

ADAM MIELNIK

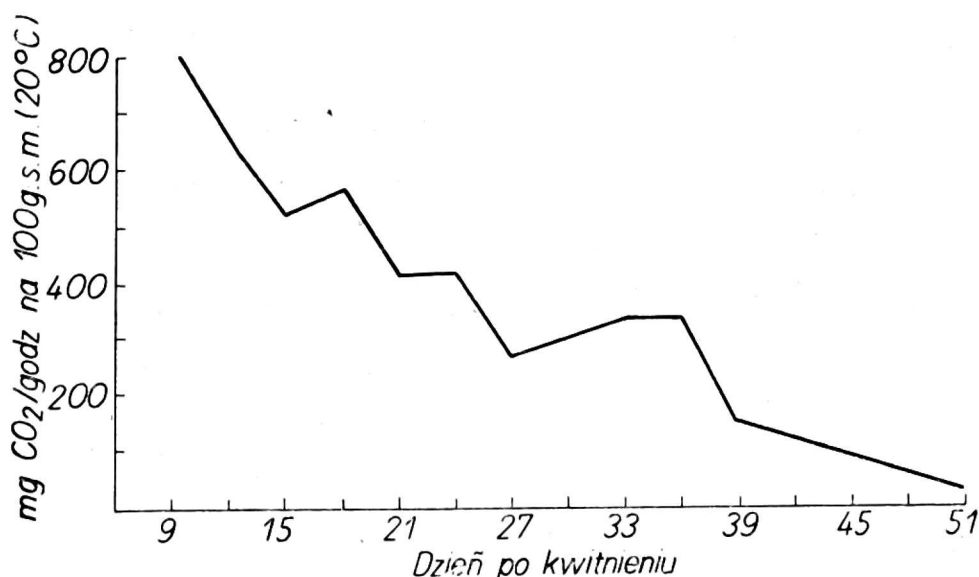
Katedra Fizjologii Roślin Uniwersytetu Wrocławskiego

WPŁYW NATURALNYCH WARUNKÓW ŚRODOWISKA NA ODDYCHANIE NASION

Zewnętrznym przejawem oddychania nasion jest fakt pobierania przez nie z otoczenia O_2 , wydzielania CO_2 , pary wodnej, ciepła, rzadziej amoniaku lub innych związków, oraz strata suchej masy. O natężeniu tego procesu może świadczyć wymiana O_2 i CO_2 w przeliczeniu na jednostkę suchej masy bądź ilość nasion po sprecyzowaniu warunków doświadczenia.

W ponad stuletnim okresie badań problemowi temu poświęcono setki prac, jednakże duża zależność wymiany gazowej od szeregu czynników środowiska, właściwości i faz rozwoju nasiona, wpływa różnicująco na wyniki badań utrudniając przedstawienie pełnej dynamiki zjawiska. Niniejszy artykuł stanowi więc próbę ujęcia naturalnych jej zarysów.

