ACTA AGROBOTANICA
Vol. XXVIII, z. 2, 1975

Wpływ stopnia krzewienia się roślin na akumulację biomasy organicznej u niektórych odmian zwyczajnej pszenicy ozimej

WITOLD DREZNER

Zakład Biologii i Fizjologii Roślin Instytutu Hodowli
i Aklimatyzacji Roślin — Radzików

(Przyjęto dn. 14 IV 1973 r.)

W. Drezner (Institute of Plants Breeding and Acclimatization, Division of Plant Biology and Physiology; Radzików near Warsaw), Acta Agrobotanica 28 (2): 155-175, 1975.

Influence of tillering degree on the accumulation of dry matter of some winter wheat varieties

The correlation between the net assimilation rate and the degree of plant tillering are investigated for several varieties of simple winter wheat.
The net assimilation rate (E, NAR, A_n) of the studied varieties for different degrees of tillering, individual shoots and individual plants is described according to the units mg/cm² · 24 h. Index of efficiency of assimilation surface (F, LAR, I_s) is determined in units cm²/mg. The tillering ability of vegetative shoots in plants is a very important factor which increases the total assimilate surface value and the assimilation effectivity of the plant's biomass.

PRZEGLĄD LITERATURY I CEL BADAŃ

Gromadzenie związków organicznych u roślin pszenicy ozimej jest wynikiem przewagi procesów asymilacyjnych nad procesami oddychania. Gregory już w 1917 r., a następnie Blackman 1919 badali zależność pomiędzy wielkością asymilacyjnej powierzchni a produkcją netto biomasy roślin. Badania te zostały następnie udoskonalone i uzupełnione przez szereg autorów (Boonstra 1927; Williams 1946; Watson 1947; Larcher 1963 i 1968).

Z punktu widzenia produkcji roślinnej interesuje nas głównie fotosynteza pozorna (netto). Ona bowiem zasadniczo kształtuje wielkość plonu biomasy (Larcher 1963 i 1968; Hänsel 1965; Strebeyko 1967; Pawłow 1968; Czielcowa i Awielisowa 1970; Evans i Dunstone 1970; Starck 1971). Produkcja biomasy organicznej może być oznaczona metodą analizy wzrostowej (Niczipporowicz

1961; Šestak et al. 1971). Pomimo ciągłych udoskonaleń klasycznej metody analizy wzrostowej wypracowanej przez szkołę brytyjską, pozwala ona na wyszacowanie, poprawne w zasadzie, produkcji netto (po uwzględnieniu strat suchej masy związanych z obumieraniem i opadem niektórych części roślin oraz procesami dysymilacyjnymi). Gromadzenie produktów organicznych i przyrost powierzchni asymilacyjnej w populacjach analizowanych roślin stanowi podstawę oceny plonowania odmian pszenic. Wartości asymilacji netto — NAR (net assimilation rate) — mogą być określone wielkością jednostkowej netto produkcji suchej masy z jednostki powierzchni asymilacyjnej w jednostce czasu (Larcher 1968). Przyrost biomasy roślin w jednostce czasu jest w głównej mierze uzależniony od rozmiaru powierzchni asymilacyjnej oraz jej aktywności fotosyntetycznej (Wardlow 1970; Czarnowski 1972). Wielkość powierzchni asymilacyjnej, a więc i produkcja biomasy z rośliny pszenicy są uzależnione od liczby pędów, jaką w wyniku rozkrzewienia posiadają rośliny.

Ważne to zagadnienie nie doczekało się w literaturze dostatecznego naświetlenia i dlatego jako cel w tej pracy przyjęto określenie zależności pomiędzy produkcją biomasy a zdolnością krzewienia się roślin na przykładzie niektórych odmian zwyczajnej pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* sp. *vulgare*) *.

METODY PRACY I MATERIAŁ DOŚWIADCZALNY

Obiektem badań były botanicznie różne odmiany zwyczajnej pszenicy ozimej, mianowicie: varietas *albidum* Alef., *erythrospermum* Msf. i *lutescens* Alef., reprezentowane kolejno przez odmienne taksonomicznie odmiany rolnicze: 'Dańkowska Biała', 'Małgorzatka Udycka' oraz 'Hesbignon'. Doświadczenia prowadzono na polu doświadczalnym Instytutu w Radzikowie w okresach wegetacyjnych 1963/1964 oraz 1964/1965, uwzględniające dwa terminy siewu w każdym roku: 20 IX i 8 X w 1963 r. oraz 11 IX i 18 IX w 1964 r.; 2 poziomy nawożenia N: 30+30 oraz 60+60 N kg/ha w postaci saletry amonowej (I dawka przed siewem) i wapniowej (II dawka na początku fazy krzewienia się roślin), przy nawożeniu podstawowym K=60 kg oraz P=54 kg/ha. Doświadczenia założono metodą losowanych bloków (18 kombinacji w czterech powtórzeniach). Zasiewu dokonano przy rozstawie 200 roślin na 1 m^2 powierzchni glebowej. Powierzchnia poletka wynosiła 4 m^2, a zatem ogólna powierzchnia doświadczenia 576 m^2.

Pomiary i oznaczenia powierzchni asymilacyjnej i suchej masy zostały

---

* Część I opublikowana w Acta Agrobotanica t. 28 z. 1, 1975.

przeprowadzone: na początku fazy krzewienia się roślin, na początku strzelania w źdźbło, na początku kwitnienia oraz w stadium wzrostu * pełnej dojrzałości ziarniaków (według kryteriów, które podają: Jonard et al. 1952; Asana et al. 1955; Bosian 1964, Kvet et al. 1971 i Rawson 1971). Do oznaczania służyły populacje próbne składające się z 25, 50, względnie 100 roślin z poletka, pobieranych losowo. Zarówno powierzchnia asymilacyjna, jak i sucha masa były oznaczone u roślin trzech stopni rozkrzewienia (silnie, średnio i słabo rozkrzewionych — kryteria Dreznera 1966). W obrębie oznaczonych roślin wyodrębniono pęd główny (1), jeden pęd I rzędu (1.1) oraz jeden z pozostałych rzędów (oznaczony w tekście 1.1.1). W szczególnych przypadkach wyodrębniono wszystkie pędy rośliny do oznaczeń.

Powierzchnię asymilacyjną liści oznaczono w cm^2 za pomocą odbitek na papierze światłoczułym, a następnie kontury liści planimetrowano planimetrem biegunowym w skali 1:1 z dokładnością około 2%. Powierzchnię asymilacyjną źdźbła otrzymano z pomiarów dolnej (średniej średnicy I i II międzywęźla) i górnej średnicy dokłosia oraz jego długości, obliczając całą powierzchnię według wzoru dla źdźbłopodobnej figury geometrycznej — stożka ściętego **.

Powierzchnię kłosa uzyskano z pomiarów dolnej, środkowej i górnej średnicy oraz jego długości, wyliczając powierzchnię według wzoru dla kłosopodobnej figury geometrycznej (układu dwóch stożków ściętych złożonych szerszą wspólną podstawą).

Opierając się na założeniach przyjętych w wielu pracach (Gregory 1917; Larcher 1963 i 1968; Hansel 1965; Strebeyko 1967; Šestak et al. 1971; Czarnowski 1972) określono produkcję biomasy organicznej pędów roślin pszenicy z następujących trzech równań:

Intensywność asymilacji netto (E, NAR, A_n) wyrażona jest wielkością przyrostu biomasy (M) przypadającej na jednostkę przyrostu powierzchni asymilacyjnej (S) w czasie jednej doby (T)

$$A_n = \frac{\Delta M}{\Delta S \, \Delta T}.$$

Jednostką wymierną jest zatem $mg \cdot cm^{-2} \cdot doba^{-1}$. W zasadzie jest to zgodne z definicją Larchera o wartości asymilacji netto (NAR — net assimilation rate) z tą różnicą, że w przypadku pszenicy jest ona odnoszona do przyrostu masy całych nadziemnych pędów względnie rośliny (źdźbła, liście, kłosy) podczas określonego czasu.

Pochodnym wskaźnikiem bardzo istotnym dla oznaczania aktywności

---

* Oznaczany na podstawie zespołu cech morfologicznych początek oraz koniec faz wzrostu przyjęto określać jako stadia wzrostu (Drezner 1963).

** Pole całej powierzchni obrotowego stożka ściętego $= \pi r_1^2 + \pi r_2^2 + \pi l (r_1 + r_2)$

powierzchni asymilacyjnej jest wskaźnik powierzchni asymilacyjnej (F, LAR, I_s). Jest on obliczony ze stosunku sumy powierzchni asymilacyjnej (ΣS) wszystkich przyjętych do oznaczania pędów (głównego i bocznych) rośliny do sumy ciężaru suchej masy (ΣM), a więc

$$I_s = \frac{\Sigma S}{\Sigma M}$$

i wyrażony w jednostkach $cm^2 \cdot mg^{-1}$. Wskaźnik ten różni się od wskaźnika Gregory (LAR — leaf area ratio) tym, że dla roślin rodzaju *Triticum* wartości powierzchni asymilacyjnej i suchej masy rośliny są odnoszone do wszystkich zielonych części nadziemnych rośliny (źdźbła, liście i kłosy), a nie tylko do liści. W tym powierzchnię liści odnosi się do obu powierzchni liści (dolnej i górnej cm^2_2). Watson (1947) wprowadził wskaźnik powierzchniowy liści (LAI — leaf area index) oznaczający wielkość powierzchni liści zespołu roślin przypadającą na jednostkę powierzchni ziemi przykrytej przez roślinność. Zastosowanie tego wskaźnika dla powiązania z wartością produkcji z jednostki powierzchni gleby będzie przedstawione oddzielnie.

