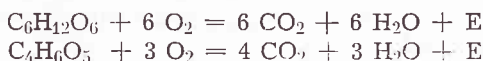


Náš spôsob uplatnenia interferometrie pri skladových pokusov

V. TVAROŽEK

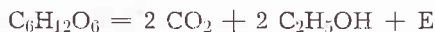
Pod pojmom „dýchanie ovocia“ (a plodín vôbec) sa v skladovej technológii rozumie tvorba kyslíčnika uhličitého a vodných výparov.

Všeobecne známe klasické rovnice dýchania vyjadrujú tento pochod ako exotermnú reakciu, pri ktorej sa spotrebováva kyslík a vytvára kyslíčnik uhčitý a voda:



Vieme, že v skutočnosti tieto jednoduché rovnice kryjú veľkú sériu reakcií, ktorých priebeh je už dnes zhruba vyjasnený. Časť energie získanej oxidatívnym odbúravaním vysokoenergetických zlúčenín sa nahromadí v ATP (adenozin-trifosfát), zvyšok sa premení na teplo. Potrebné biochemické zmeny v plodoch sú potom zásobované energiou pomocou fosforylačných reakcií z ATP.

Pri nedostatku kyslíka nastáva tzv. anaerobné (intramolekulárne) dýchanie, ktorého produkty (alkoholy, aldehydy atď.) sú vo vyššej koncentrácii pre plodiny škodlivé:



Jednoducho povedané — skladované plodiny žijú, na životné pochody potrebujú energiu, ktorú získavajú rozkladom svojich zásobných látok prostredníctvom dýchania.

Význam merania dýchania skladovaných plodín

Meranie intenzity dýchania, napr. ovocia, nám poskytuje obraz o celkovom stave plodov a o skrytých pochodoch v nich prebiehajúcich: Ide najmä o tieto vzťahy:

1. môžeme usudzovať o stupňoch zrelosti (fyziologickej, priemyselnej, konzumnej atď.), to znamená určiť správny čas zberu,
2. môžeme získať údaje pre stanovenie, dokedy sa dajú plody bez závad skladovať, a teda aj kedy je najvyšší čas na ich vyskladnenie,
3. môžeme určiť, či skladovanie prebieha bez závad (či klimatotechnologické parametre zodpovedajú optimálnym požiadavkám),

4. možno zhruba odhadnúť váhové straty ovocia počas skladovania, resp. nutritívne a biologické zmeny suroviny (každý gram vydýchaného CO_2 značí úbytok cca 3,9 g jednoduchého cukru).

Spôsoby merania intenzity dýchania plodín

Spôsobov je niekoľko, ich voľba závisí od podmienok, a najmä od požadovanej presnosti, tak napr.:

- detektory CO_2 (nasávačka s detekčnou rúrkou, v ktorej sa plyn prejaví zmenou sfarbenia náplne) sa používajú na orientačné stanovenie množstva nadýchaného CO_2 v uzatvorených priestoroch,
- Orsatov prístroj je bežne používaný na stanovenie zloženia skúšaných plynov postupnou absorpciou jeho plyných zložiek v absorpčných roztokoch,
- automatický analyzátor CO_2 je vlastne mechanizovaný Orsatov prístroj, ktorý samočinne vykonáva analýzu ovzdušia a súčasne zapisuje hodnoty,
- interferometer sa používa na presné analýzy plynov, pričom možno stanoviť obsah CO_2 v ovzduší až na 0,01 ‰; tento spôsob bude predmetom ďalšieho popisu.

Princíp a súčiastky interferometra

Interferometer je prístroj na presné analýzy plynov (alebo tekutín). Jeho princíp spočíva v meraní rozdielu indexu lomu svetla prechádzajúceho plynmi rôzneho chemického zloženia.

Do dvojitej kyvety sa napustí štandardný a skúšaný plyn. Lomené lúče (spektrum) sa potom premietajú v dvoch radoch úzkych prúžkov na spoločnú dosku. Diferencie indexu lomu sa prejavajú posuvom interferenčných prúžkov. Veľkosť tohto posuvu zodpovedá koncentrácii, napr. CO_2 vo vzorke, a zistí sa otáčaním merného bubienka tak, že sa nastavia nad seba interferenčné prúžky súhlasných farieb.