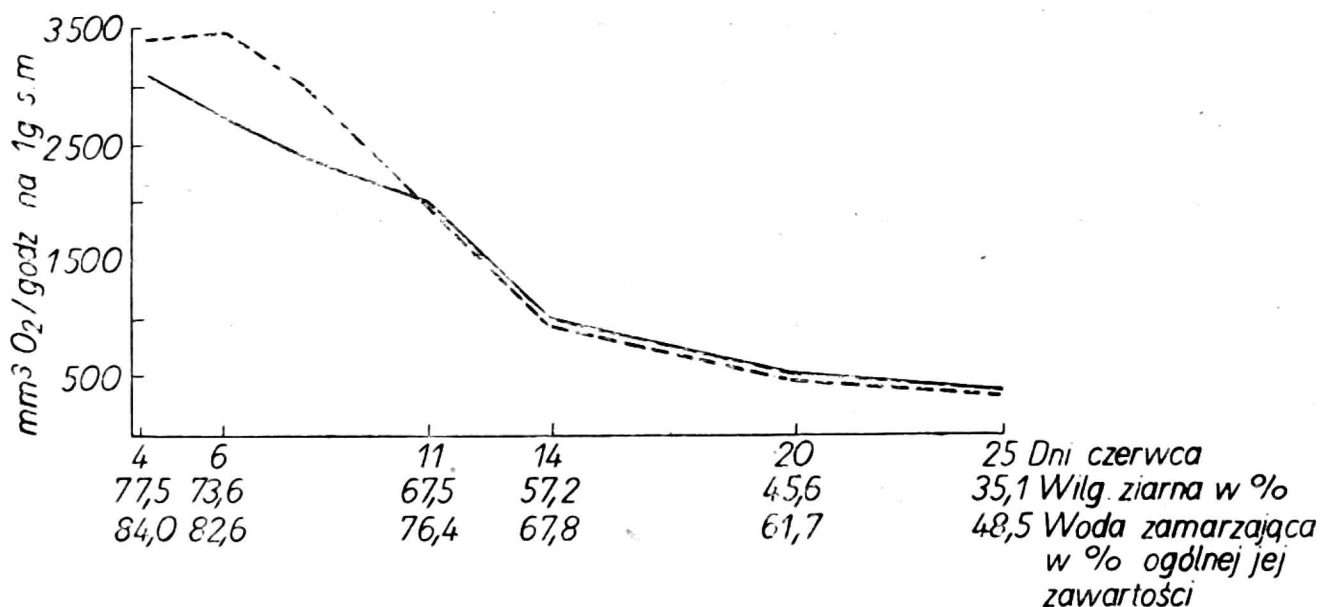
W początkowym okresie rozwoju nasienia, na tle systematycznego spadku intensywności jego oddychania, obserwujemy wyraźny trzykrotny wzrost tego procesu: a) podczas zapylenia i zapłodnienia; b) w czasie wzmożonych podziałów komórkowych zarodka i bielma, oraz c) podczas najintensywniejszej syntezy związków zapasowych (3,9) (rys. 1).



Rys. 1. Zmiany intensywności oddychania rozwijających się nasion bobiku (9)

Później, do czasu mleczej dojrzałości, natężenie oddychania łagodnie wzrasta i ponownie obniża się osiągając minimum przy pełnej doj-

rzałości (9). Obniżenie to jest skorelowane z ubytkiem wolnej wody w nasieniu, postępuje więc szybciej niż ubytek ogólnej (1,7) (rys. 2).



Rys. 2. Zmiany intensywności oddychania (linia kreskowana) i zawartości nie związanej (zamarzającej przy -25°C) wody (linia ciągła) ziarniaków pszenicy od młecznej do pełnej dojrzałości (7)

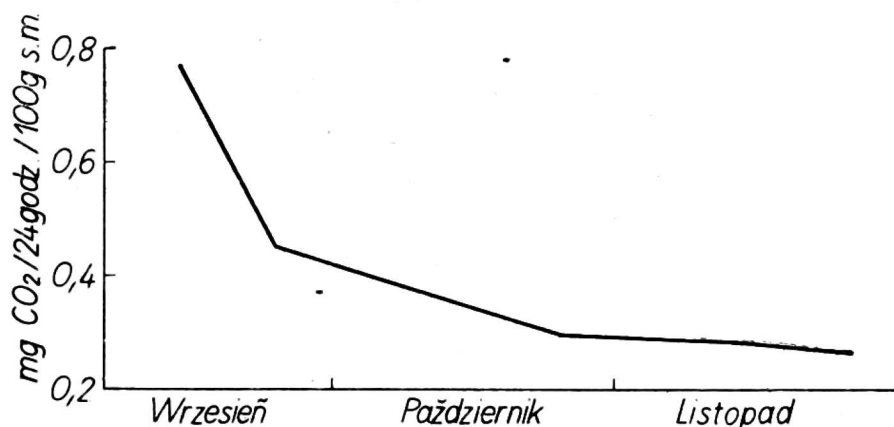
Ilość wydzielanego przez ziarniaki zbóż bądź nasiona białkowe CO_2 jest wówczas zbliżona do ilości pobieranego O_2 , natomiast nasiona lnu, soi i kukurydzy wydzielają stosunkowo więcej CO_2 w związku z intensywniejszą syntezą lipidów (15). U nasion lnu przewaga ta w naturalnych warunkach przy optymalnej dla syntezy tłuszczów temperaturze (ok. 15°C) osiąga maksymalną wartość pomiędzy 25. i 41. dniem po zapyleńiu. Niższe temperatury nie sprzyjają syntezie tych związków, wartość więc współczynnika oddechowego ($RQ = \text{CO}_2/\text{O}_2$) wówczas się obniża. Ulega ona też obniżeniu przy wędnięciu niedojrzałych nasion lnu, szczególnie w temperaturach ponadoptymalnych dla syntezy tłuszczów (6).