Globalna (netto) produkcja biomasy organicznej (M_t) jest iloczynem całej powierzchni asymilacyjnej (S_t) pojedynczego pędu, względnie sumy pędów — rośliny pomnożonej przez cząstkową asymilację netto (A_n) oraz czynnik czasu (T) według ogólnego matematycznego równania

$$M_t = S_t \; A_n \; T.$$

WYNIKI BADAŃ

W pierwszej części pracy (Acta Agrobot. t. 28 z. 1) wykazano między innymi, iż poszczególne pędy pszenicy wyrastają w różnych odstępach czasu i przebieg ich wzrostu nie jest jednakowy. Stwierdzono także, iż nie wszystkie pędy wegetatywne wykształcają dorodne kłosy. Znaczna część pędów wskutek niedorozwoju staje się tzw. niedogonami, albo w ogóle zamiera.

Celowe zatem okazało się zbadanie aktywności fotosyntetycznej poszczególnych pędów krzewiącej się rośliny, wyrażonej ich produkcją biomasy netto.

Przede wszystkim wielkość produkcji biomasy organicznej u rośliny jest zależna od liczby pędów oraz wielkości ich powierzchni asymilacyjnej. W tabeli 1 przedstawiony został wzrost powierzchni asymilacyjnej poszczególnych organów rośliny w miarę zwiększania się liczby pędów u roślin pszenicy. Wielkość powierzchni asymilującej w IX stadium wzrostu wahała się w znacznych granicach: od 362 cm^2 u najsłabiej rozkrzewionej rośliny (dwa pędy wegetatywne) do 4045 cm^2 u najbardziej rozkrzewionej (26 pędów wegetatywnych).

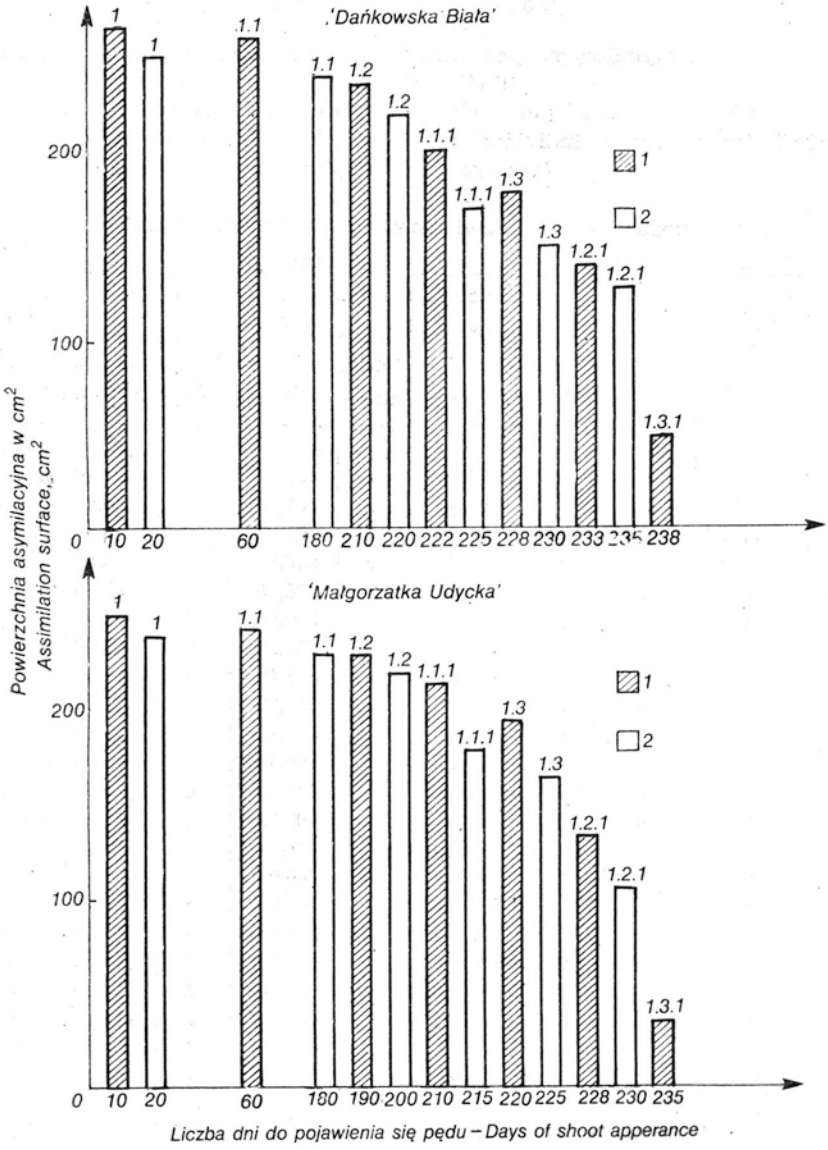
Tabela 1 — Table 1

Powierzchnia asymilacyjna poszczególnych organów roślin pszenicy ozimej 'Dańkowska Biała'
(średnie z populacji próbnych 4×25 roślin w IX stadium wzrostu)
Assimilation surface of individual plants of winter wheat 'Dańkowska Biała'
(average of 4×25 plants)

Nr rośliny No.	Liczba pędów Number of tillers		Powierzchnia asymilacyjna w cm² Surface						Łącznie Total
	wegetatywnych vegetatives	wykłoszonych with ears	liście leaves		źdźbła culms		kłosy ears		
			liczba number	powierzchnia surface	liczba number	powierzchnia surface	liczba number	powierzchnia surface	
1	2	1	8	178,50	2	159,00	1	24,10	361,60
2	2	1	9	197,50	2	167,70	1	25,20	390,40
3	3	2	13	297,80	3	265,60	2	46,90	610,30
4	3	3	14	319,80	3	278,80	3	63,20	661,80
5	3	3	14	321,20	3	280,10	3	64,50	665,80
6	4	2	18	439,90	4	299,60	2	52,10	791,60
7	4	3	18	404,20	4	311,50	3	72,00	787,70
8	4	3	18	434,75	4	303,10	3	73,20	811,05
9	4	3	18	437,60	4	310,30	3	72,40	820,30
10	4	3	18	438,30	4	325,30	3	78,10	841,70
11	4	3	20	456,50	4	360,60	3	79,50	896,60
12	5	4	23	547,00	5	409,20	4	80,80	1037,00
13	5	4	23	542,20	5	408,70	4	83,70	1034,60
14	5	5	27	598,80	5	476,80	5	98,60	1174,20
15	6	4	27	600,60	6	486,00	4	92,30	1178,90
16	6	5	27	618,30	6	492,30	5	106,50	1217,10
17	6	5	28	622,30	6	503,80	5	105,80	1231,90
18	6	5	28	628,20	6	511,40	5	111,10	1250,70
19	7	5	30	660,00	7	529,40	5	114,20	1303,60
20	8	5	33	719,40	8	567,60	5	116,10	1403,10
21	9	6	37	806,60	9	634,80	6	133,10	1574,50
22	10	8	42	915,60	10	731,20	8	163,20	1810,00
23	14	11	56	1220,80	14	975,60	11	202,70	2399,10
24	15	11	60	1308,00	15	998,40	11	208,60	1515,00
25	26	16	101	2201,80	26	1586,20	16	256,80	4044,80

* Termin siewu (Date of sowing) 8 X 1963 r., nawożenie (fertilizing) 30+30 N kg/ha, przedplon — groch (forecrop-peas).

Jak podają Wienhues 1961, Lupton 1961, Thorne 1965, Strebeyko 1963, w IX stadium wzrostu (początek kwitnienia kłosów), również intensywność fotosyntezy pszenicy osiąga swoje maksimum. Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika jednoznacznie, iż w miarę zwiększenia się liczby pędów powierzchnia asymilacyjna pojedynczego pędu do piątego, a nawet niekiedy do szóstego pędu pojedyn-



Ryc. 1. Zależność wielkości powierzchni asymilacyjnej pędów roślin pszenicy ozimej od terminu ich wyrastania, przy dwóch terminach wysiewu

Fig. 1. Dependence of the size of the assimilatory shoot surface of winter wheat plants on the date of their appearing, with two dates of sowing

1 — pęd główny (main shoot); 1.1, 1.2, 1.3, — pędy I rzędu (primary tillers); 1.1.1, 1.2.1, 1.3.1, — pędy II rzędu (secondary tillers): 1.1.1.1; 1.1.2.1 — pędy III rzędu (tertiary tillers)

Termin siewu (date of sowing): *1* — 20 IX; *2* — 8 X

czej rośliny wzrastała (10-15%). W miarę dalszego rozkrzewienia się roślin wielkość powierzchni asymilacyjnej pojedynczego pędu zmniejszała się stopniowo (5-15%).

