

# Riadená atmosféra skladovania

## Ovocie dlho čerstvé, ako po zbere



Riadená atmosféra (RA) skladovania je zaužívaná technika

dlhodobého skladovania ovocia a zeleniny hneď po zbere.

Historicky bola RA prvýkrát aplikovaná pri jablkách.

Pri biologickom procese respirácie (dýchania) jablká prijímajú kyslík a generujú oxid uhličitý, vodu a teplo.

### Riadená atmosféra skladovania vyžaduje presné meranie CO<sub>2</sub>

RA skladovania je úplne prirodzený proces, ktorý redukuje efekt respirácie na minimum tým, že riadi atmosféru skladovaného ovocia. RA skladovania spôsobuje, že nakupované jablká sú šťavnaté a chrumkavé aj rok po zbere. Viaceré kultivary jablák môžu byť uchovávané počas 9 až 12 mesiacov, čo je iste pozoruhodné, kým v skladoch so zníženou teplotou iba 2 až 3 mesiace.

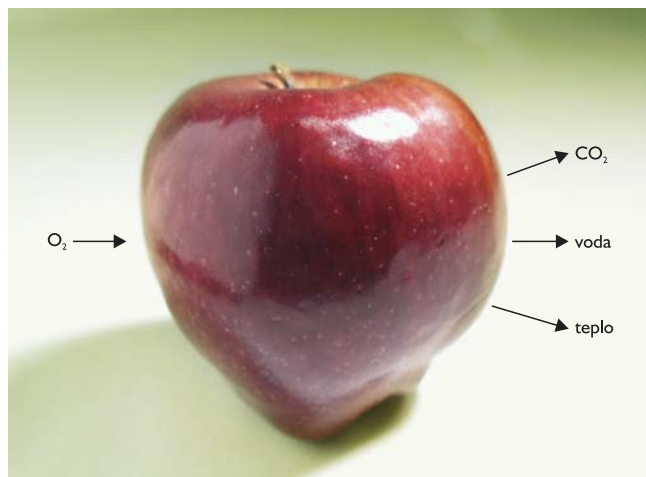
### Dôležitosť optimálnych podmienok

Efektívne uchovávanie jablák vyžaduje určitú skladovacu atmosféru, ktorá predpokladá riadenie vlhkosti, kyslíka (O<sub>2</sub>), oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) a teploty. Podstatou RA skladovania je rozsah koncentrácie O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> v oboch prípadoch v rozmedzí 0,5 až 2,5 %. Presná koncentrácia závisí od druhu – kultivaru (napr. kultivar Golden Delicious vyžaduje iné podmienky ako Jonagold).

Relatívna vlhkosť je udržiavaná v rozmedzí 90 až 95 %. Vysoká relatívna vlhkosť spomaľuje úbytok vody, zvyšuje dĺžku skladovania produkcie, avšak vlhkosť príliš blízko k saturačnej hodnote podporuje vývin baktérií. Teplota v skladovacom kontajneri sa udržiava na hodnote približne 1 °C, nižšia však môže poškodzovať tkanivá.

### Starostlivo nastavený proces

Typický proces RA skladovania sa začína plnením komôr jablkami. Niektoré z nich dokážu pojať až 400 t jablák. Chladiace zariadenie je



následne aktivované, aby sa dosiahla teplota 1 °C. Počas ochladzovania sú okná a iné otvory otvorené, aby sa zamedzilo možnému kolapsu v dôsledku zmien tlaku.

Keď sa dosiahne požadovaná teplota, miestnosť sa uzavrie vzduchotesne RA uzáverom. Po utesnení je naštartovaný dusíkový generátor na

zníženie obsahu kyslíka (nachádzajúceho sa v bežnom vzduchu) z 21 % na približne 3 %. Len čo sa táto hodnota dosiahne, ovocie začne redukovať koncentráciu O<sub>2</sub> v dôsledku respiračného procesu. Ak by koncentrácia O<sub>2</sub> klesla na nulu, v jablkách by prebehla nezvratná fermentačná zmena. Ak klesne hodnota O<sub>2</sub> pod bezpečnú koncentráciu, do skladovacej komory sa pridáva vzduch na zvýšenie koncentrácie O<sub>2</sub> na požadovanú hodnotu.

Okrem generovania CO<sub>2</sub> jablká generujú aj etylén, ktorý urýchľuje dozrievanie. Zvýšenie úrovne CO<sub>2</sub> zastaví produkciu etylénu a tým dramaticky spomalí proces dozrievania. Avšak keď je koncentrácia CO<sub>2</sub> prívelká, môže to znamenať koniec „života“ jablák v dôsledku narušenia vzhľadu, chuti, a nutričnej hodnoty. Aby sa zabezpečila požadovaná úroveň CO<sub>2</sub>, musí sa odobrať z atmosféry komory. Monitorovanie prídávania alebo zníženia obsahu O<sub>2</sub> a redukcie CO<sub>2</sub> počas skladovacej periódy zabezpečuje analyzátor plynu. Ten je kritickým zariadením, lebo od neho závisí riadenie požadovanej koncentrácie plynu v skladovacej komore.