Natomiast wędnące niedojrzałe nasiona grochu wydzielają coraz intensywniej CO_2 w porównaniu z ilością pobieranego O_2 , ponieważ przepuszczalność ich okrywy dla O_2 maleje znacznie szybciej niż dla CO_2 (15). Ogólny poziom wymiany gazowej oczywiście słabnie.

W okresie spoczynku powietrznie suche nasiona białkowe i ziarniaki zbóż pobierają z otoczenia nieznaczne ilości tlenu, zaś oleiste — nieco więcej (3). Jeszcze mniej wydzielają one wówczas CO_2 (rys. 3). Niska wartość RQ może tu także wynikać z wykorzystywania przez zarodek lipidów.

Po przejściu spoczynku bezwzględnej intensywność oddychania niektórych nasion (np. jabłoni, nikli) wzrasta ponownie, zaś nasion nie przechodzących takiego spoczynku (np. ziarniaków pszenicy) — w odpowiednich stałych warunkach — nie ulega zmianom dłuższy czas (1).

Naturalne warunki termiczne nie wywierają większego wpływu na wymianę gazową śpiących powietrznie suchych nasion (14), ale schnąca „masa nasienna” wydziela spore ilości pary wodnej i przy słabej

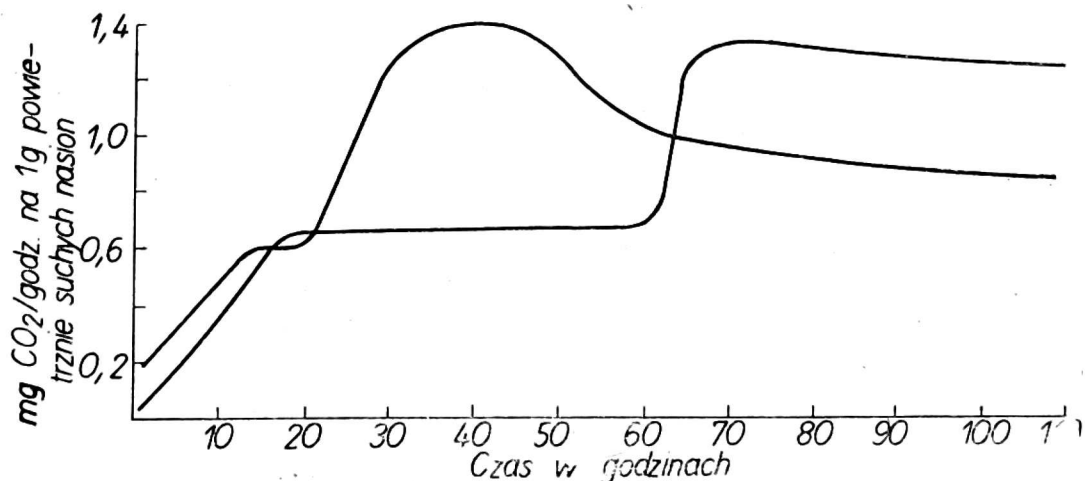


Rys. 3. Zmiany intensywności oddychania ziarna owsa podczas przechodzenia okresu spoczynku posprzętnego (wg Krietowicza — 3)

wentylacji natężenie oddychania przechowywanych nasion oraz bytujących w nich drobnoustrojów szybko wzrasta, co może doprowadzić do przegrzania ziarna (3).