Rozpatrując wielkość powierzchni asymilującej tych samych roślin w odniesieniu jedynie do pędów kłosonośnych, zauważono, iż w miarę zwiększenia się liczby pędów kłosonośnych na roślinie *, wielkość powierzchni asymilacyjnej pojedynczego pędu zmniejszała się nieznacznie z 300 cm^2 u dwupędowej do 250 cm^2 u szesnastopędowej rośliny. Zmniejszenie to mogło być spowodowane zmiennością populacyjną roślin, wyrażoną różną zdolnością ich rozkrzewienia, a także na skutek późniejszego wyrastania pędów wyższych rzędów u roślin silniej rozkrzewionych. Fakt, że poszczególne pędy rośliny wyrastają w różnych odstępach czasu ma bardzo istotne znaczenie dla plonowania. Na ryc. 1 przedstawiona została zależność pomiędzy wielkością powierzchni asymilującej poszczególnych pędów wyodrębnionych z rośliny a terminem ich wyrastania. Im później wyrastają pędy tym mniejsza jest ich powierzchnia asymilująca. W dużej mierze zależy to również od terminu siewu. Opóźnienie o 18 dni terminu wysiewu ziarna spowodowało zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej o 6-9%. Pędy boczne I rzędu wykazują jednak bardzo nieznaczne obniżenie w porównaniu z powierzchnią pędów głównych i to przy obu terminach wysiewu ziarna.

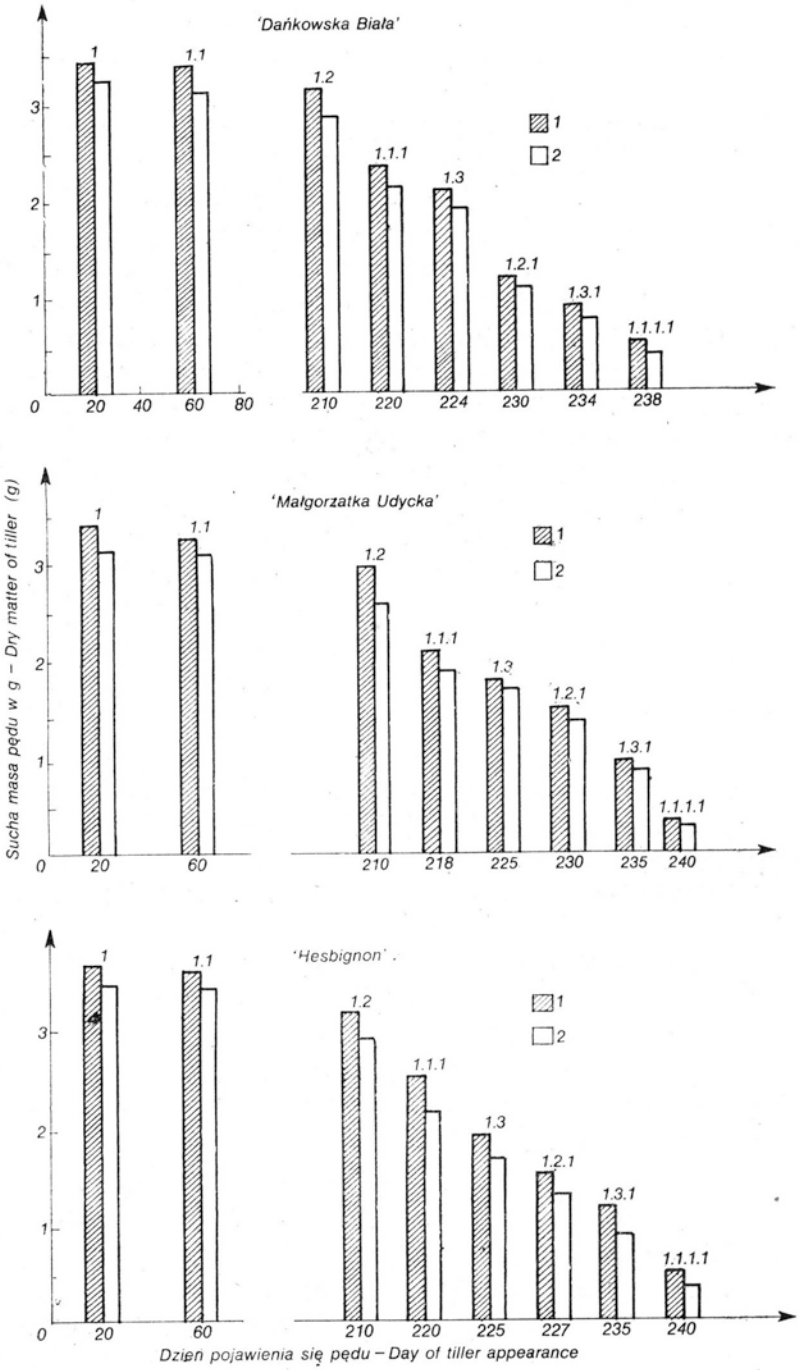
Wzrost całych roślin pszenicy mierzony przyrostem elongacyjnym oraz powierzchni asymilacyjnej daje nam pewien pogląd o dynamice wzrostu roślin. Lepszą, pełniejszą jednak miarą wzrostu roślin jest ich ciężar (najczęściej suchej masy). Im większy jest bowiem przyrost powierzchni (asymilującej) rośliny, tym większa będzie ogólna ilość nagromadzonej suchej masy. Rośliny pszenicy rosnące w tych samych warunkach polowych wykazują w poszczególnych okresach swego rozwoju niejednakowe natężenie procesu asymilacji, co również odbija się na przebiegu gromadzenia produktów fotosyntezy.

Na ryc. 2 przedstawiona jest sucha masa części nadziemnych poszczególnych pędów z rośliny w okresie pełnej dojrzałości, w zależności od dwóch poziomów nawożenia azotem.

Z danych tych wynika, iż największą suchą masę części nadziemnych wykazały pędy główne. Nieznacznie mniejszy ciężar w kolejności ich wyrastania miały pędy I rzędu oraz pierwsze II rzędu, natomiast zdecydowanie mniejszy ciężar wykazały pędy boczne III rzędu oraz pozostałe II rzędu. Zwiększone (podwójna dawka) nawożenie azotem wpłynęło na zwiększenie suchej masy części nadziemnych wszystkich pędów o 6-8%

---

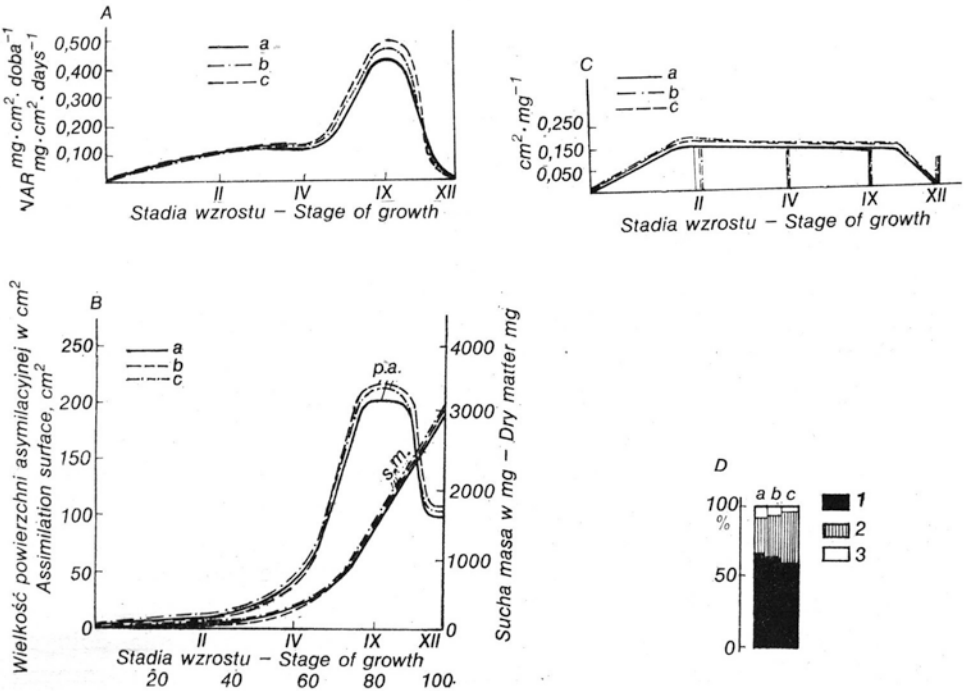
* Z populacji próbnych wyłączono grupę pędów niedorozwiniętych, nie strzelających w źdźbło oraz tzw. „niedogonów".



Ryc. 2. Zawartość suchej masy w poszczególnych pędach krzewiącej się pszenicy w zależności od dwóch poziomów nawożenia azotem

Fig. 2. Dry matter content in particular shoots of branching wheat depending on two levels of nitrogen fertilization

1 — 60 + 60 N kg/ha; *2* — 30 + 30 N kg/ha



Ryc. 3. Produkcja biomasy poszczególnych pędów pszenicy ozimej odmiany 'Hesbignon' var. *lutescens* Alef.

A — Dynamika zmian intensywności asymilacji netto w różnych fazach rozwoju (E, NAR, A_n); *B* — Dynamika zmian wielkości powierzchni asymilacyjnej oraz suchej masy pędów nadziemnych; *C* — Wskaźnik powierzchni asymilacyjnej (F, LAR, I_s); *D* — Udział liści, źdźbeł, i kłosów w sumarycznej powierzchni asymilacyjnej rośliny w IX stadium wzrostu

Fig. 3. Biomass production of particular shoots of winter wheat 'Hesbignon' var. *lutescens* Alef.