### Od vriec s vápnom k sofistikovanejším metódam

Pred rokmi používal operátor na zabezpečenie koncentrácie CO<sub>2</sub> v skladovacích priestoroch hydratované vápno. Vrecia s vápnom boli uložené na paletách, aby absorbovali všetok CO<sub>2</sub> emitovaný jablkami. Vápno (oxid vápnika, CaO) absorbuje CO<sub>2</sub>, ktorý reaguje na CaCO<sub>3</sub>. Keď všetko vápno konvertovalo na CaCO<sub>3</sub> (vápenec), operátor manuálne pridával dusík, aby zabezpečil požadovanú úroveň CO<sub>2</sub>. Prídavanie dusíka predpokladá použitie veľkého, vysokotlakového vzduchového kompresora, čo môže byť nákladné na zabezpečenie kontinuálnej

prevádzky. Naproti tomu práčka CO<sub>2</sub> je účinnejšie a cenovo dostupnejšie zariadenie na riadenie koncentrácie CO<sub>2</sub> v sklade. Práčka CO<sub>2</sub> odstráni nielen CO<sub>2</sub>, ale aj prchavý organický uhlík a etylén, čím zabezpečí optimálne skladovanie ovocia.

## Múdra práčka CO<sub>2</sub>

Storage Control System, Inc. (SCS) je spoločnosť, ktorá sa špecializuje na plynové analyzátory, generátory dusíka a práčky CO<sub>2</sub> pre skladovacie systémy s riadenou atmosférou (RA). Spoločnosť je na trhu viac ako 25 rokov, čo ju zaraďuje medzi jednu z najdlhšie pôsobiacich spoločností v tomto sektore podnikania.

SCS dodáva unikátnu práčku CO<sub>2</sub> pod názvom Series II Smart Scrubber. Táto práčka pozostáva z dvoch cylindrických lôžok s aktívnym uhlím. Toto aktívne uhlie je pórovitý adsorpčný materiál, ktorý viaže molekuly CO<sub>2</sub> na svojom povrchu. Aktivovaný uhlík sa postupne stáva saturevaným, a preto ho treba periodicky preplachovať čerstvým vzduchom, aby sa odstránil CO<sub>2</sub> z jeho povrchu. Jednotka je programovaná tak, že pokiaľ jedno lôžko adsorbuje CO<sub>2</sub>, druhé sa regeneruje. Práčka má v programe aj tzv. DeOx cyklus na minimalizáciu spätného prílevu kyslíka do RA skladu.

Series II Smart Scrubber používa PLC s farebným monitorom (touchscreen). Operátorské rozhranie PLC dovoľuje jednoduchým spôsobom programovať koncentráciu CO<sub>2</sub> podľa najefektívnejšieho režimu skladovania.

Na monitorovanie CO<sub>2</sub> na lôžku sa používa **Carbon Dioxid Module GMM221** z produkcie fínskej firmy **VAISALA**, ktorý veľmi efektívne riadi prepínanie prania a regenerácie. Využíva sa aj pri krátkodobej prítomnosti CO<sub>2</sub> v priestore pred štartom normálneho cyklu riadeného GMM221. Táto informácia je uchovaná v PLC a použitá pri nastavovaní optimálnej hodnoty prania a regenerácie.

GMM221 je veľmi spoľahlivý, vysoko stabilný senzor, ktorý nevyžaduje častú kalibráciu a je schopný merať koncentráciu CO<sub>2</sub> s presnosťou 0,5 %. Táto skutočnosť je nesmierne dôležitá pre úspešné dlhodobé skladovanie ovocia pri minimálnej údržbe.

GMM221 je jedna z verzií modulu GMM220, určená pre vyššie koncentrácie (rádovo v %, max. do 20 %), verzia GMM222 pre ppm koncentrácie. Princíp snímania je NDIR senzor na báze silikónu. Použitie modulov je oveľa širšie, ako sa uvádza v článku. Odolnosť vyhotovenia, vynikajúca časová a teplotná stabilita, krytie IP65 senzora a odolnosť proti vysokej relatívnej vlhkosti ho robia univerzálnym produktom na nasadenie v ťažkých podmienkach, ako sú hydinárne, pestovateľské skleníky, vinárske závody, biologické výskumné pracoviská, kontrola ekosystémov atď.

Autor článku: Penny Hickey

Preklad: Ing. Jozef Vass



**Penny Hickey**

VAISALA, USA



**D-Ex Limited spol. s r. o.**

Ing. Jozef Vass

Pražská 11, 811 04 Bratislava

Tel.: 02/57 29 74 21

Fax: 02/57 29 74 24

e-mail: [info@dex.sk](mailto:info@dex.sk)

<http://www.dex.sk>

1