Princíp znázorňuje obr. 1: Svetlo žiarovky prechádza zvislou štrbinou (1) kolimátora (2). Rovnobežné lúče vytvorené kolimátorom prechádzajú dvoma vedľa seba umiestnenými zvislými štrbinami (3). V hornej časti prechádzajú kyvetami (4, 5) a kompenzačnými doštičkami (6, 7) do ďalekohľadu (9). V spodnej časti prechádzajú obidva zväzky lúčov vytvorené dvojitou štrbinou (3) len pomocnou doštičkou (8) a vstupujú tiež do ďalekohľadu (9). Úlohou doštičky (8) je vytvoriť ostré rozhranie medzi horným a spodným radom interferenčných prúžkov. K pozorovaniu slúži asi 50x zväčšujúci valcový objektív (9), ktorý zväčšuje len vo vodorovnom smere a umožňuje nastavenie interferenčných prúžkov vytvorených lúčmi prešlými kyvetami (4, 5) presne na príslušné porovnávacie interferenčné prúžky.

Na nastavenie slúži merný bubienok so stupnicou (11) spojený prevodom s pohyblivou kompenzačnou doštičkou (6). Kompenzačná doštička (7) je nepohyblivá.

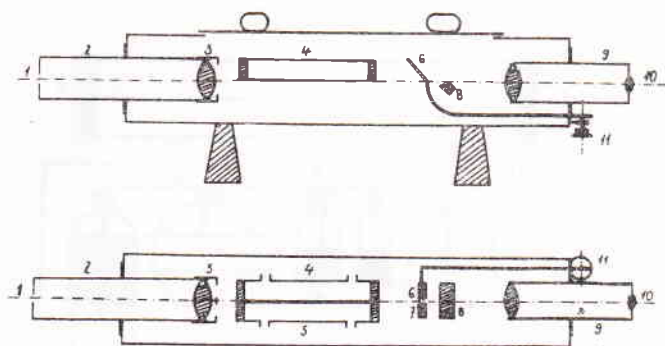
Postup merania dýchania

Postup interferometrie, tak ako sme si ju prispôbili na presné stanovenie intenzity dýchania jablák v sezóne 1967/68, znázorňuje obr. 2.

Presne zvážené množstvo jablák sa uzatvorí do hermetického zvonu (v našom



Foto 1. Jablká naložené na dýchací pokus v hermetických sklenených zvonoch (v prispôbosených exikátoroch)



Obr. 1.

pripade sa použil exikátor), ktorý slúži ako plynojem (3) na ovocím vydýchaný CO_2 , ktorý sa potom aeroskopom (1) nasáva do interferometra (8).

Pred vlastným meraním sa interferometer vynuluje tým spôsobom, že sa do oboch kyvet napustí vzduch bez CO_2 : Trojcestný kohút (5) sa nastaví na bubler s roztokom KOH (4). Po naštartovaní aeroskopu prúdi vzduch z miestnosti cez luhový bubler (4), odvlhčovač, t. j. bubler s konc. H_2SO_4 (6), poistku (7) do interferometra (8) a cez aeroskop (1) späť do miestnosti.

Pri vlastnom meraní sa jedna kyveta uzavrie (ľavá) a trojcestný kohút (5) sa prepne na exikátor (3). Po naštartovaní aeroskopu prechádza vzduch