A — Dynamics of changes in intensity of net assimilation in various stages of development (E, NAR, A_n); *B* — Dynamics of changes in size of assimilatory surface and dry matter of above-ground shoots; *C* — index of assimilatory surface leaf area ratio (F, LAR, I_s); *D* — contribution of leaves culms and ears to the total area of the whole plant

a — pęd główny (main tiller) 1; *b* — pęd I rzędu (primary tiller) 1.1; *c* — pęd II rzędu (secondary tiller) 1.1.1; s.m. — sucha masa (dry matter); p.a. — powierzchnia asymilacyjna (assimilation surface)

1 — liście (leaves); *2* — źdźbła (culms); *3* — kłosy (ears)

u roślin wszystkich trzech odmian, przy czym różnic odmianowych nie dostrzeżono.

Na ryc. 3 A-D przedstawiona została dynamika zmian wielkości powierzchni asymilacyjnej oraz ciężaru suchej masy pędu głównego (1), pierwszego (1.1) pędu bocznego I rzędu oraz pierwszego pędu II rzędu (1.1.1) na przykładzie odmiany 'Hesbignon'.

Przyrost powierzchni asymilacyjnej pędów roślin tej odmiany pszenicy był największy w okresie poprzedzającym okres kwitnienia (IX sta-

dium wzrostu). W okresie kwitnienia rośliny również całkowita powierzchnia asymilacyjna pędów nadziemnych była największa (vide ryc. 3*B*). Udział liści, źdźbeł i kłosów w ogólnej powierzchni asymilacyjnej rośliny jest przedstawiony na ryc. 3*D*. W IX stadium wzrostu powierzchnia asymilacyjna liści pszenicy odmiany 'Hesbignon' stanowiła około 60%, źdźbeł około 26%, a kłosów — około 6%.

Stosunek powierzchni asymilacyjnej liści, źdźbeł oraz kłosów w tym stadium wzrostu był u pędów 1 i 1.1 podobny, natomiast nieznacznie różnił się u pędów 1.1.1, u których powierzchnia kłosów zmniejszała się w większym stopniu niż źdźbeł.

Jak już wspomniano, w stadium IX (okres kwitnienia) wielkość powierzchni asymilacyjnej pędów była największa. Wielkość ta utrzymywała się jeszcze przez około 12 dni (do X stadium wzrostu), niezależnie od nieznacznego jeszcze przyrostu w tym okresie powierzchni asymilacyjnej kłosów i źdźbeł o 1-2%, który kompensował ubytek zasychających powoli liści w dolnej partii rośliny. Po tym terminie powierzchnia asymilacyjna roślin zaczęła gwałtownie zmniejszać się na skutek żółknięcia i zasychania liści najstarszych, a także żółknięcia i usychania dolnych partii źdźbeł. Pomiar wielkości powierzchni zielonych części nadziemnych w XI stadium wzrostu (formowanie się zarodka i endospermu ziarniaków) wykazał, że ogólna wielkość zielonej powierzchni nadziemnych części w tym stadium zmniejszyła się do około 50% pierwotnej maksymalnej powierzchni asymilacyjnej pędów. W stadium pełnej dojrzałości ziarniaków (XII stadium wzrostu) wszystkie organy zżółkły, a następnie liście i źdźbła oraz kłosy zasychały. Oznacza to, iż proces asymilacji i przyrost suchej masy u tych roślin został zakończony.

Z przedstawionego ryc. 3*A* wynika, iż intensywność asymilacji netto (wyrażonej w mg suchej masy na jednostkę powierzchni i na dobę) w początkowym okresie wegetacji zwiększała się powoli. W okresie krzewienia się intensywność asymilacji utrzymywała się w przybliżeniu na równym poziomie 0,115-0,145 $mg \cdot cm^{-2} \cdot dobę^{-1}$. W okresie strzelania w źdźbło (kłoszenia) intensywność asymilacji wzrastała wykazując współczynnik liczbowy zbliżony do 0,200 mg/cm^2 na dobę. Maksimum intensywności asymilacji netto wykazały rośliny w okresie kwitnienia — początek formowania zarodka i endospermu ziarniaków (faza wzrostu IX-X), kiedy wskaźnik ten osiągnął wartość 0,500 mg/cm^2 na dobę. W fazie wzrostu IX-XI następuje wzmożony odpływ produktów asymilacji do ziarniaków. Proces ten sprzyja utrzymaniu jeszcze przez krótki czas dość wysokiej intensywności asymilacji u roślin.

Po upływie tego okresu krzywa obrazująca intensywność asymilacji netto gwałtownie obniża się. Liście, źdźbła i kłosy stopniowo żółkną i zasychają. Spadek w gromadzeniu asymilatów jest wynikiem starzenia się

Tabela 2 — Table 2

Globalna produkcja biomasy poszczególnych pędów rozkrzewionych roślin trzech odmian pszenicy ozimej wysianych w dwóch różnych terminach (śr. z populacji 4×50 roślin)

Total production of biomass per individual shoots of three winter wheat varieties differentiated in two dates of sowing (average of 4×50 plants)

Oznaczenie pędu Indication of tillers	Dańkowska Biała						Małgorzatka Udycka						Hesbignon						Średni udział pędu Average contribution of tiller
	Liczba pędów Number of tillers	Powierzchnia asymilacyjna Assimilation surface cm²	Intensywność asymilacji Net assimilation rate mg · cm² · doba⁻¹	Czas asymilacji w dobach Time of assimilation *	Globalna produkcja Total production of biomass g	Udział pędu Contribution of tillers %	Liczba pędów Number of tillers	Powierzchnia asymilacyjna Assimilation surface cm²	Intensywność asymilacji Net assimilation rate mg · cm² · doba⁻¹	Czas asymilacji w dobach Time of assimilation *	Globalna produkcja Total production of biomass g	Udział pędu Contribution of tillers %	Liczba pędów Number of tillers	Powierzchnia asymilacyjna Assimilation surface cm²	Intensywność asymilacji Net assimilation rate mg · cm² · doba⁻¹	Czas asymilacji w dobach Time of assimilation *	Globalna produkcja Total production of biomass g	Udział pędu Contribution of tillers %	
20 IX (wcześniejszy termin wysiewu ziarna — earlier sowing) A **																			
1	45	238	0,0854	169	3,436	19,5	44	228	0,0881	169	3,393	20,1	46	225	0,0952	168	3,600	19,0	19,5
P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	80	0,1085	108	0,940	5,0	1,7
1.1	46	234	0,1198	119	3,336	18,9	46	225	0,1215	119	3,253	19,2	46	220	0,1359	118	3,527	18,6	18,9
1.2	42	221	0,1389	99	3,040	17,3	42	210	0,1451	99	3,017	17,8	41	195	0,1648	98	3,150	16,6	17,2
1.3	38	172	0,1313	85	1,920	10,9	39	160	0,1333	85	1,813	10,7	35	150	0,1532	84	1,930	10,2	10,6
1.4	6	64	0,1452	71	0,660	3,7	9	60	0,1127	71	0,480	2,8	22	60	0,1090	70	0,460	2,4	3,0
1.1.1	40	210	0,1278	79	2,121	12,1	41	197	0,1343	79	2,090	12,4	36	185	0,1593	78	2,243	11,8	12,1
1.2.1	29	140	0,1541	76	1,640	9,3	27	150	0,1360	76	1,550	9,2	29	130	0,1682	75	1,640	8,7	9,1
1.3.1	26	89	0,1551	71	0,980	5,6	25	70	0,1790	71	0,890	5,3	23	80	0,1643	70	0,920	4,9	5,2
1.1.1.1	18	44	0,1503	65	0,430	2,4	12	30	0,1743	65	0,340	2,0	7	40	0,1601	64	0,410	2,2	2,2
1.1.2.1	13	8	0,1750	50	0,070	0,4	7	10	0,1800	50	0,090	0,5	3	15	0,1632	49	0,120	0,6	0,5
Razem Total	303	1420	—	—	17,633	100	292	1340	—	—	16,916	100	291	1380	—	—	18,940	100	100
Średnie Average	30,3	142	0,1383	88	1,763	—	29,2	134	0,1404	88	1,692	—	26,5	125	0,1438	89	1,722	—	—
Odchylenie od $\bar{x}$ Deviation from $\bar{x}$	± 5,2	± 10,4	—	—	—	—	± 5,2	± 9,7	—	—	—	—	± 5,1	± 9,7	—	—	—	—	—
8 X (późniejszy termin wysiewu ziarna — later sowing) B **																			
1	46	234	0,0974	147	3,350	20,5	44	220	0,0971	147	3,140	21,0	44	215	0,1060	147	3,350	20,7	20,7
1.1	47	228	0,1576	91	3,270	20,0	47	215	0,1589	91	3,110	20,8	45	215	0,1687	91	3,300	20,4	20,4
1.2	39	216	0,1669	81	2,920	17,9	40	195	0,1595	81	2,520	16,9	38	185	0,1895	81	2,890	17,6	17,5
1.3	34	165	0,1571	71	1,840	11,3	34	150	0,1559	71	1,660	11,1	32	160	0,1532	71	1,740	10,7	11,0
1.4	17	55	0,1479	59	0,480	2,9	12	50	0,1143	65	0,320	2,1	14	40	0,1696	56	0,380	2,3	2,4
1.1.1	23	195	0,1679	62	2,030	12,4	28	195	0,1489	62	1,800	12,0	28	190	0,1867	62	2,200	17,7	12,8
1.2.1	18	130	0,1909	56	1,390	8,5	10	140	0,1811	56	1,420	9,5	19	135	0,1852	56	1,400	8,6	8,9
1.3.1	9	75	0,1786	53	0,710	4,3	8	70	0,1752	53	0,650	4,4	7	80	0,1669	53	0,750	4,6	4,4
1.1.1.1	12	35	0,1625	51	0,290	1,8	6	40	0,1373	51	0,280	1,9	4	35	0,1120	51	0,200	1,2	1,6
1.1.2.1	8	7	0,1786	48	0,060	0,4	2	5	0,1667	48	0,040	0,3	2	5	0,1667	48	0,040	0,2	0,3
Razem Total	252	1338	—	—	16,340	100	231	1280	—	—	14,940	100	242	1260	—	—	16,200	100	100
Średnie Average	25,2	134	0,1605	72	1,634	—	23,1	128	0,1495	72	1,494	—	24,2	126	0,1614	72	1,620	—	—
Odchylenie od $\bar{x}$ Deviation from $\bar{x}$	± 4,6	± 9,5	—	—	—	—	± 4,9	± 9,2	—	—	—	—	± 6,2	± 8,7	—	—	—	—	—

* Wyłączony okres ciągłych średnich temperatur poniżej +3°C.
* Exduded period of time with the average temperature below +3°C.

