Intensywność oddychania pąków kwiatowych jabłoni James Grieve w okresie ich spoczynku i wzrostu

The respiration intensity of the dormant and growing apple flower-buds

J. WIERSZYŁŁOWSKI I T. HOŁUBOWICZ

Odporność roślin sadowniczych na niskie temperatury miesięcy zimowych jest nie tylko właściwością gatunku czy odmiany, lecz wiąże się również z okresem ich spoczynku.

Obszerna praca na ten temat ukazała się w tomie V Rocznika Instytutu Sadownictwa w Skierniewicach. Autorki, Pieniążkowska i Wiśniewska [18], przy użyciu czterech różnych metod laboratoryjnych szukały odpowiedzi na pytanie, które z dziesięciu badanych odmian jabłoni mają najodporniejsze pędy na wielogodzinne działanie temperatury od -30° do -70° C, w jakich miesiącach odporność ta wzrasta, a w jakich maleje? Dla warunków Skierniewic (jesień 1954, wiosna aż do lipca 1955) stwierdziły one, że już od października następowało zwiększenie się odporności na mróz, a w styczniu była ona największa. W lutym następowało przesilenie, czyli obniżenie zimoodporności, szczególnie widoczne u odmian wrażliwych, takich jak: Pomarańczowa Kokska, Królowa Renet i Boskoop. U odmian odpornych jak: Antonówka, Inflancka i Wealthy przesilenie to jest mniej gwałtowne i znacznie opóźnione w czasie. Odmiany te mają dłuższy okres spoczynku.

Powyższe dane w zasadzie pokrywają się z obserwacjami Wierszyłłowskiego, Rusek i Ugolika [24], którzy w latach 1955—56 wykazali, iż najmniejsza zawartość wody i najsłabsze pobieranie tlenu w pąkach wiśni przypada na okres od listopada do stycznia i jest ono połączone z silnym hamowaniem wzrostu koleoptyli owsa przez wyciąg eterowy tych pąków. Od lutego procesy te ulegają odwróceniu.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie bardziej szczegółowych wyników badań nad przebiegiem oddychania pąków kwiatowych jabłoni James Grieve w latach 1956—57, 1958 i 1960—61 o różnych warunkach meteorologicznych (Ryc. 1).

Do badań wykorzystano materiał zebrany przez magistrantów Katedry Sadownictwa WSR w Poznaniu: Z. Wituszyńskiego [26] Z. Goliaka [5] i J. Mazura [15].

PRZEGLĄD LITERATURY

Piśmiennictwo na temat oddychania pąków przeważnie odnosi się do okresu spoczynku i dyferencjacji tych organów. Praca Hořavki, Wiśniewskiej i Godziejewskiej [25], podobnie jak wcześniejsze badania Ro [20]

Ryc. 1. Średnie dekadowe temperatury w latach 1956/7, 1958 i 1960/1

Seasonal temperature variations (decades) in the years 1956/7, 1958 and 1960/1 at Poznań

wykazały, że pąki kwiatowe różnicują się w okresie od lipca do lutego i że nie ma ściśle określonych terminów dyferencjacji nawet w obrębie jednej odmiany, czy też na tym samym drzewie.

Okres różnicowania pąków można podzielić na dwie fazy:

1. wykształcenie poszczególnych elementów, z wyjątkiem komórek rozrodczych, odbywające się w okresie lata, jesieni i zimowego spoczynku drzew.
2. wykształcenie komórek rozrodczych i wzrost elementów kwiatowych przypadające na okres wiosny.

Przy badaniach fizjologicznych ważna jest umiejętność oddzielenia łusek (Ryc. 2) od pozostałych części pąka. Według Wiśniewskiej i Godziejewskiej [25] w okresie dyferencjacji stosunek łusek do całości pąka nie zmienia się.

Najnowsza praca Dennis i Edgertona [4] podkreśla zmniejszający się po okresie dyferencjacji procentowy udział łusek w stosunku do świeżej masy całego pąka kwiatowego u brzoskwiń.

Żaden jednak z wymienionych autorów [4, 9, 25] nie badał bliżej ilości łusek i zmian, jakim one podlegają w miarę rozwijania się pąków. Z trudności przy tego rodzaju badaniach zdawał sobie sprawę Pollock [19], który wyeliminował ze swoich doświadczeń nad oddychaniem pąki kwiatowe o zbyt skomplikowanej budowie, a zajął się tylko pąkami liściowymi u *Acer platan-*

Ryc. 2. Schemat preparowania pąka kwiatowego na łuski okrywające (*b*) i na podstawę wraz ze strefą wzrostu (*a*), w okresie zimy (1) i wzrostu (2) jabłoni
Diagrammatic representation of dissected dormant (1) and growth (2) apple flower-buds. *a* — bud base with growing region, *b* — scales

ides i *Acer saccharinum*. Ta ostatnie odznaczają się dość prostą budową i wyraźnymi różnicami w wyglądzie łusek, pozbawionych gum i żywic. Indywidualne traktowanie stożka wzrostu i każdej z pięciu łusek pozwoliło mu na śledzenie intensywności oddychania od momentu wykształcenia pąka aż do pełnego jego rozwinięcia. Warto przy tym podkreślić, że autor ten usuwał całkowicie rdzeń stanowiący podstawę stożka wzrostu.

Oddzielenie łusek od pozostałych części kwiatu okazało się również bardzo pożyteczne w pracy Dennis i Edgertona [4] podczas określania miejsca, w którym jest zlokalizowany inhibitor przeciwdziałający rozwijaniu się pąków kwiatowych u brzoskwini Elberta.