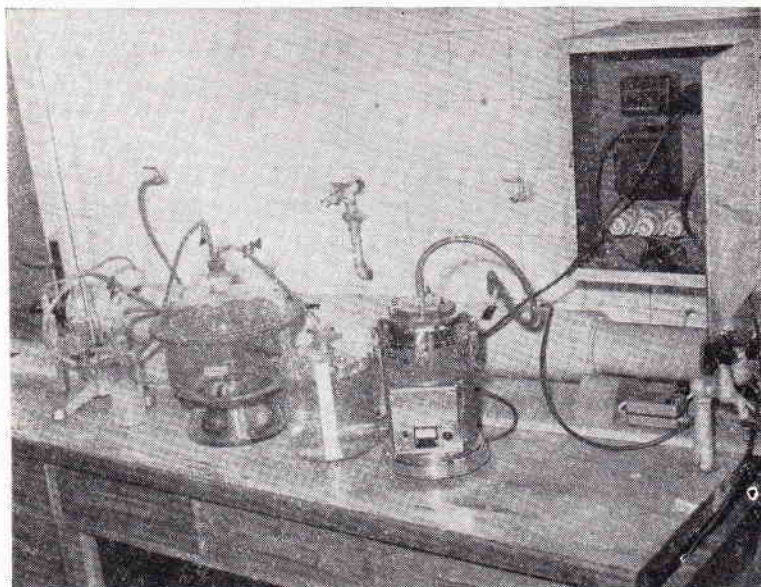


Foto 2. Interferometer s príslušenstvom prispôsobený na meranie intenzity dýchania rôznych plodín

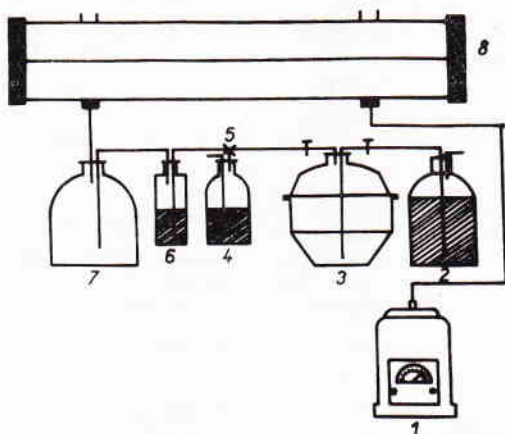


SCHÉMA MERANIA JABLKAMI NADÝCHANÉHO CO_2 INTERFEROMETRICKY.

z exikátora (v ktorom dýchali jablká) cez odvlhčovač (6), poistku (7) do interferometra (8). Podtlak v exikátore (3) sa vyrovná pretekajúcou vodou z vodnej nádrže (2). Pretekajúca voda má súčasne funkciu záklopky.

Po vyrovnaní tlaku v kyvete, t. j. po ustálení hladiny H_2SO_4 vo vnútornej rúrke odvlhčovača, sa nastaví interferenčné pružky otáčaním merného bu-

bienka, na ktorom sa odčíta hodnota, ktorá sa prepočíta potom podľa nasledovného postupu:

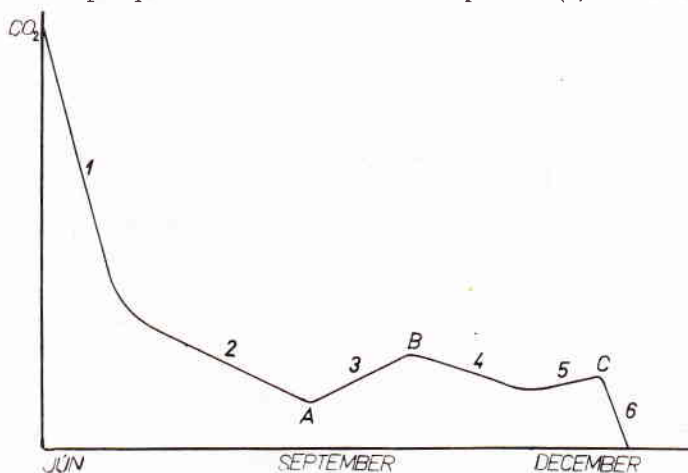
$$x = \frac{a \cdot (V - v)}{v_i \cdot t \cdot G}, \text{ kde}$$

x = vydýchané množstvo CO_2 (mg/kg . hod.)
 a = množstvo CO_2 v rúrke interferometra (mg)
 V = objem exikátora (ml)
 v = objem jablák (ml)
 v_i = objem kvvety (ml)
 t = doba dýchania jablák (hod.)
 G = váha jablák (kg)

Faktory rozhodujúce o intenzite dýchania

Intenzita dýchania závisí od rôznych činiteľov, z ktorých sú najvýznamnejšie nasledovné: druh a odroda plodiny – stupeň jej zrelosti – dĺžka skladovania – teplota a vlhkosť skladových priestorov – chemické zloženie ovzdušia skladov – osvetlenie skladu – zdravotný stav plodiny.