** Sumy średnich temperatur dobowych (Sums of average temperatures for 24 h).
w okresie krzewienia wegetatywnego (in the period of vegetative tillers):
termin siewu (date of sawing) A — 850 + 1000°C
" " " " B — 750 + 900°C
w okresie krzewienia kłosowego (in the period of formation of ears tillers):
termin siewu (date of sawing) A — 1000 + 1350C°
" " " " B — 900 + 1250°C

roślin w ich ontogenetycznym rozwoju. W fazie X-XII stadium wzrostu, a więc do pełnej dojrzałości ziarniaków, produkcja asymilatów spada szybko, aż do zera. W tabeli 2 zostały zamieszczone wyniki, ilustrujące intensywność asymilacji netto poszczególnych pędów rozkrzewionych roślin trzech odmian pszenicy ozimej, wysianych w dwóch różnych terminach. Przy wyodrębnieniu wszystkich pędów z rośliny okazało się, iż największą produkcję netto biomasy wykazał pęd główny. Jego udział procentowy w biomasie rośliny wyniósł 19,5%. Zarówno wartość NAR, jak również najdłuższy czas trwania asymilacji wpłynęły na największą produkcję asymilatów w pędzie głównym. I tutaj kolejność wyrastania poszczególnych pędów odegrała istotną rolę. Pędy I rzędu (1.1-1.4) nieznacznie ustępowały w kolejności ich wyrastania pędom głównym pod względem produkcji biomasy. Produkcja biomasy pędów II i III rzędu była natomiast najniższa i stopniowe obniżanie uzależnione było w głównej mierze od terminu wyrastania poszczególnych pędów rośliny. Wartości jednostkowej produkcji biomasy u tych ostatnich pędów były największe przede wszystkim dlatego, że cykliczny rozwój pędów przypadał na bardziej sprzyjający układ warunków termicznych, skracający poszczególne fazy wzrostu tych pędów. Spośród pędów rośliny największą asymilację netto w okresie wegetacji wykazały pędy główne, nieco niższą (0,5-1,3%) pędy I rzędu, a najniższą (prawie do 20% mniejszą niż pędy główne) pędy pozostałych rzędów. Tym niemniej globalna produkcja biomasy całych roślin o większej zdolności krzewienia była większa (tab. 2) niż roślin mniej rozkrzewionych.

Opóźnienie o 18 dni terminu wysiewu ziarna wpłynęło na zwiększenie udziału w produkcji biomasy pędów: głównego, 1.1, 1.2, 1.3, oraz 1.1.1, natomiast spowodowało stopniowe obniżenie u następnych, kolejno wyrastających pędów.

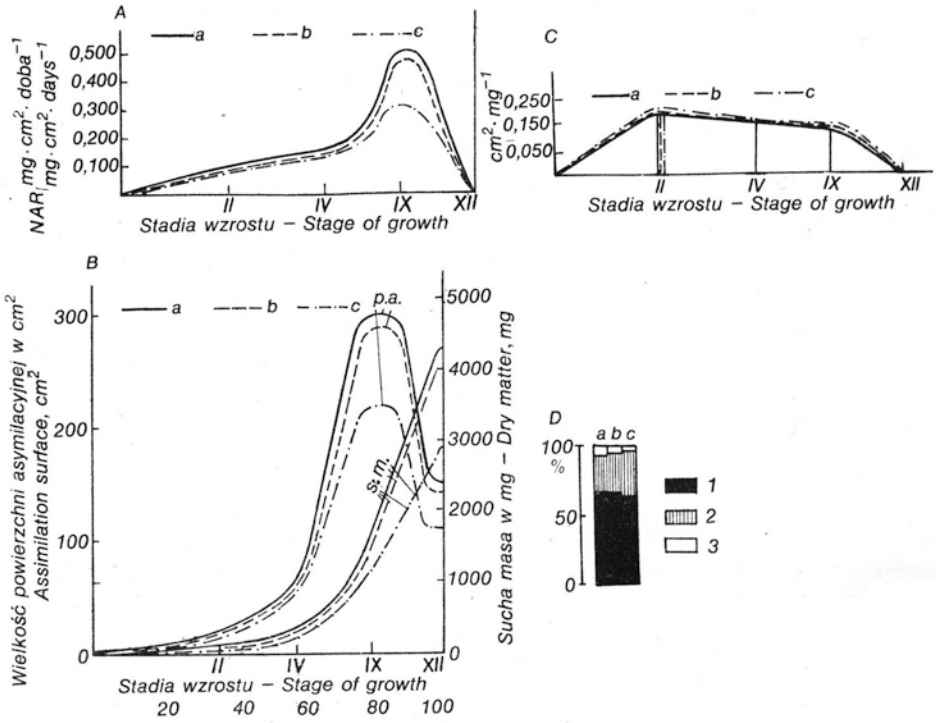
Na przykładzie roślin trzech odmian pszenic można określić udział poszczególnych pędów w produktywności fotosyntetycznej rośliny i przedstawia się on następująco:

Pędy: 1 — 20,1%, P — 0,9%; 1.1 — 19,6%, 1.1.1 — 12,4%, 1.1.1.1 — 1,9%
1.2 — 17,3% 1.2.1 — 9,0%
1.3 — 10,8%

Rozpatrując zależność pomiędzy przyrostem powierzchni asymilacyjnej a stopniem rozkrzewienia roślin pszenicy zauważono, iż w miarę większego rozkrzewienia się roślin zmniejsza się wielkość całkowitej powierzchni asymilacyjnej poszczególnych bocznych pędów. Wielkość powierzchni asymilacyjnej pędów I rzędu zmniejsza się nieznacznie (1-5%) w porównaniu z wielkością powierzchni asymilacyjnej pędów głównych, natomiast znacznie (niekiedy do 25%) zmniejszała się powierzchnia asymilacyjna pędów bocznych pozostałych rzędów. W IX stadium wzrostu

dostrzeżone zostały również znaczne różnice odmianowe pod względem wielkości powierzchni asymilacyjnej. Spośród oznaczonych odmian największą powierzchnię asymilacyjną wykazały rośliny odmiany 'Dańkowska Biała', mniejszą o 5% rośliny odmiany 'Hesbignon', a najmniejszą (o ok. 7%) rośliny odmiany 'Małgorzatka Udycka'.

Przy terminach siewu przypadających między 15-25 IX (w warunkach Radzikowa) stwierdzono najlepsze wyrównanie wielkości powierzchni asy-



Ryc. 4. Produkcja biomasy poszczególnych pędów pszenicy ozimej odmiany 'Małgorzatka Udycka' var. *erythrospermum* Msf.

A — Dynamika zmian intensywności asymilacji netto (E, NAR, A_n) w różnych fazach rozwoju; *B* — Dynamika zmian powierzchni asymilacyjnej oraz suchej masy pędów roślin z trzech różnych stopni rozkrzewienia; *C* — Wskaźnik powierzchni asymilacyjnej (F, LAR, I_s); *D* — Udział liści, źdźbeł i kłosów w sumarycznej powierzchni całej rośliny: *1* — liście, *2* — źdźbła, *3* — kłosy

a — pęd z roślin silnie rozkrzewionych; *b* — pęd z roślin średnio rozkrzewionych; *c* — pęd z roślin słabo rozkrzewionych; p.a. — powierzchnia asymilacyjna; s.m. — sucha masa

Fig. 4. Biomass production of particular wheat shoots of the winter variety 'Małgorzatka Udycka' var. *erythrospermum* Msf.

A — Dynamics of changes of net assimilation rate (E, NAR, A_n) in various stages of growth; *B* — dynamics of changes of assimilatory surface and dry matter of plant shoots of three different degrees of branching; *C* — index of assimilatory surface (leaf area ratio) (F, LAR I_s); *D* — contribution of leaves, culms and ears to the total surface area of wholl plant: 1 — leaves, 2 — culms, 3 — ears

a — shoot from strongly tillering plants; *b* — shoot from moderately branched plants; *c* — shoot from poorly branched plants; p.a. — assimilation surface; s.m. — dry matter

milacyjnej poszczególnych pędów na roślinie. Pędy główne i boczne 1.1 wykazały prawie jednakową wielkość powierzchni asymilacyjnej, a pędy 1.1.1 mniejszą (niekiedy do 15%) od wielkości powierzchni asymilacyjnej pędów głównych. Przy późniejszych terminach siewu (październikowych) pędy I rzędu wykazały około 5-8% mniejszą powierzchnię asymilacyjną, a pędy 1.1.1 niekiedy do 20% mniejszą w porównaniu z wielkością powierzchni asymilacyjnej pędów głównych (tab. 2).