W badaniach nad oddychaniem pąków duże znaczenie ma aparatura. Pollock [19] posługiwał się specjalnie skonstruowanym do tego celu aparatem pozwalającym na określenie oddychania w bardzo małej ilości materiału. Wierszyłowski i współpr. [24] korzystali z aparatu Warburga mniej przystosowanego do tego rodzaju badań. Obie prace rzuciły jednak pewne światło na przebieg okresu spoczynku u pąków. Według Pollocka [19] spoczynek jest uwarunkowany brakiem bliżej nie określonego czynnika, powodującego rozwój pąka albo obecnością jakiegoś, również bliżej nie określonego inhibitora. Świadczy o tym wysokie RQ jako wynik ograniczonej dyfuzji tlenu do wnętrza pąka. Pogląd powyższy podzielają Hemberg [6] i Vegis [23].

Wierszyłowski i inni [24] wykazali również ograniczone pobieranie tlenu i silne hamowanie wzrostu u pąków wiśni w okresie ich spoczynku.

Hendershott i Walker [8] w r. 1959 wyodrębnili inhibitor pąków brzoskwiń, którym okazała się naringenina, czyli 5,7,5-trihydroksyflawon. Jednakże dalsze prace Dennis i Edgertona [4] z roku 1961 nad zastosowaniem oprysków tym flawonem, w celu przedłużenia okresu spoczynku pąków, nie dały widocznych wyników, być może wskutek różnych warunków klimatycznych, w jakich rosły drzewa. Zdołali przy tym wykazać, że inhibitor jest zlokalizowany w łuskach, które przy jego pomocy kontrolują rozwijanie się pąków brzoskwiniowych.

Ostatnie prace Jonesa [12] oraz Jonesa i współpr. [13] zwracają uwagę na połączenie cyjanowodorowe typu glukozydów, jak np. amygdalina, które rozpadając się dają wolny HCN. Cyjanowodor nawet w małych ilościach może być czynnikiem regulującym okres spoczynku. Hipoteza ta wymaga dalszego rozpracowania.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania były przeprowadzone, we wszystkich latach, na pączkach kwiatowych 12-letniej jabłoni James Grieve, uszlachetnionej na wegetatywnej podkładce EM-II, rosnącej w sadzie WSR w Poznaniu — Marcelinie.

Pąki przeznaczone do pomiarów oddychania ścinano wprost z gałązek w następujących terminach:

r. 1956—7:	od 22.VIII.56	do 2.V.57	co 2 tygodnie
r. 1958:	od 22.II.58	do 22.V.58	co 2—3 tygodni
	od 20.VIII.58	do 21.X.58	co 2—3 tygodni
r. 1960—1	od 8.XI.60	do 22.IV.61	co 2 tygodnie

Ścięte z gałązek pąki przenoszono bezpośrednio do pracowni i natychmiast umieszczano w naczyniach reakcyjnych aparatu Warburga o wyregulowanej temperaturze pomiarów. Liczba pąków w naczyniu była różna, zależna od terminu pobierania próbek, objętości i ciężaru pąka. W roku 1956—57 pomiary rozpoczęto od naczynia, w którym znajdowało się 25 pąków, a skończono na pomiarach połowy pąka. W latach 1958 i 1960—61 jesienią i zimą do naczyniek wkładano po 7 pąków, a w okresie kwitnienia, podobnie jak w roku 1957 mieściło się w jednym naczyniu zaledwie 1/2 pąka.

We wszystkich tych wypadkach kierowano się zasadą, aby objętość pąka nie przekraczała 0,7—0,8—1,0 ml, ponieważ na taką objętość były skalibrowane stałe naczyniek reakcyjnych. W latach 1958 i 1960—61 dokonano dodatkowo pomiarów oddychania części pąka, który preparowano dzieląc go na podstawie stożka wzrostu wraz z zaczątkiem kwiatostanu oraz na łuski okrywające. Sposób preparowania jest przedstawiony schematycznie na Ryc. 2, a wzajemny stosunek łusek okrywających do pozostałych części pąka na Ryc. 3. Temperatura pomiarów była różna. W r. 1956—57 mierzono oddychanie tylko przy temperaturze 15 °C, podczas gdy w latach 1958 i 1960—61 obok pochłaniania tlenu badano wydzielanie CO₂ i obliczano RQ przy temperaturach 5° i 15° (18°) C.

Technika pomiarów przebiegała według metodyki podanej w podręczniku Umbreita, Burrisa i Stauffera [22]. Każdy pomiar wykonywany w 4 powtórzeniach trwał 2 godziny. Odczyty przeprowadzano co pół godziny. Aparat pracował z szybkością 90 obrotów na minutę.

Ryc. 3. Stosunek wagowy (%) łusek (c) i środkowej części pąka (b) do całego pąka (a = 100)

Seasonal variations in the fresh weight of the scales (c) and bud base with growing point (b) as percentage of intact bud (a) fresh weight (100%)

Otrzymane wyniki przeliczano na 1 gram suchej masy i na 1 pąk. Przy obliczeniach statystycznych posługiwano się podwójną analizą zmienności przy $\alpha = 0,05$.

