewienia pszenicy, który osiąga swoje maksimum w IV stadium wzrostu roślin. Dalsza część krzywej (p.k) ilustruje spadek średniej liczby pędów na skutek selekcji pędów zarówno w fazie strzelania w źdźbło, w której następuje zahamowanie rozwoju pędów słabszych, późno wytworzonych, jak i w okresie kłoszenia, kiedy następuje zróżnicowanie liczby pędów kłosonośnych na produktywne oraz tzw. niedogony.

Z wykresów (ryc. 5c i d) obrazujących te same zależności u odmian 'Małgorzatka Udycka' i 'Hesbignon' wynika, iż przy jednakowym stopniu rozkrzewienia roślin (w rozważanym przypadku słabo rozkrzewione K_1U_{II}) przyrost elongacyjny (dobowy) określonych pędów był znacznie większy u roślin odmiany 'Małgorzatki Udyckiej' niż u roślin odmiany 'Hesbignon'. Długość źdźbeł (międzywęźli i dokłosi) zarówno pędów głównych, jak i obu pędów bocznych była około 25% większa u roślin odmiany 'Małgorzatka Udycka' niż u roślin odmiany 'Hesbignon'. Długość kłosów roślin obu odmian w zasadzie nie różniła się. Natomiast średnica dokłosia (mierzona w szczytowym końcu dokłosia) była u wszystkich trzech rodzajów pędów roślin 'Hesbignon' znacznie większa, a o około 20-25%, niż u odpowiednich pędów roślin odmiany 'Małgorzatka Udycka'. W zasadzie rośliny bardziej rozkrzewione miały dłużej trwającą fazę wzrostu II-IV (krzewienia) i szybkość wzrostu elongacyjnego ich pędów (głównych i bocznych) w tej fazie była mniejsza niż u roślin mniej rozkrzewionych, u których analogiczna faza trwała jednakowo długo, ale szybkość wzrostu elongacyjnego pędów była większa. Podobnie przedstawiała się sprawa w fazie wzrostu (IV-IX). Rośliny mniej rozkrzewione nieznacznie wcześniej rozpoczęły stadium kwitnienia, o około 2-3 dni, i było ono bardziej równomierne, niż u roślin silnie rozkrzewionych. Ruebenbauer (1964) i Wąs (1970) podają, że dobrym wskaźnikiem oceny sztywności słomy pszenic okazał się stosunek powierzchni przekroju drugiego międzywęźla od góry, do długości słomy (P:d). Można go z powodzeniem stosować zamiast współczynnika cLr, gdyż pomiędzy nimi istnieje określona zależność. W tabeli 5 przedstawiono średnie wartości cech dokłosia i kło-

---

* Symbol K oznacza współczynnik produkcyjnej efektywności rozkrzewienia pędami kłosonośnymi (K_5=b. wysoki), a U_{IV}=stopień rozkrzewienia pędami kłosonośnymi (U_{IV} = wysoki).

Tabela 5 — Table 5

Średnie wyniki pomiarów dokłosia i kłosa trzech odmian pszenicy ozimej oraz trzech rodzajów pędów kłosonośnych (średnie z populacji próbnych po 50 roślin silnie rozkrzewionych z trzech okresów wegetacyjnych)

Characteristic average values of last upper internode and of ears of three varieties of wheat and of 3 types of ear shoots (Average of sample population)

Odmiany Varieties	Rząd kolejnych pędów Orders of successive shoots	Ciężar kłosa z ziarnem w g Weight of ear with grain	Długość dokłosia w mm (d) Lenght of last upper internode	Powierzchnia przekroju ścianek dokłosia (P) w mm² Area of wall section of last upper internode		Stosunek powierzchni przekroju ścianek do długości dokłosia Relation between area of wall section and lenght of last upper internode	
				w części — in part		w części — in part	
				dolnej botton	górnej upper	dolnej bottom	górnej upper
Dańkowska Biała	1	2,259	404	5,46	3,53	0,0135	0,0087
	I	2,212	367	5,52	3,17	0,0150	0,0086
	R	1,646	348	4,39	2,55	0,0126	0,0073
Małgorzatka Udycka	1	2,081	528	4,55	2,92	0,0086	0,0055
	I	1,990	485	4,61	2,98	0,0095	0,0061
	R	1,560	466	4,14	2,61	0,0090	0,0056
Hesbignon	1	2,575	333	5,50	3,33	0,0165	0,0100
	I	2,483	328	5,43	3,48	0,0166	0,0120
	R	1,783	311	4,43	2,95	0,0142	0,0095