Intensywność asymilacji netto u pędów 1.1.1 wyodrębnionych z roślin trzech różnych stopni rozkrzewienia została przedstawiona na przykładzie odmiany 'Małgorzatka Udycka' na ryc. 4*A* (populacja próbna 4×25 roślin).

Pędy 1.1.1 z roślin słabo rozkrzewionych posiadały większą (4-6%) powierzchnię asymilującą niż z roślin silnie rozkrzewionych. Wyższy był też u tych pędów wskaźnik powierzchni asymilacyjnej (LAR). Większą asymilację netto (NAR) wykazały pędy 1.1.1 z roślin bardziej rozkrzewionych. Większą wydajność produkcji biomasy wykazały pędy 1.1.1 z roślin średnio rozkrzewionych (5-7 pędów kłosonośnych). W czasie dojrzewania ziarniaków proces fotosyntezy zostaje zakończony. Zarówno proces kwitnienia, jak i dojrzewania ziarniaków u roślin średnio rozkrzewionych był bardziej wyrównany niż u roślin o większej zdolności krzewienia.

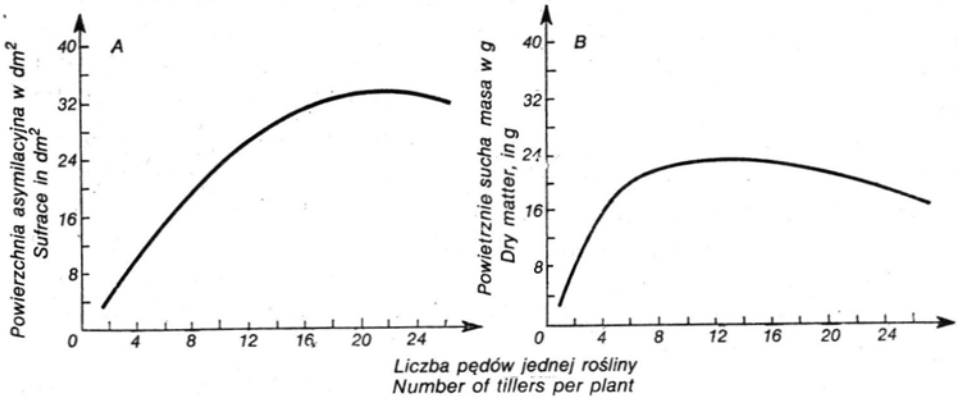
W plonowaniu pszenicy bardzo ważny jest również udział masy w poszczególnych komponentach plonu. Analiza struktury plonu w jednym przypadku dotyczy udziału ziarna i słomy, w innym — udziału poszczególnych pędów (wegetatywnych, kłosonośnych) czy też poszczególnych organów (np. kłos, źdźbło, liście i inne).

W przypadkach oznaczania stopnia rozkrzewienia pszenicy można zastosować współczynnik produkcyjnej efektywności rozkrzewienia pszenicy K *. Współczynnik ten określa liczby pędów kłosonośnych (U) przy różnych stopniach rozkrzewienia pędami wegetatywnymi (Z).

W warunkach Radzikowa, przy wczesnych terminach siewu (wrześniowych), część pędów wyrasta jesienią. Są to: pęd główny i część pędów bocznych (1.1, 1.2, a niekiedy także 1.1.1). Natomiast następne pędy boczne wyrastają wiosną. Przy późniejszych terminach (październikowych) krzewienie pędami wegetatywnymi odbywa się wiosną. Z tej przyczyny nie wszystkie pędy wegetatywne wykształcają dorodne kłosy. Część z nich na skutek niedorozwoju staje się tzw. „niedogonami", albo w ogóle zamiera. W przeciętnych warunkach uprawowych liczba pędów

---

* Współczynnik produkcyjnej efektywności rozkrzewienia $K = \frac{U \times 100}{Z}$ dla określonego stopnia rozkrzewienia (Drezner 1966).



Ryc. 5. Zależność przyrostu powierzchni asymilacyjnej (*A*) i przyrostu suchej masy (*B*) od stopnia krzewienia na przykładzie pszenicy ozimej 'Dańkowska Biała'

Fig. 5. Dependence of increase assimilation surface (*A*) and dry matter (*B*) on number of tillers (winter wheat 'Dańkowska Biała')

wcześniej zamierających stanowi 15-24%, a wykazujących niedorozwój „niedogonów" — 6-10%.

Dynamika zmian wielkości powierzchni asymilacyjnej oraz powietrznie suchej masy w zależności od stopnia rozkrzewienia roślin pszenicy ozimej 'Dańkowska Biała' zilustrowana jest na ryc. 5 A i B. Zwiększona zdolność krzewienia się roślin pszenicy wpłynęła w wyraźnym stopniu na zwiększenie ich powierzchni asymilacyjnej oraz suchej masy. Z danych tych wynika ponadto, iż w tych samych warunkach wzrostu i rozwoju, rośliny posiadające większą zdolność krzewienia się wykazują jednocześnie większą liczbę pędów kłosonośnych.

W przypadku rozdziału plonu rośliny na poszczególne pędy, przy założeniu przyjętym w tej pracy (wyodrębnienie pędu głównego 1, jednego pędu 1.1 oraz jednego z pozostałych pędów bocznych 1.1.1) rozpatrzono stosunki masy ziarna do masy pozostałych części nadziemnych.

Dane przedstawione w tabeli 3 obrazują wpływ stopnia rozkrzewienia roślin na stosunek masy ziarna do masy części nadziemnych, na przykładzie roślin odmiany 'Dańkowska Biała'.

W oznaczonych trzech stopniach rozkrzewienia roślin, zarówno masy ziarniaków, jak i masy pozostałych części nadziemnych są większe u pędów głównych. Nieco mniejsza (rzędu 4-6%) jest masa pędów I rzędu, natomiast najniższa (o ok. 27-33%), w porównaniu z pędami głównymi, jest masa pędów bocznych z pozostałych rzędów.

Rozpatrując trzy stopnie rozkrzewienia roślin, zauważono także, iż stosunek masy ziarna do masy pozostałych części nadziemnych pędu jest

Tabela 3 — Table 3

Wpływ stopnia rozkrzewienia na stosunek masy ziarna do masy pozostałych części nadziemnych u roślin pszenicy ozimej 'Dańkowska Biała' (średnie z populacji próbnych 4×25 roślin w XII stadium wzrostu)

Influence of degree of plant tillering upon the ratio of grain of straw dry matter in winter wheat 'Dankowska Biała'

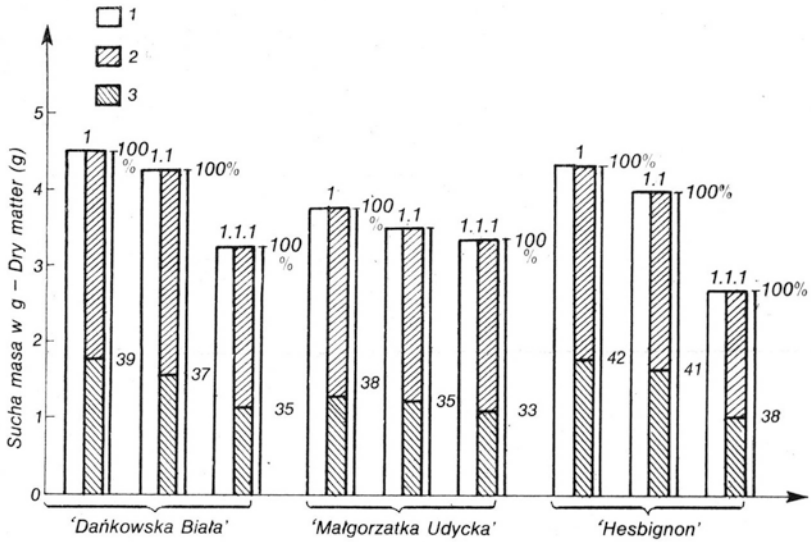
Stopień rozkrzewienia pędami kłosonośnymi Degree of tillering	Rząd kolejnych pędów Row of tillers	Masa w g Weight (g)		Stosunek masy ziarna do pozostałych części pędu Ratio of grain : straw	Współczynnik liczbowy Numerical coefficient
		ziarna z jednego pędu grains per tiller	pozostałych części nadziemnych pędu straw of tiller		
Rośliny silnie rozkrzewione 8-9 pędów Strongly tillering	1 1.1. 1.1.1.	1,675 1,595 1,040	2,861 2,671 1,981	37 : 63 37 : 63 34 : 66	0,59 0,60 0,52
Rośliny średnio rozkrzewione 5-7 pędów Moderately tillering	1 1.1. 1.1.1.	1,742 1,660 1,191	2,858 2,757 2,152	38 : 62 38 : 62 36 : 64	0,61 0,60 0,56
Rośliny słabo rozkrzewione 2-4 pędów Poorly tillering	1 1.1. 1.1.1.	1,763 1,583 1,127	2,730 2,670 2,090	39 : 61 37 : 63 35 : 65	0,65 0,59 0,54

* Termin siewu 11 IX 1964 r.; Nawożenie: 30+30 N kg/ha przy podstaw. K = 60 kg i P = 54 kg/ha.