Przebieg warunków meteorologicznych

(Ryc. 1)

W początkowym okresie zawiązywania się pąków, przypadającym na koniec lata i początkowe miesiące jesieni, temperatura powietrza tak w roku 1956, jak i w latach 1958 i 1960 na ogół nie odbiegała od średnich wieloletnich dla poszczególnych miesięcy. Nieco cieplejszy był tylko sierpień 1958 r. oraz listopad 1956 r. Większe różnice zaobserwowano natomiast podczas miesięcy zimowych. Zima w r. 1956/57 miała na ogół łagodny przebieg. W roku 1958 mrozy wystąpiły dopiero w styczniu. Początkowe 20 dni lutego były dość ciepłe, jednakże w trzeciej dekadzie nastąpiła powrotna fala mrozów, która utrzymywała się aż do pierwszych dni kwietnia. Temperatura kwietnia była znacznie niższa od średnich wieloletnich, rezultatem czego wegetacja była opóźniona o 20 dni w stosunku do r. 1957. Zima roku 1960/61 była wyjątkowo łagodna, silniejsze mrozy przeszły dopiero w drugiej i trzeciej dekadzie stycznia. Cały luty był wyjątkowo ciepły. Ocieplenie to rozciągnęło się również na marzec i kwiecień,

co nie pozostało bez wpływu na vegetację, która rozpoczęła się w tym roku o miesiąc wcześniej niż w roku 1958.

Ogólnie można powiedzieć, że lata 1956/7 i 1960/61 były bardzo podobne do siebie. Odbiegał od nich rok 1958, odznaczający się wyjątkowo długą zimą. Wykres dekadowy temperatury wykazuje ponadto pewne skoki temperatury, które mogły wpłynąć na wahania w pochłanianiu tlenu (tab. 3). Wahania te uwiadcniają się w roku 1956/57 nawet podczas dekad, w trakcie których dokonywano pomiarów, a w roku 1958 zaznaczają się w postaci znacznie mniejszych ilości pochłoniętego O_2 podczas wiosennych miesięcy.

WYNIKI BADAŃ

Sucha masa pąków

Jak wynika z Ryc. 4 pąki kwiatowe jabłoni odmiany James Grieve posiadały najwyższą suchą masę w grudniu i pierwszej połowie stycznia. W lutym i marcu

Ryc. 4. Zawartość suchej masy (%) w pąkach kwiatowych jabłoni James Grieve w latach 1956/7, 1958, 1960/1

Seasonal dry-matter content (%) in the intact apple flower-buds in the years 1956/7, 1958, 1960/1

zaznacza się wyraźne i statystycznie udowodnione obniżenie zawartości suchej masy. W okresie kwitnienia sucha masa wynosi zaledwie od 16,38 do 18,88 % całości pąków.

Pochłanianie tlenu

(Tabela 1)

W roku 1956/57 najslabsze pochłanianie O_2 przypada na miesiąc grudzień. W styczniu jest ono nieco większe, choć nie wykazuje istotnych różnic w porównaniu do poprzedniego miesiąca. Gwałtowniejsze oddychanie zaczyna się dopiero w drugiej połowie lutego i dalej szybko wzrasta, by w momencie kwitnienia osiągnąć wartość 12-krotnie wyższą aniżeli w grudniu. Analiza statystyczna udowodniła istotność różnic dla poszczególnych miesięcy w okresie

luty—maj, nie ma natomiast różnic w okresie sierpień—styczeń. Można by więc przypuszczać, iż głęboki spoczynek pąków rozpoczął się w tym roku już w sierpniu i trwał aż do stycznia.

Tabela 1

Ilość pobranego O_2 (w mm^3 2 godz, na 1 g s.m.) przez pąki kwiatowe jabłoni James Grieve w temperaturze $15^\circ C$.

O_2 — uptake ($mm^3/g/2hrs$) of the flower-buds of the apple-tree James Grieve

Rok	1956/57		1958		1960/61	
Miesiąc pomiarów Month	Dzień Day	mm^3 O_2	temp. $18^\circ C$		Dzień Day	mm^3 O_2
			Dzień Day	mm^3 O_2		
VIII	22	703	20	826		
IX	8	823	3	879		
	22	657	23	997		
X	8	836	7	879		
	22	694	21	944		
XI	8	783			8	1093
	22	640			22	1033
XII	8	590			8	1004
	22	397			22	948
I	8	1072			8	779
	22	793			22	744
II	8	1074			8	1529
	22	2343	22	636	22	1845
III	8	917	8	969	8	2302
	22	3021	22	1039	22	4245
IV	8	4864	3	1409	8	4829
	22	6259	17	2038	22	5092
V	8	5646	2	4887	8	—
	22	—	22	5128	22	—
α 0,05		735,6		355,3		111,1

Tabela 2

Ilość wydzielonego CO₂ i pobranego O₂ (w mm³, 2 godz w temp. pokojowej na 1 g s.m. i 1 pąk) oraz współczynnik oddechowy RQ pąków kwiatowych jabłoni James Grieve za lata 1958 i 1960/61.

O₂ — uptake and CO₂ — production (mm³/g/2hrs) and RQ of the flowerbuds of the apple-tree James Grieve. 1958, 1960/61