sa trzech ocenianych odmian pszenicy oraz trzech rodzajów pędów kłosonośnych. Powierzchnia przekroju źdźbła (P) była mierzona w dolnej i górnej części, a średnia długość słomy odnosi się jedynie do długości dokłosia. Dane te pozwalają, w przybliżeniu ocenić sztywność poszczególnych pędów rozkrzewionej rośliny pszenicy oraz odmiany. W rozważanym przypadku najdłuższe dokłosie miały rośliny odmiany 'Małgorzatki Udyckiej', natomiast najkrótsze rośliny odmiany 'Hesbignon'. Pędy roślin 'Małgorzatki Udyckiej' posiadające dłuższe dokłosie wykazały większą skłonność do wylegania niż pędy odmiany 'Hesbignon'. Pędy I rzędu wykazują największą powierzchnię przekroju oraz grubość ścianek dokłosia, a najmniejszą wykazują pędy pozostałych rzędów. Większa powierzchnia przekroju z dużą grubością ścianek daje większą możliwość przeciwsta-

wiania się źdźbła siłom zginającym. Pędy I rzędu oraz główne, chociaż utrzymują cięższe kłosy są u wszystkich trzech odmian bardziej sztywne, niż pędy pozostałych rzędów *.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania dotyczące przebiegu wzrostu rozkrzewionych roślin trzech odmian pszenicy ozimej wykazały że:

1. Poszczególne pędy wegetatywne krzewiącej się pszenicy ozimej wyrastają w różnych odstępach czasu i przebieg ich wzrostu nie jest jednakowy. W okresie rozwoju pszenicy występują dwa rodzaje selekcji pędów:

— pierwsza w fazie strzelania w źdźbło, kiedy intensywny wzrost pędów wegetatywnych wytwarzających źdźbła powoduje zahamowanie rozwoju pędów słabszych późno wytworzonych, co prowadzi do ich zasychania. W wyniku tej selekcji liczba zamierających pędów może osiągać 25%,

— druga selekcja występuje w okresie kłoszenia. W wyniku jej następuje zróżnicowanie liczby pędów kłosonośnych na produktywne oraz tzw. „niedogony". Liczba tych pędów rzadko przekracza 5%.

2. Przedstawiona morfogeneza pędów krzewiącej się pszenicy ozimej ułatwia identyfikowanie poszczególnych pędów na młodych i dojrzałych roślinach, a także ocenę zdolności krzewienia zarówno pędami wegetatywnymi, jak i kłosonośnymi.

3. Średni przyrost elongacyjny rośliny pszenicy w poszczególnych fazach wzrostu powinien być określany przez sumę przyrostów, składającą się z przyrostu pędu głównego oraz przyrostów mierzonych pędów bocznych podzieloną przez liczbę mierzonych pędów rośliny oraz jednostkę czasu. Średni przyrost elongacyjny określony tym sposobem jest bardziej prawidłowym wskaźnikiem oceny dynamiki wzrostu rośliny w czasie, aniżeli oparty na przyroście elongacyjnym jedynie pędu głównego.

4. U pszenicy ozimej występuje dość regularna zmienność przyrostu długości podczas okresu wegetacji. Najmniejszy dobowy przyrost długości wykazują rośliny w okresie początkowych faz wzrostu (0-II i II-IV). Różnice międzyodmianowe w tych fazach były nieznaczne. Największy elongacyjny przyrost dobowy wykazały rośliny badanych odmian w fazie wzrostu (IV-IX) początek strzelania w źdźbło — początek kwitnienia. W tej fazie wystąpiły między odmianami różnice (rzędu 6-10%) w szybkości wzrostu elongacyjnego roślin. Szybciej rosnące okazały się rośliny odmiany 'Dańkowska Biała', natomiast wolniej rosnące odmiany 'Hesbignon'. Rośliny silnie rozkrzewione wykazały mniejszy (rzędu 6-8%) średni dobowy przyrost elongacyjny niż rośliny słabo rozkrzewione. Pędy głów-

---

* Praca referowana na XXXVIII Zjeździe Polskiego Towarzystwa Botanicznego — Sekcji Fizjologii Roślin w Gdańsku.

ne i pierwszego rzędu wykazały u wszystkich trzech odmian większy (6-10%) średni dobowy przyrost elongacyjny niż pędy pozostałych rzędów.

5. Stosunek powierzchni przekroju ścianek w części górnej, jak i dolnej dokłosia, do długości dokłosia był większy u pędów głównych oraz bocznych I rzędu niż u pędów pozostałych rzędów. Mniej korzystny stosunek ten u pędów II i III rzędu jest niwelowany mniejszym obciążeniem przez ziarna tych pędów i dlatego nie dostrzega się większej skłonności do ich wylegania. Różnice między odmianami były pod tym względem znaczne. Wysoką skłonność do wylegania wykazały pędy roślin 'Małgorzatki Udyckiej', mniejszą 'Dańkowskiej Białej', a pędy roślin odmiany 'Hesbignon' były dość odporne na wyleganie.