Szczególną rolę odgrywają tu właśnie drobnoustroje i łatwo można się przekonać, że wymiana gazowa martwych zakażonych nasion przewyższa wymianę u nasion sterylnych żywych (1).

W wypadku przekroczenia przez nasiona będące we względnym spoczynku tzw. wilgotności krytycznej, wynoszącej dla oleistych 8—9% (3,9) a dla skrobiowych i białkowych 14—15% (3), natężenie ich oddychania w miarę pęcznienia wzrasta coraz intensywniej, zwłaszcza nasion niezupełnie dojrzałych (3), po czym krzywa intensywności wzrasta łagodniej (skrobiowe), lub bardzo nieznacznie (białkowe) (13) (rys. 4), bądź wykazuje tendencje zniżkowe (oleiste) (10). Tu następuje moment kiełkowania, po którym natężenie oddychania ponownie szybko wzrasta.



Rys. 4. Zmiany intensywności oddychania kiełkujących nasion groszku pachnącego (13)

do maksimum i do chwili zazielenienia się siewki stopniowo obniża się nawet pomimo dalszego postępu procesu pęcznienia (13).

Początkowy wzrost wymiany gazowej pęczniejących nasion jest następstwem sukcesywnego uwadniania plazmy, chociaż czasem — także oddychania nasiennej mikroflory (1), stymulującego wpływu związków huminowych (4), czy percepcji fal elektromagnetycznych o długości 660 milimikronów (dziurawiec, tytoń). Jeżeli bodziec świetlny wpływa hamująco na oddychanie nasion (np. czarnuszki), czarna okrywa z reguły chroni je przed jego wpływem.

Prześciowe obniżenie natężenia oddychania wiąże się z hamującym wpływem okrywy na proces pęcznienia (13), bądź z niedostatkami zmobilizowanego substratu (11). Kończy ono fazę embrionalnego rozwoju zarodka, podczas której ważną dla niego rolę pełni oddychanie beztlenowe a okrywa nierzadko bywa przystosowana w kierunku ograniczania dostępu tlenu do nasienia, co stanowi właśnie główną przyczynę wysokiej wartości RQ pęczniejących nasion białkowych (1,13).

Jak już wyżej zaznaczono — ponowny wzrost wymiany gazowej charakteryzuje początek postembrionalnego rozwoju zarodka. W fazie tej główne znaczenie ma dla niego oddychanie tlenowe z wyjątkiem komórek merystemu wierzchołkowego, w którym nadal tworzy się etanol, kwas octowy, mlekowy i inne produkty fermentacji (3). Tkanka ta oddycha bardzo intensywnie, a zwłaszcza jej komórki wewnętrzne (12).

Naturalne ciśnienie tlenu ma więc dla kielka wartość optymalną i obniżenie stężenia tego gazu do 0,1 atm wyraźnie hamuje oddychanie kielkujących nasion (5), które zaczynają wówczas fermentować (13). Przy zupełnym braku tlenu w środowisku kielkujące nasiona oleiste wydzielają w sterylnych warunkach do $\frac{1}{3}$ ilości CO_2 w porównaniu do warunków tlenowych, a skrobiowe i białkowe — do $\frac{1}{2}$ (7). Wyjątkowo, nasiona ryżu czy grochu mogą wtedy przez szereg tygodni wydzielać nie mniej CO_2 niż w obecności tlenu (2, 3), ale wszystkie z czasem giną z braku związków wysokoenergetycznych bądź ulegają zatruciu końcowymi produktami fermentacji (3).