Mie- siąc pomia- rów month	Rok 1958						Rok 1958/61					
	Dzień Day	1		2		3	Dzień Day	4		5		6
		O ₂		CO ₂		RQ		O ₂		CO ₂		RQ
		na 1 g s. m. per g of dr. m	na 1 pąk per bud	na 1 g s. m. per g of dr. m	na 1 pąk per bud	na 1 g s. m. per g of dr. m		na 1 g s. m. per g of dr. m	na 1 pąk per bud	na 1 g s. m. per g of dr. m	na 1 pąk per bud	na 1 g s. m. per g of dr. m
VIII	20	826	15,8	930	17,8	1,124						
IX	3	879	18,9	975	21,7	1,109						
	23	997	22,4	1088	24,3	1,091						
X	7	879	21,7	936	23,1	1,066						
	21	944	23,0	1053	25,8	1,115						
XI							8	1093	37,2	1229	41,2	1,124
							22	1033	37,9	1156	42,4	1,119
XII							8	1004	35,9	1086	38,9	1,081
							22	948	31,8	996	33,8	1,052
I							8	779	29,3	798	30,5	1,025
							22	744	28,7	753	29,1	1,012
II							8	1592	57,1	1370	50,2	0,861
	22	639	25,8	644	26,0	1,007	22	1845	72,3	1463	57,3	0,793
III	8	969	45,6	929	44,3	0,960	8	2302	112,4	2044	99,9	0,888
	22	1039	44,5	840	36,0	0,808	22	4245	361,0	4124	351,0	0,970
IV	3	1409	59,7	1270	54,1	0,901	8	4829	685,0	4793	673,0	0,982
	17	2038	105,1	2030	104,7	0,996	22	5092	281,0	4997	275,0	0,980
V	2	4887	448,0	4792	432,0	0,970						
	22	5128	188,0	4695	172,0	0,913						
α 0,05		355,3						111,1				

Inaczej przebiegało pochłanianie O_2 w roku 1958. Najślabsze oddychanie miało miejsce w miesiącu lutym, spoczynek drzew był w tym roku znacznie dłuższy i trwał do drugiej połowy marca. Istotne różnice w pochłanianiu tlenu udowodniono dla miesięcy kwietnia i maja, tak w stosunku do siebie, jak i do poprzednich miesięcy. Wniosek ten znajduje potwierdzenie w przebiegu warunków meteorologicznych. Kwitnienie drzew w roku 1958 było opóźnione o 20 dni w stosunku do roku 1957. Choć letnie i jesienne pomiary respiracji odbywały się w r. 1958 na nowo uformowanych pąkach, to jednak i w tym wypadku ograniczone pochłanianie O_2 przebiegało prawie analogicznie jak latem i jesienią 1956 r.

W roku 1960/61 najślabsze oddychanie przypada na miesiąc styczeń, w lutym szybko ono wzrasta, osiągając swe maksimum w kwietniu. Zaznacza się wyraźne i gwałtowne przyspieszenie wegetacji o niecały miesiąc w stosunku do roku 1958, a o 10 dni w stosunku do roku 1957. Większość różnic w oddychaniu między poszczególnymi miesiącami (z wyjątkiem listopada i grudnia) jest statystycznie udowodniona. Porównanie wyników z dwóch lat: 1956/57 i 1960/61 — podobnych do siebie pod względem przebiegu warunków meteorologicznych (Ryc. 1) — wskazuje na pewną prawidłowość procesu, jakim jest pochłanianie tlenu przez pąki kwiatowe jabłoni James Grieve w warunkach Poznania. Oddychanie to jest najślabsze w okresie lata i jesieni aż do stycznia. W lutym następuje przejście z okresu spoczynku bezwzględного (rest) do spoczynku wymuszonego (dormancy), jak to miało miejsce w pierwszej połowie marca 1958.

Wydzielanie CO_2

(Tabela 2, poz. 2, 5)

Pomiary wykonane w ciągu dwóch lat wykazują, że tak w roku 1958, jak i w roku 1960/61 najmniejsze wydzielanie CO_2 przypada na miesiące styczeń i luty, a najwyższe na miesiące wiosenne. Jednakże jesienią i zimą liczby charakteryzujące wydzielanie się CO_2 są wyższe od analogicznych cyfr dla pochłaniania O_2 tak w przeliczeniu na 1 gram suchej masy, jak i na 1 pąk (tab. 2, poz. 1, 2, 4, 5).

Współczynnik oddychania — RQ

(Tabela 2, 6, ryc. 5)

Współczynnik oddychania w roku 1958 posiadał najwyższe wartości dla miesięcy sierpień—październik. Wiosną tego samego roku jego wartość była niższa, przy czym minimum przypadało na drugą połowę marca, następnie znowu wzrosło, opadając nieco w momencie kwitnienia. Rok 1960/61 całkowicie potwierdza dane z roku 1958. W roku tym zaznaczyła się wyraźna przewaga wydzielonego CO_2 nad pochłoniętym tlenem w miesiącach listopadzie i grudniu. RQ dla miesiąca stycznia 1961 r. ma wartość bardzo zbliżoną do RQ

Ryc. 5. Wartość współczynnika oddychania (RQ) w pąkach kwiatowych jabłoni James Grieve przy temperaturze 18 °C w latach 1958 i 1960/1

RQ-rates at 18 °C of the intact apple flower-buds in the years 1958 and 1960/1

z drugiej połowy lutego 1958 roku, co z uwagi na opóźnioną wiosnę roku 1958 świadczy o podobnym przebiegu procesu oddychania pąków na tle warunków meteorologicznych miasta Poznania.

Oddychanie pąków w temperaturze 5° i 15° (18°) C

(Tabela 3 i 4)

Przedstawione powyżej dane odnosiły się do pomiarów oddychania dokonywanych w temperaturze 15 i 18 °C. Mimo stałej temperatury pomiarów pąki oddychały różnie, zależnie od przebiegu warunków meteorologicznych i zaawan-

Ryc. 6. Wartość współczynnika oddychania (RQ) pąków kwiatowych jabłoni James Grieve w temp. 5 i 15°C w roku 1961

RQ-rates at 5 and 15 °C of the intact apple flower-buds in three different dates of the year 1961

sowania wegetacji na drzewach w sadzie (Ryc. 1). Pomiary oddychania w temperaturze 5 °C dają pewien obraz zachowania się pąków w okresie wiosennych chłódów, temperatura 15 °C jest natomiast typowa dla miesięcy kwietnia i maja.