* Date of sowing 11 IX 1964; Fertilizing 30+30 N kg/ha at P_2O_5 = 54 kg and K_2O = 60 kg/ha.

dla plonu ziarna najkorzystniejszy u roślin średnio rozkrzewionych, natomiast najmniej korzystny — u roślin najbardziej rozkrzewionych. U roślin słabo rozkrzewionych masa ziarna pędu głównego jest równie wysoka jak u roślin średnio rozkrzewionych, jednakże plon ziarna pozostałych pędów jest zdecydowanie niższy w porównaniu z plonem pozostałych pędów roślin średnio rozkrzewionych. U pędów głównych oraz pierwszego rzędu stosunek masy ziarna do masy słomy jest bardzo zbliżony. Natomiast u pędów pozostałych rzędów jest on najmniej korzystny dla plonu ziarna.

W miarę większego rozkrzewienia się roślin pszenicy, pędy boczne pozostałych rzędów wykazują coraz mniej korzystny z rolniczego punktu widzenia stosunek masy ziarna do masy pozostałych części nadziemnych pędu. Za względnie korzystny przyjęto stosunek masy ziarna do masy pozostałych części nadziemnych pędu $\geqslant$ 33,5 : 66,5 i współczynnik liczbowy $\geqslant$ 0,50. Pędy, które wykazują współczynnik liczbowy poniżej 0,50, stanowią grupę pędów niedorozwiniętych (w zasadzie II i dalszych rzędów) zaliczonych do tzw. „niedogonów".



Rys. 6. Stosunek masy ziarna do masy pozostałych części pędu nadziemnego u jednakowo rozkrzewionych roślin trzech odmian pszenicy ozimej

1 — masa całego pędu (g); *2* — masa ziarna (g); *3* — masa pozostałych części nadziemnych
1 — pęd główny; 1.1 — pęd I rzędu; 1.1.1 — pęd II rzędu

Fig. 6. Ratio of gram mass to mass of remaning parts of above-ground shoot in similarly tillering plants in 3 varieties of winter wheat

1 — total mass of shoot (g); *2* — mass of grain (g); *3* — mass of remaining above ground parts
1 — main shoot; 1.1. — primary shoot; 1.1.1. — second shoot

Stosunek masy ziarna do masy pozostałych części nadziemnych pędów u porównywanych odmian przedstawiono na ryc. 6. Najkorzystniejszy dla plonu ziarna stosunek masy ziarna do masy części nadziemnych u wszystkich trzech pędów, wykazały rośliny odmiany 'Hesbignon', przy stosunkowo krótszym okresie wegetacyjnym. W porównaniu z odmianą 'Hesbignon' stosunek ten u roślin odmiany 'Dańkowska Biała' był bardzo zbliżony.

Wyższy współczynnik liczbowy stosunku masy ziarna do masy pozo-

stałych części nadziemnych wykazują u wszystkich trzech odmian pędy główne oraz z niewielkim odchyleniem — pędy 1.1 I rzędu. U pędów 1.1.1 z pozostałych rzędów jest on natomiast znacznie niższy.

DYSKUSJA WYNIKÓW I WNIOSKI

Produkcja suchej masy, zarówno całej rośliny, jak i poszczególnych jej pędów, zależy nie tylko od samego procesu asymilacji, ale również od dynamiki procesów wzrostowych. Można je określić na podstawie bezpośrednich pomiarów przyrostu powierzchni asymilującej oraz suchej masy w różnych okresach (doby, fazy wzrostu, okresu wegetacyjnego), z zastosowaniem metody analizy wzrostowej.

W ilościowym rozważaniu intensywności asymilacji netto (E, NAR, A_n) należy uwzględnić stosunek powierzchni asymilacyjnej do całkowitej masy pędów, liści, korzeni i organów pozostałych, które zużywają części asymilatów w procesie oddychania.

Zwiększenie plonowania pszenicy ozimej jest możliwe przez zwiększenie produkcji biomasy roślin (czyli NAR $\times$ LAI) na jednostkę powierzchni pola uprawnego. Bardzo istotnym czynnikiem globalnej produkcji biomasy roślin pszenicy jest ich powierzchnia asymilująca. Powierzchnia asymilacyjna roślin rosnących na 1 m², czyli LAI (zw. indeksem liściowym), powinna być kilkakrotnie większa od powierzchni gleby zajmowanej przez rośliny, aby energia świetlna mogła być wykorzystana w optymalnym stopniu. Tylko nieznaczna część energii świetlnej może być przez rośliny wykorzystana. Wassink (1959) ocenia ją na 1%, a Niczipporowicz (1961) na 0,5-2% PhAR (fotosyntetycznie aktywnego promieniowania).

Wzajemne ocienienie pędów w zwartych zespołach roślin pszenicy ogranicza znacznie natężenie procesów asymilacji.

Zdolność do rozkrzewienia pędów pszenicy jest w znacznej mierze cechą uwarunkowaną genetycznie. To znaczy, że u poszczególnych biotypów pszenic genetycznie uwarunkowana jest granica możliwości formowania większej albo mniejszej liczby pędów rośliny, a tym samym możliwości wytworzenia przez te rośliny asymilującej powierzchni oraz produkcji biomasy. W pewnym przedziale stopnia krzewienia im większy jest rozrost „biologicznie czynnej" powierzchni asymilującej przy sprawnie funkcjonującym systemie korzeniowym rośliny pszenicy, tym większa będzie ogólna ilość nagromadzonej suchej masy.

Przy terminach siewu przypadających między 15-25 września (w warunkach Radzikowa), obserwuje się najlepsze wyrównanie wielkości powierzchni asymilacyjnej poszczególnych pędów na roślinie. Pędy główne i pędy I rzędu roślin wysianych w optymalnym terminie wykazywały

prawie wyrównaną wielkość powierzchni asymilacyjnej. Wiążący się z terminem siewu czynnik długotrwałości faz wzrostu wpływa w zasadniczym stopniu na wydajność pędów kłosonośnych u pszenic.

W tych samych warunkach wzrostu i rozwoju rośliny posiadające większą zdolność krzewienia uwarunkowaną genotypowo i fenotypowo wykazują jednocześnie większą liczbę pędów kłosonośnych. W miarę większego rozkrzewienia się roślin zwiększała się także sucha masa roślin. Współczynnik intensywności asymilacji netto (E, NAR, A_n) wyrażonej w mg/cm² na dobę, a także współczynniki powierzchni asymilacyjnej (F, LAR, I_s) w cm²/mg są dość czułym wskaźnikiem dynamiki zmian w fotosyntetycznej produktywności biomasy. W znacznej mierze wrażliwość biotypów pszenic na zmienne warunki środowiskowe jest dziedzicznie uwarunkowana. Badania na szerszym materiale kolekcyjnym pozwalają wyrazić pogląd, iż biotypy o mniejszej wrażliwości wykazują większą stabilność w asymilacyjnej produkcji biomasy.

Biotypy pszenic o dziedzicznej zdolności do słabszego albo silniejszego rozkrzewienia się mogą wykazać swą większą albo mniejszą produktywność fotosyntetyczną, gdy pozwolą na to warunki środowiskowe, np. takie, jak ilość i proporcje potrzebnych składników suchej masy, wody, temperatury, światła itp., a także rodzaje zabiegów agrotechnicznych (termin siewu, rozstawa i in.). Można powiedzieć, że mamy tu do czynienia niejako z „barierami" biologicznymi fotosyntetycznej produktywności roślin pszenicy. Z jednej strony jest ona uwarunkowana genetycznie, a z drugiej — oddziaływaniem czynników środowiskowych. Byłoby niewątpliwie bardzo interesujące, przebadać w jakim stopniu zdolność do rozkrzewienia się biotypów pszenic jest uwarunkowana dziedzicznie, a w jakim oddziaływaniem warunków środowiskowych na podstawie tzw. współczynnika „odziedziczalności", określającego stosunek zmienności genetycznej do całkowitej zmienności fenotypowej. Będzie to przedmiotem odrębnego opracowania. Zdolność do rozkrzewienia się wywiera u roślin pszenicy także duży wpływ na współczynnik masy ziarna w stosunku do ogólnej biomasy części nadziemnych. W miarę większego rozkrzewienia się roślin pszenicy, pędy boczne dalszych rzędów wykazują coraz mniej korzystny stosunek ciężaru ziarna do ciężaru ogólnej biomasy pozostałych części nadziemnych pędu.

Przedstawione w opracowaniu wyniki badań pozwalają wysunąć następujące wnioski:

1. Biotypy pszenic mogą wykazać dziedzicznie uwarunkowaną różną zdolność krzewienia się roślin, gdy pozwolą na to modyfikujące warunki środowiskowe. Cecha krzewienia się roślin jest u pszenicy ważnym czynnikiem zwiększającym wielkość powierzchni asymilującej oraz produkcję biomasy roślin. Przyrost wielkości powierzchni asymilującej oraz ciężaru

biomasy części nadziemnych poszczególnych formowanych pędów rośliny w okresie wegetacji jest zależny od adaptacyjnej wrażliwości biotypu pszenicy na zmienne warunki siedliskowe, które w głównej mierze warunkują intensywność asymilacji roślin.