Tak napr. závislosti dýchania na zrelosti plodov vidíme znázornené na grafe 1: V štádiách delenia rastu buniek (1) prebieha veľmi intenzívne dýchanie, ktoré prudko klesá pri prechode do štádia zrenia plodov (2) a dosiahne hod-



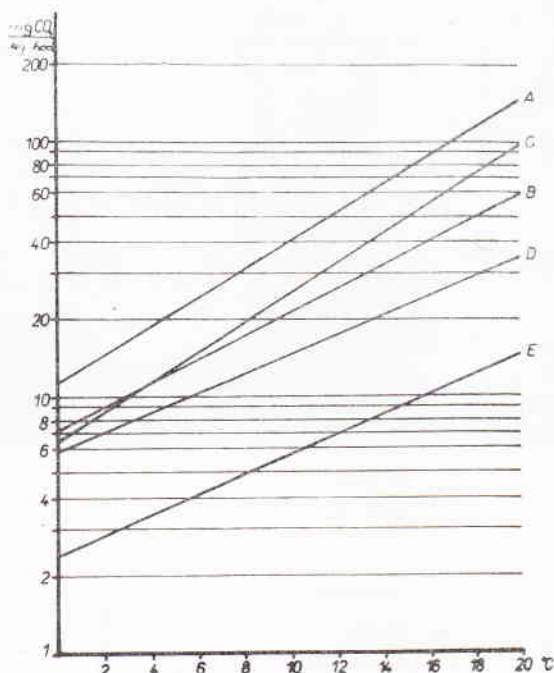
Graf 1. Lakované (9)

notu zodpovedajúcu tzv. klimakterickému minimu (A). Počas zrenia (3) intenzita dýchania stúpa a svoje tzv. klimakterické maximum (B) dosiahne pri ukončení štádia zrenia. V ďalšej fáze, t. j. pomalého starnutia (4, 5) intenzita dýchania znova klesá a pred definitívnym rapidným zhoršením kvality (6) vykazuje ešte jedno malé maximum (C). Celý tento priebeh dýchania nazývame klimakterickým dýchaním.

Teoretický správny čas zberu jablák určuje klimakterické minimum (A), dosiahnutie ich konzumnej zrelosti klimakterické maximum (B) a potrebu ich vyskladňovania posledné malé výstražné maximum (C).

Graf 2 nám zase predstavuje normogram na určenie intenzity dýchania rôznych druhov ovocia pri teplotách 0 °C až +20 °C.

A = broskyne, B = hrušky, C = slivky, D = hrozno, E = jablká. Tu vidieť, že pokiaľ pri 0 °C je priemerná intenzita dýchania jablká okolo 2 mg CO₂/kg/hod., pri 20 °C je táto hodnota okolo 15 mg/kg/hod.



Graf 2. Nelakované (15)

S ú h r n

Vychádzajúc zo známych spôsobov merania intenzity dýchania skladovaných plodov hľadali sme novú, pre naše pokusy najlepšie vyhovujúcu metódu.

Na základe porovnávania výsledkov stanovenia intenzity dýchania detektormi CO₂, Orsathovým prístrojom, automatickým analyzátorom CO₂ a interferometrom rozhodli sme sa pre interferometrické meranie. Pre tieto účely sme si vlastným spôsobom upravili metodiku i prístrojové príslušenstvo.

Наш метод применения интерферометрии при складочных опытах

Выводы

Исходя из общезвестных методов измерения интенсивности дыхания плодов держимых на складе, мы искали новый, для наших опытов самый подходящий метод.

На основании сравнения результатов в определении интенсивности дыхания при помощи детекторов углекислого газа, орсат-аппарата, автоматического углекислого газа и интерферометра, мы остановились на интерферометрическом измерении. Для этих целей мы внесли наши изменения в методику и в принадлежности к аппарату.

Our way of applying interferometry in storage experiments

Summary

Proceeding from the known methods of measuring the intensity of respiration of fruits in storage, we have been searching for a new method suiting our experiments best.

On the basis of comparison of results in determining the intensity of respiration by means of CO₂ detectors, by the Orsat apparatus, by the automatic analyzer of CO₂ and by the interferometer, we have decided in favour of the interferometric measuring. For this purpose we have introduced our own method and our own set of instruments.