Dane zebrane w tabelach 3 i 4 wykazują, że temperatura bardzo silnie reguluje intensywność oddychania. W r. 1958 oddychanie w przeliczeniu na 1 pączek w okresie letnio-jesiennym przy temperaturze 5° waha się w granicach od 5,5 mm³ do 11,2 mm³ pochłoniętego O₂. Najmniej tlenu pochłonięły pąki 22 lutego, a najwięcej 2 maja (148,0 mm³ na 1 pąk w ciągu 2 godzin), czyli intensywność oddychania przy temperaturze 5 °C wzrasta 18-krotnie (tab. 3), a zawartość suchej masy obniża się mniej więcej dwukrotnie (Ryc. 4). W temperaturze 18 °C krzywa pochłaniania O₂ ma charakter bardziej stromy, różnice pomiędzy poszczególnymi terminami są bardziej istotne. Ilość pochłoniętego tlenu w przeliczeniu na 1 pąk wynosi od 25,8 mm³ do 448 mm³, a więc wzrasta 17-krotnie, czyli podobnie jak w temperaturze 5 °C. Współczynnik oddychania jest zawsze wyższy w temperaturze 15 °C niż w temperaturze 5 °C (Ryc. 6).

Na podstawie krzywej RQ w obu temperaturach możemy powiedzieć, że temperatura 5 °C obniża wartość RQ w porównaniu do temperatury 15 °C.

Tabela 3

Ilość pobranego O₂ i wydzielonego CO₂ (w mm³, 2 godz, na 1 g s.m. i 1 pąk) przez pąki kwiatowe jabłoni odmiany James Grieve w temp. 5 ° i 15 °C w roku 1958.

O₂ — uptake and CO₂ — production (mm³/g/2hrs) at 5 ° and 15 °C of the flower-buds of the apple-tree James Grieve. 1958

Data pomiaru Date	Temp. 5 °C					Temp. 18 °C				
	Ilość pobranego O ₂ O ₂ — uptake		Ilość wydzielonego CO ₂ CO ₂ — production		RQ	Ilość pobranego O ₂ O ₂ — uptake		Ilość wydzielonego CO ₂ CO ₂ — production		RQ
	na 1 pąk per bud	na 1 g s.m. per g of dr. m.	na 1 pąk per bud	na 1 g s. m per g of dr. m.	na 1 g s.m. per g of dr. m.	na 1 pąk per bud	na 1 g s. m. per g of dr. m.	na 1 pąk per bud	na 1 g s.m. per g of dr. m.	na 1 g s.m. per g of dr. m.
22. II.	8,2	202	7,1	175	0,866	25,8	639	26,0	644	1,007
8. III.	13,3	268	9,2	190	0,712	45,6	969	44,3	929	0,960
22. III.	24,4	575	17,2	408	0,709	44,5	1039	36,0	840	0,808
3. IV.	25,4	596	21,0	488	0,817	59,7	1409	54,1	1270	0,901
17. IV						105,1	2038	104,7	2030	0,996
2. V.	148,0	1620	126,0	1388	0,856	448,0	4887	432,0	4792	0,970
22. V.	49,5	1232	43,5	1064	0,863	188,0	5128	172,0	4695	0,913
20. VIII.	5,5	336	5,1	309	0,922	15,8	826	17,8	930	1,124
3. IX.	10,5	487	9,6	439	0,901	18,9	879	21,7	975	1,109
23. IX.	8,0	359	7,0	314	0,874	22,4	997	24,3	1088	1,091
7. X.	7,6	308	8,0	323	1,048	21,7	879	23,1	936	1,066
21. X.	11,2	462	7,3	438	0,948	23,0	944	25,8	1053	1,115
α 0,05	180,8					355,3				

Tabela 4

Ilość pobranego O_2 i wydzielonego CO_2 (w $mm^3/2$ godz) przez 1 pąk kwiatowy jabłoni James Grieve w temp. 5° i $15^\circ C$ w roku 1961

O_2 —uptake and CO_2 —production ($mm^3/g/2hrs$) per bud of the appletree James-Grieve for the year 1961

Data pomiaru Date	Temp. w $^\circ C$	Ilość pobra- nego O_2 O_2 —uptake	Ilość wydziel- nego CO_2 CO_2 —production	RQ
22.I.	5	12,14	10,96	0,903
	15	28,17	21,90	1,012
8.II	5	23,79	16,93	0,712
	15	57,10	50,20	0,861
22.II.	5	30,13	19,72	0,654
	15	72,30	57,30	0,793

Tabela 5

Ilość pobranego O_2 (w $m^3/2$ godz/1 g s. m.) przez pąki kwiatowe jabłoni James Grieve i ich części w temp. $5^\circ C$ w roku 1958

O_2 —uptake ($mm^3/g/2hrs$) at $5^\circ C$ of the flower-buds and its parts of the apple-tree James Grieve 1958

Data pomia- ru Date	Badany materiał Investigated material	Ilość pobranego O_2 O_2 —uptake		Zawart. (%) wody Water (%%)	% św. m. całości pąka % fr. m. of the whole bud
		mm^3	%		
19.III	cały pąk intact bud	406	100	58,05	100
	obrazy z łusek bud without scales	729	179	64,20	23
	same łuski scales	306	75	46,58	77
10.IV.	cały pąk intact bud	904	100	60,54	100
	obrazy z łusek bud without scales	1590	175	68,59	45
	same łuski scales	650	71	49,51	55

Wydaje się, że obniżenie temperatury stwarza lepsze warunki dla oddychania tlenowego wewnątrz pąka.