Morphogènèse de talles pendant de tallage du blé d'hiver et la dynamique leur croissance élongative

Résumé

Cette étude présente les aspects morpho- et physiologiques de la faculté de tallage des rejetons végétatifs et de l'épi du blé d'hiver. C'est une faculté que possèdent les graminées et surtout les blés d'émettre des talles issues de bourgeons auxiliaires ou latéraux. À l'extrémité supérieure du rhizome se trouve le plateau de tallage constitué par un empilement de quatre noeuds séparés par de courts entrenoeuds. Sur chaque noeud à l'angle de chaque feuille un bourgeon est inséré, ébauche d'une future talle primaire. La talle de la première feuille apparait lorsque la plante developpe sa troisième ou parfois quatrième feuille. Ensuite les autres talles primaires naissent successivement à l'angle de la deuxième, troisième et quatrième feuille, correspondant aux quatre noeuds du plateau de tallage, à la base de la préfeuille et des feuilles, les bourgeons peuvent se developper en talles secondaires et ensuite en talles tertiaires.

La possibilité d'émettre des talles est conditionnée par la vitesse de croissance de la plante et la rapidité avec laquelle elle est capabale d'assurer la formation de ses bourgeons. En outre le tallage herbacé depend:

— du cours avantageux de la vernalisation chez les plantes de blé d'hiver, dans des conditions naturelles;

— de la durée du tallage, c'est-à-dire du temps dont une variété dispose pour émettre ses talles.

L'influence du climat (température, ensoleillement et humidité) dépend de la date de semis du blé d'hiver. Dans le cas d'une différence dans la date de semis de 18 jours (de la date limite pratique de semis pour la région considérée — Radzików près de Varsovie), on observe que le nombre de talles d'épis est réduit de ca 20-33%.

On a étudie l'allongement journalier des talles separées et de la plante entière pendant les phases principales de croissance. Ce caractère depend de l'allongement relatif de la tige principale et des talles de divers âges. Cet allongement est en relation avec le décalage dans le temps de la croissance des différentes talles de la même plante.

On a aussi estimé la dépendance de la résistance à la verse du degré du tallage chez les plantes de trois variétés: 'Dańkowska Biała', 'Hesbignon' et 'Małgorzatka Udycka'. La résistance à la verse était déterminée d'après la variation du rapport entre la surface de deux coupes du „col" de l'épi et de la longueur du „col" de l'épi.

LITERATURA

Azzi G., 1956. Agricultural Ecology, London.

Barbacki S., Lewicki S., Miczyński J., Słaboński A., 1953. Pszenice polskie, praca zbiorowa PINGW, Puławy.

Bünning E., 1953. Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanzen, III wyd., Berlin.

Drezner W., 1963. Morfogeneza kłosa i tempo wzrostu pszenicy jarej oraz jęczmienia, Rocz. Nauk Rol., 87(A3): 517-543.

Drezner W., 1966. Cecha krzewienia i jej znaczenie w podnoszeniu plenności pszenicy jarej, Hod. R., Aklim. i Nas., 10(4): 425-52, Warszawa.

Elandt R., 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego, PAN Warszawa-Poznań.

Goebel K., 1930. Die Organopraphie der Pflanzen, III wyd., Jena.

Górski T., Jakubczak Z., 1965. Metody sum temperatur w agrometeorologii, Rocz. Nauk. rol. 90-A-2: 215-231.

Jonard P., Koller J., Vincent A., 1952. Evolution de la tige et de l'épi chez la varieté de blé Villmorin 27 au cours de la période de reproduction, An. de l'amélior. de pl. 1: 5-31, Paryż.

Jonard P., 1949. Le tallage chez le blé, BTI 41-1949.

Langer R. H. M., 1963. Tillering in herbage grasses, Herb. Abstr.

Markowski A., Barbaro A., 1956. Studia nad rozwojem pszenic. cz. I. Rozwój pszenic w różnych warunkach termicznych i świetlnych, zależnych od przedsiewnej jarowizacji i terminu siewu w czteroletnich doświadczeniach polowych, Rocz. Nauk rol. 73 (1): 43-77.

Pankow H., Guttenberg H., 1959. Studien über die Achselknospen Blattprimordien bei gramineae.

Rawson M. H., 1971. Tillering patterns in wheat with special reference to the shoot at the coleoptile node, Plant Physiol. Au. J. 24: 829-841.

Razumow W. I., 1961. Sreda i razwitie rastienij, II. wyd., Leningrad.

Ruebenbauer T., 1964. Hodowla roślin (praca zbiorowa), PWRL, Warszawa-Kraków.

Schroedter H., 1954. Weitere Untersuchungen über die Anvendung der Temperatursummenregel auf phaenologische Phasen. Angew. Meteor. 2.

Strebeyko P., 1961. Pomiary wzrostu zbóż w warunkach polowych. Rocz. Nauk rol. 90-D.

Strebeyko P., 1963. Dynamiks of Growth and development in spring wheat, Physiol. Plantarum, 16: 359.

Thorne G. N., 1962. Survival of tillers and distribution of dry matter between ear and shoot, Ann. Bot. 26 (101).

Troll W., 1943. Vergleichende Morphologie der höhen Pflanzen, Berlin.

Troll W., 1957. Praktische Einführung in der Pflanzenmorphologie, Jena.

Wąs L., 1970. Badania nad przydatnością metod oceny sztywności słomy u różnych gatunków pszenic, H.R.A. i Nas., 14 (3): 213-242.