Odnosnie końcowego spadku wymiany gazowej kielkujących nasion warto zwrócić uwagę, że w przeliczeniu na jednostkę suchej masy kielk oddycha kilkanaście razy intensywniej od pozostałej części nasienia, ponieważ stanowi kilka procent tej masy a wydziela kilkanaście procent CO_2 w stosunku do ilości wydzielanej przez całe nasiono. Wynika z tego, że w przeliczeniu na jedno nasiono, np. grochu, większość CO_2 może pochodzić z oddychania liścieni (13), u których maksimum natężenia oddychania może też przypadać wcześniej niż to maksimum u kielka.

Niektóre nasiona (np. gryki, kukurydzy) wydzielają w tej fazie mało CO_2 w porównaniu z ilością pobieranego O_2 choć są to nasiona skrobi-

we. Okazuje się, że ich kielki szybko zużywają substraty węglowodanowe mobilizując lipidy (13).

Czas trwania omawianych wyżej faz oddychania kielkujących nasion pozostaje w odwrotnej proporcji do intensywności tego procesu, a więc i do temperatury, która w granicach od minimum do optimum wpływa nań w myśl prawa Vant Hoffa bez żadnego efektu następczego. W wypadku jednak większych wahań, każdy powrót jej wartości do optymalnych granic wywołuje ostry krótkotrwały wzrost wymiany gazowej (3).

Podobny efekt daje się zaobserwować również przy tego rodzaju wpływie warunków tlenowych (14).

Tak w maksymalnym skrócie można by ująć zasadnicze momenty dynamiki oddychania różnych typów nasion w ich ontogenezie i zależności tej dynamiki od naturalnych czynników środowiska.

LITERATURA

1. Crocker W., Barton L. V.: 1953. *Physiology of seeds*. (W tłum. ros. 1955. Izd. Inostr. Liter. Moskwa), s. 117—139.
2. Godlewski E., Polzeniusz F.: 1901. O śródcząsteczkowym oddychaniu nasion pogrążonych w wodzie i tworzeniu się w nich alkoholu. *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Akad. Umiej. w Krakowie. Dział B*, s. 1—80.
3. Grzesiuk S.: 1967. *Fizjologia Nasion*. PWRiL. Warszawa, s. 8—11; 228—258; 431—432.
4. Gumińska Z.: 1958. *Acta Soc. Bot. Pol.* XXVII, 4, s. 501—522.
5. Gumiński S.: 1964. *Wiad. Bot.*, VIII. 2, s. 115—130.
6. Halvorsen H.: 1955. *Physiol. Plant.*, VIII, 3, s. 501—511.
7. Krietowicz W.: 1955. *Biochemia Roślin*. PWRiL. Warszawa, s. 268—300.
8. Lityński M., Chudoba Z.: 1963. *Hod. Rośl., Aklim i Nas.*, VII, 1, s. 89—103.
9. Mierzwińska T., Sójka E.: 1963. *Hod. Rośl., Aklim. i Nas.*, VII, 1, s. 79—88.
10. Ohmura T., Howell R.: 1962. *Physiol. Plant.*, XV, 2, s. 341—350.
11. Opik H., Simon E. W.: 1963. *J. Exptl. Bot.* XIV, 41, s. 299—310.
12. Rubin B. A., Ładygina M. E.: 1966. *Enzimologia i biologia dychania rastienij*. Izd. „Wyz. Szk.” Moskwa, s. 228—279.
13. Stiles W.: 1960. *Respiration in seed germination and seedling development*. *Handb. der Pflanzenphysiol.* (Ruhland). Berlin — Göttingen — Heidelberg, XII (2), s. 465—492.
14. Timiriazjew K. A.: 1957. *Izbr. Socz.* Moskwa, I, s. 507—528.
15. Wager H. S.: 1957. *New Physiol.*, LVII, 2, s. 230—246.