Dane zawarte w tabeli 4 wykazują, że wyniki uzyskane dla roku 1960/61, choć dotyczą znacznie krótszego okresu, potwierdzają rezultaty uzyskane dla roku 1958.

Oddychanie części pąka

(Tabela 5, 6)

Z badań Wiśniewskiej i Godziejewskiej [25] wynika, że pąki kwiatowe Antonówki od sierpnia do końca stycznia powiększały swą objętość nieznacznie, ponieważ zmiany dotyczyły tylko primordii kwiatowych w kwiatostanie. Można więc przyjąć za autorkami [25], że w okresie spoczynku zimowego większość pąka stanowią łuski.

Tabela 6

Ilość pobranego O_2 (w $mm^3/2$ godz) przez 1 pąk kwiatowy jabłoni James Grieve i jego części w temp. $15^\circ C$ w roku 1961

O_2 —uptak ($mm^3/g/2$ hrs) at $15^\circ C$ per flower-bud of the apple-tree James Grieve. — 1961

Data pomiaru Date	Badany materiał Investigated material	Ilość pobranego O_2 O_2 — uptake		Zawart. (%) wody Water (%)	% św. m. całości pąka % fr. m. of the whole bud
		mm^3	%		
25.II.	cały pąk intect bud	73,8	100	58,8	100
	obrane z łusek bud without scales	292,3	396	66,9	23
	same łuski scales	108,1	147	52,3	77
10. III.	cały pąk intect bud	118,9	100	63,1	100
	obrane z łusek bud without scales	363,1	305	72,1	28
	same łuski scales	137,0	115	54,3	72
22. III.	cały pąk intect bud	363,8	100	71,6	100
	obrane z łusek bud without scales	587,4	162	78,1	63
	same łuski scales	223,4	62	58,1	37

W roku 1958 pąki preparowano 19 marca, a roku 1961 o 4 tygodnie wcześniej — 25 lutego (tab. 5, 6). Sposób rozdzielania pąka na jego części składowe jest przedstawiony na Ryc. 2.

W roku 1958 pomiary oddychania pąka i jego części odbywały się w temperaturze 5 °C, w roku 1961 w temperaturze 15 °C. Tak w temperaturze 5°, jak i 15 °C, pąki pozbawione łusek oddychały znacznie intensywniej aniżeli całe pąki. W temperaturze 5°C ilość pochłoniętego tlenu przez obrany pąk była o 60 do 80 % wyższa niż u pąka nie preparowanego (tab. 5). W temperaturze 15 °C była ona 25 lutego 1961 r. 4-krotnie, 10 marca 3-krotnie, a 22 marca tylko 1½-krotnie wyższa (tab. 6).

Można by więc przypuszczać, że po pierwsze: łuski hamują dostęp tlenu do środkowej części pąka, po drugie: podstawa pąka wraz z kwiatostanem w okresie spoczynku zdolna jest do oddychania przy ograniczonym dostępie tlenu.

Hamowanie pobierania O₂ ustępuje w miarę otwierania się łusek, co jest połączone ze wzrastającą zawartością wody w środkowej części pąka (tab. 5, 6). Zmieniają się stosunki wagowe u części pąka: 25 lutego 1961 łuski stanowiły 77 % ciężaru całego pąka, 22 marca tylko 37 %. W tym samym czasie proporcjonalnie wzrasta ciężar podstawy pąka (rdzenia) wraz z kwiatostanem (tab. 5, 6).

DYSKUSJA I WNIOSKI

Otrzymane w naszych doświadczeniach wyniki można porównać z pracami innych autorów. Z badań T h o m a [21] wynika, że oddychanie rozwijających się pąków grusz jest przeszło 5-krotnie intensywniejsze aniżeli pąków śpiących. W poprzednio opublikowanej pracy [24], śpiące pąki wiśni odmiany Łutówka oddychały nawet 8—9-krotnie słabiej aniżeli pąki już rozwinięte.

Obecne badania (tab. 1) wykazują, że rozwijające się pąki jabłoni James Grieve podczas trzech lat pobierały z reguły średnio 4—6-krotnie więcej tlenu aniżeli te same pąki w stanie uśpienia.

Intensywność oddychania zależała w dużym stopniu od temperatury. W roku 1958 wskutek przedłużania się okresu zimna obniżone pochłanianie O₂ obserwowano jeszcze w miesiącach marcu i kwietniu, podczas gdy w latach 1957 i 1961, odznaczających się cieplejszą wiosną, pąki kwiatowe tej samej jabłoni w identycznych miesiącach oddychały dwa razy intensywniej (tab. 1).

Ogólnie można za K o z ł o w s k i m i G e n t i l e [14] powiedzieć, że oddychanie pąków gwałtownie wzrasta wiosną po zakończeniu okresu spoczynku. W warunkach Poznania moment ten występuje w drugiej połowie stycznia i na początku lutego.