2. Pędy główne mają zwykle największy przyrost powierzchni asymilującej i ciężaru biomasy części nadziemnych. Im korzystniejsze są dla roślin czynniki wzrostu i rozwoju tym bardziej dorównują im pędy boczne I rzędu. Natomiast ustępują znacznie, niekiedy 25-50% (zależnie od układu czynników wzrostu i rozwoju) pędy boczne II oraz pozostałych rzędów.

3. W miarę większego rozkrzewienia się roślin pszenicy (w polowych warunkach Radzikowa — większym niż średnio 5 pędów z rośliny) zaobserwowano nieznaczne, ale stopniowe zmniejszenie się wielkości powierzchni asymilującej oraz produktywności biomasy pojedynczych pędów, zwłaszcza dalszych rzędów. Największą produkcję suchej masy wykazują pędy główne (1). Udział procentowy pędu głównego w globalnej produkcji biomasy (w przeliczeniu na całą roślinę) wynosi średnio 20%.

4. Stopień krzewienia się wywiera u roślin pszenicy znaczny wpływ na kształtowanie się współczynnika masy ziarna w stosunku do ogólnej biomasy części nadziemnych. W miarę rozkrzewienia się roślin pszenicy, pędy boczne dalszych rzędów (począwszy od II) wykazują coraz mniej korzystny stosunek masy ziarna do masy pozostałych części nadziemnych pędu. Może to być bardzo trafny wskaźnik przy doborze kierunku hodowli lub ocenie warunków uprawy. Za względnie korzystny należałoby przyjąć stosunek masy ziarna do masy pozostałych części nadziemnych pędu $\geqslant$ 33,5-66,5 a więc współczynnik liczbowy $\geqslant$ 0,50. Pędy kłosonośne, które wykazują niższy od podanego wyżej współczynnika, powinny być zaliczane do tzw. „niedogonów".

L'influence de la faculté de tallage sur le rendement de l'assimilation nette chez les quelques-unes variétés du blé d'hiver

Résumé

L'aptitude au tallage stipule l'accroissement de la surface assimilative et de la matière sèche des plantes de blé d'hiver. Cette dernière expression designe, dans la pratique courante aussi l'abondance des épis produits par plante. Les plantes dont le tallage est élevé ont une plus grande surface assimilative et un plus grand poids de la matière sèche.

La dépendence du rendement net de l'assimilation apparente de l'aptitude de tallage chez le blé d'hiver trois variétés: 'Dańkowska', 'Biała', 'Małgorzatka Udycka' et 'Hesbignon' est démontrée.

L'intensité de l'assimilation est exprimée en unités mg/cm². 24 heures. La productivité de la surface assimilative est exprimée par l'unité cm²/mg.

Le rendement de l'assimilation (nette biomatière) des talles séparées de la plante au moment de la maturité est présenté en chiffres relatifs suivants:

Déterm. de talle	Partici-pation %	Déterm. de talle	Partici-pation %	Déterm. de talle	Partici-pation %	Déterm. de talle	Partici-pation %
1	20,1	1.1	19,6	1.1.1	12,4	1.1.1.1	1,9
		1.2	17,3	1.2.1	9,0		
		1.3	10,8				

Le nombre des talles épiés et leur valeur agricole dépend surtout de la productivité de la photosynthèse apparente des talles végétatives de la plante. Le rendement entier de l'assimilation apparente en conditions favorables de tallage est le plus haut sur la tige principale, plus bas sur les talles de I-er rang et encore plus bas sur les autres talles de la plante.

LITERATURA

Asana R. D., et al., 1955, Studies in physiological analysis of yield. II Futher observations on varietal differences in photosynthesis in the leaf, stem and ear of wheat. Physiol. Plantarum 8: 8-19.

Asana R. D., 1969, Physiol. Plantarum 22: 916-924.

Blackman G. E., 1968, The application on the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. [In:] Eckart Paryż F. E. (ed.) Functioning of Terretrial Ecosystems... 243-259 UNESCO.

Blackman V. H., 1919, The compound interest law and plant growth. Ann. Bot. 33: 353-360.

Boonstra A. E., 1927, Der Einfluss der verschiedenen assimilierte Teile auf den Samenertrag von Weizen. Z. Zücht. Berlin, s. 115-127.

Bosian G., 1964, Assimilations- und Transpirationsbestimmungen an Ratenim Freiland mit klimatisierten Küvetten. Wien-Wiss. 19: 264-271.

Czielcowa L. R., Awielisowa L. W., 1970, O fizjologiczieskoj charakteristike meristiemy ożidanija u pszenicy. Fizj. Rastieni 17(3): 524.

Czarnowski M., 1972, Ekofizjologiczne metody badań produkcji fotosyntetycznej roślin. Biulet. Warzywn. T. XIII, Suplement 99-127.

Drezner W., 1963, Morfogeneza kłosa i tempo wzrostu pszenicy jarej oraz jęczmienia. Roczn. Nauk Roln., 87A(3): 517-543.

Drezner W., 1966, Cecha krzewienia i jej znaczenie w podnoszeniu plenności pszenicy jarej. H.R.A. i Nas. 10(4): 425-452.

Drezner W., 1975, Morfogeneza pędów krzewiącej się pszenicy ozimej oraz dynamika ich wzrostu elongacyjnego. Acta Agrobotanica 28, 1: 5-28.

Evans L. T. and Dunstone R. L., 1970a, Some physiological aspects of evalution in wheat. Austr. J. of Biol. Sci. 23(4): 725.

Evans L. T. and Dunstone R. L., 1970b, The phloem of the wheat stem in relation to requirements for assimilate by the ear. Austr. J. Biol. Sci., 23(4): 743-752.

Gregory F. G., 1917, Third Ann. Rep., Experimental and Research Station, Cheshund 19-28.

Hänsel H., 1965, Physiologie der Ertragsbildung und die Züchtung auf Ertrag bei Getreide. Ztschr. für Pflanzenzüchtung, 54/2: 97-110.

Jonard P. et al., 1952, Evolution de la tige et de l'épi chez la variété de blé Villmorin 27 au cours de la période de reproduction. An. de L'Amelior. de Pl. 31-35.

Kvet J., Necas J. and Ondok J. P., 1971, Metody rustove analizy. Studijni i informace — zakladni vedy v zemedelstvi UVTJ — Praha.

Nicziporowicz A. A., 1961, Fotosinteticzeskaja dejatelnost rastienij w posiewach. Izd. Akad. N. SSSR, Moskwa.

Nicziporowicz A. A., 1972, Osnowy fotosinteticzeskiej produktiwnosti. Moskwa.

Lupton F. G., 1961, Varietal differences in some physiologies characters of wheat. Ann. Appl. Biol. 49: 557-560.

Larcher W., 1963, Die Leistungsfähigkeit der CO_2 — Assimilation höheren Pflanzen unter Laboratoriumsbedingungen und am natürlichen Standort. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Stolzenau T. 10 s. 20-33.

Larcher W., 1968, Die Bedeutung des Faktors "Zeit" für die photosyntetische Stoffproduktion. Ber. Dent. bot. Ges. T. 81.

Pawłow P., 1968, Energence, growth and death of the individual leaves of wheat. Dokl. Ak. S. Ch. 1(3): 193-202.

Rawson H. M., 1971, Tillering patterns in wheat special reference to the shoot at the coleoptile nod. A. J. B. Sci. Plant Physiology 24(5): 829.

Razumow V. I. and Limar R. S., 1971, Rol temperatury w fotoperiodiczeskoj reakcji cvetenija rastienij. Fizj. Rast. 18(5): 925-931.

Ross J., 1969, Mathematical models of photosynthesis in a plant stand IBP/PP Technical Meeting, Trebou 39-50.

Šestak Z., Jarvis P. G. and Catsky J., 1971, Plant Photosynthetic Production — Manual of Methods, Publishers N. V. dr W. Jung, The Hague, 800 pp.

Starck Z., 1971, Niektóre aspekty fizjologii plonowania roślin, P.N.R. 3: 21-32.

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

Strebeyko P., 1967, Rapid method for measuring photosynthetic rate using $^{14}CO_2$, Photosynthetica, 1: 45-49.

Thorne G. N., 1965, Survival of tillers and distribution of dry matter between ear and shoot of barley varieties. Ann. Bot. 29: 317-329.

Wardlow I. F., 1970, The early stages of grain development in wheat: response to light and temperature in a single variety. A.J.B. Sci. 23(4): 765.

Watson D. J., 1947, Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in Net Assimilation Rate and Leaf Area between species and varieties and within and between years. Ann. Bot. N. S. 11: 41-76.

Wassink E. C., 1959, Efficiency of light energy conversion in plant growth. Plant Physiol. 34: 356-361.

Wienhues F., 1961, Frühreife und Ertragsbildung bei Weizen in Abhangigkeit von der entwicklungsphysiologischen Veranlagung und den Klimafaktoren Licht und Temperatur. Zeitschr. für Pflanzenzüchtung 46: 46-66.

Williams R. F., 1946, The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. Ann. Bot. N. S. 10: 41-72.

Wozniesienskij W. L., Zalenskij O. W., Szmichatowa O. A., 1965, Metody issledowanija fotosinteza i dychanija rastienij. Nauka, Moskwa.