Okres uśpienia pąków odznacza się współczynnikiem respiracji większym od 1. P o l l o c k [19] uważa, że wysoki współczynnik oddychania jest wynikiem ograniczenia dyfuzji tlenu do wewnętrznych części pąka. Dalsze jego badania wykazały jednak, iż przy niskich temperaturach panujących podczas zimy podwyższanie zawartości tlenu w atmosferze powyższej 20 % nie wpływa na

intensywność oddychania obranego z łusek pąka *Acer saccharinum*. Poważna rola przypada tutaj łuskom. Z badań Pollocka [19], Kozłowskiego i Gentile [14] oraz z naszych (tab. 5, 6) wynika, że łuski ograniczają dostęp tlenu do wewnętrznych części pąka. Oddychanie całych pąków u *Acer saccharinum* [19] było o 50 % słabsze aniżeli u pąków pozbawionych łusek; u jabłoni James Grieve (tab. 5, 6) w zależności od terminu było ono od czterodo półtorakrotnie słabsze. Intensywność oddychania rozwijających się pąków wzrasta równocześnie z rozchylaniem się łusek i zwiększonym dostępem tlenu (tab. 1, 5, 6). Na intensywność tę wpływa również podwyższająca się wiosną temperatura otoczenia; pochłanianie tlenu jest wówczas gwałtowniejsze. Wpływ temperatury jest zgodny z prawem Vant Hoffa. Q_{10} przy wzroście temperatury o 10 °C wynosi 2,3 (tab. 5).

Omawiając rolę łusek należałoby zwrócić uwagę na procentowy ich udział w całości pąka. W okresie spoczynku stanowią one 80 %, podczas gdy u rozwijającego się pąka zaledwie 20 % [2]. Interesujący jest również skład chemiczny łusek okrywających. Badania Babilasa [1] wykonane w tutejszej Katedrze wykazały, że w grudniu 1958 roku łuski zawierały 10,4 % tłuszczu surowego, podczas gdy wewnętrzne części pąka tylko 5,2 %. Dalsze badania Bębna [2] stwierdziły, że łuski w okresie spoczynku pąka zawierają od 11,5 do 14,1 % cukrów ogólnych i 10—11,3 % cukrów redukujących i około 1,3 % azotu ogólnego. W tym samym czasie wewnętrzne części pąka zawierały od 7,0 do 8,2 % cukrów ogólnych, 5,2—5,6 % cukrów redukujących i około 2,5 % azotu ogólnego. W miarę zaawansowania wegetacji jabłoni James Grieve zwiększała się zawartość cukrów ogólnych i cukrów redukujących oraz azotu ogólnego wewnątrz pąka na niekorzyść łusek.

Duży wpływ na spoczynek i rozwój pąka według Thimanna [24] mają regulatory wzrostu. Prace Hemberga [6], Hendershotta i Bailey'a [7] oraz nasze nad wiśniami [24] zwróciły uwagę na rolę inhibitorów hamujących wzrost koleoptile owsa. Znane są uśiłowania nad wytłumaczeniem okresu spoczynku u pąków wzajemnym stosunkiem auksyn do inhibitorów (Nevius i Hemphill [17], Hendershott i Walker [8]). Ostatnie prace doprowadziły nawet do wyizolowania inhibitora naringeniny z pąków brzoskwiń [8], dużą rolę przypisuje się również połączeniom cyjanowodorowym [13]. Jednakże zastosowanie tych substancji w opryskach na „śpiący pąk” nie przedłużało okresu spoczynku. Dlatego bardzo ważne wydają się być badania Dennisa i Edgertona [4] nad zlokalizowaniem inhibitora w pąkach brzoskwini. Zdołali oni wykazać, że inhibitor ten o R_f w granicach od 0,75 do 1,0 znajduje się w łuskach i dlatego jego poziom zmniejsza się w miarę zwiększania się świeżej masy pąka podczas wiosny. To ponowne zwrócenie uwagi na rolę łusek okrywających wydaje się pokrywać z dawnymi zabiegami Johansena [11], Jesenki [10] i Molischa [16], którzy poprzez naruszenie struktury części okrywających zdołali zwiększyć dyfuzję tlenu do wewnątrz pąka.

Jednakże ostatnie prace Chwojki i innych z roku 1961 [3] polegające na wstrzykiwaniu kinetyn do śpiących pąków jabłoni i spowodowanie ich przedwczesnego wybijania, stanowią ważne potwierdzenie roli substancji wzrostowych, jaką one odgrywają w okresie spoczynku i wegetacji pąków roślin drzewiastych.

STRESZCZENIE

W latach 1956/57, 1958 i 1960/61 przeprowadzono w Katedrze Sadownictwa WSR w Poznaniu badania nad intensywnością oddychania pąków kwiatowych 12-letniej jabłoni James Grieve.

Uzyskano następujące wyniki:

1. Intensywność oddychania w okresie spoczynku pąków jest 4—6-krotnie mniejsza aniżeli w okresie wegetacji.
2. Na przebieg procesu oddychania mają duży wpływ łuski okrywające. Pąki pozbawione łusek oddychają intensywniej aniżeli łącznie z łuskami.
3. Współczynnik respiracji w okresie spoczynku pąków jest większy od 1.
4. Na przebieg procesu oddychania duży wpływ ma temperatura. Q_{10} jest zgodne z prawem *van't Hoffa* i dla pąków jabłoni wynosi 2,3.
5. Ważne dla praktyki jest określenie zakończenia spoczynku drzew, który w warunkach Poznania występuje w końcu stycznia i na początku lutego. Wniosek ten opieramy na gwałtownym wzroście intensywności oddychania po tym okresie.

*Katedra Sadownictwa WSR
w Poznaniu*

(Wpłynęło dn. 5. 6. 1962 r.)

SUMMARY

O_2 —uptake and CO_2 —production of the dormant and growing apple flower-buds.

During the years 1956/7, 1958 and 1960/1 it was investigated by Warburg-apparatus the respiration-intensity of apple flower-buds of twelve years old trees James Grieve variety, grown on vegetative rootstock EM-II.

The results were as follow:

1. The respiration rate of grown apple flower-buds is 4-6 times that of dormant buds (Tables 1, 2).
2. Bud scales hinder the entrance of oxygen. The respiration of an intact apple flower-bud is only about half (at 5 °C) or fourth (at 15 °C) as great as that of a bud from which the scales have been removed (Tables 5, 6).
3. During the bud dormancy the respiration-quotient is higher as 1 (Fig. 5)
4. The rate of respiration of apple flower-buds increased rapidly at the time of bud break in the end of winter (Tables 1, 2).
5. The temperature influenced on the respiratory intensity.
 Q_{10} for apple flower-bud was 2,3 (Table 4 Fig. 6).

LITERATURA

1. Babilas W., 1959, Próba oznaczania zawartości tłuszczu surowego w pąkach kwiatowych jabłoni, Praca magisterska wykonana w Kat. Sadownictwa WSR Poznań.
2. Bęben W., 1961, Zmiany w zawartości form azotu i cukrów w pąkach kwiatowych jabłoni James Grieve w okresie od listopada do momentu kwitnienia, Praca magisterska wykonana w Kat. Sadown. WSR Poznań.
3. Chvojka L., Veres K., Kazel J., 1961, The effects of kinins on the growth of apple — tree buds and on incorporation of radioactive phosphate, *Biologia Plantarum* (Praha) 3 (2) : 140—147.
4. Dennis F. G., Edgerton L. J., 1961, The relationship between an inhibitor and rest in peach flower buds, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 77 : 107—116.
5. Goliński Z., 1959, Przyczynek do badań nad współczynnikiem oddechowym pąków kwiatowych jabłoni, Praca magisterska wykonana w Kat. Sadown. WSR Poznań.
6. Hemberg T., 1949, Growth inhibiting substances in terminal buds of *Fraxinus*, *Physiol. Plant.* 2 : 37—44.
7. Hendershott C. H., Bailey L. F., 1955, Growth inhibiting substances in extracts of dormant flower buds of peach, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 65 : 85—92.
8. Hendershott C. H., Walker, B. R., 1959, Identification of a growth inhibitor from extracts of dormant peach flower buds, *Science* 130 : 798—800.
9. Hořavka B., 1961, Microphotography of phases in the development of apple flower buds, *Biologia Plantarum* (Praha) 3 (2) : 137—139.
10. Jesenko F., 1911, Einige neue Verfahren die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen, *Ber. Dtsch. Bot. Gaz.* : 29.
11. Johansen W., 1906, Das Äther Verfahren beim Frühtrieben, Jena.
12. Jones M. B., 1961, Seasonal trend of cyanide in peach leaves and flower buds and its possible relationship to the rest period, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 77 : 117—120.
13. Jones M. B., Fleming I. W., Bailey L. F., 1957, Cyanide as a growth inhibiting substance in extracts of peach leaves bark and flower buds, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 69 : 152—157.
14. Kozłowski T. T., Gentile A. C., 1958, Water relations and growth of trees, *Jour. Forestry* 56 : 498—502.
15. Mazur J., 1961, Intensywność oddychania całych i preparowanych na części pąków kwiatowych jabłoni odmiany James Grieve w okresie od listopada do kwietnia, Praca magisterska wykonana w Kat. Sadown. WSR Poznań.
16. Molisch H., 1908, Über ein einfaches Verfahren Pflanzen zu treiben (Wärmbadmethode), *Sitz. Akad. Wiss. Math. Natur.*
17. Nevius R. B., Hemphill, D. D., 1956, Auxins in the flower buds of the peach, *Plant Physiol.* 31, Suppl. XXIII.
18. Pieniżkowska J., Wiśniewska J., 1961, Przydatność metod laboratoryjnych do określenia wytrzymałości na mróz i głębokość spoczynku zimowego drzew owocowych, *Prace Inst. Sad.* 5 : 101—124.
19. Pollock B. M., 1953, The respiration of *Acer* buds in relation to the inception and termination of the winter rest, *Physiol. Plant.* 6 : 47—64.
20. RO L. M., 1929, Zakładka cwiętoznych poczek i ich razwitię u płodowych dierewiej, Mlejew.
21. Thom L. A., 1951, A study of the respiration of hardy pear buds in relation to rest period, Ph. D. dissertation Univ. of California, Berkeley.
22. Umbreit W. W., Burris R. H., Stauffer I. F., 1945, *Manometric techniques and related methods for the study of tissue metabolism*, Burgess.

23. Vegis A., 1956, Formation of the resting condition in plants, *Experientia* 12 : 94—99.
24. Wierszyłowski J., Rusek Z., Ugołik M., 1960, Zawartość wody, intensywność oddychania i hamowania wzrostu w pąkach kwiatowych wiśni a ich okres spoczynku, *Roczn. Nauk. Roln.*, T. 80-A, 723—739.
25. Wiśniewska J., Godziejewska J., 1959, Wpływ chemicznego przerzedzania kwiatów i zawiązków owocowych jabłoni na różnicowanie się pąków kwiatowych, *Prace Inst. Sad.* 4 : 128—139.
26. Wituszyński Z., 1958, Pobieranie tlenu przez pąki kwiatowe wiśni począwszy od dyferencji aż do zakwitania, Praca magisterska wykonana w Kat. Sad. WSR Poznań.