

## Meranie ionizácie v skladovom ovzduší

V. TVAROŽEK

Na zdokonalenie chladiarskeho skladovania potravinárskych tovarov, najmä ovocia a zeleniny, uplatnili sme v uplynulej sezóne nové riešenie, ktorého technický účinok spočíva v elektroionizácii skladového ovzdušia.

Na tieto účely sa ionizácia vytvára a udržiava v optimálnej intenzite a pri správnom pomere aniónov a katiónov aparátúrou vlastnej konštrukcie, ktorá je predmetom čs. patentu č. 151391. Je to v podstate zdroj na riadenú ionizáciu v chladiarskych skladoch s programovo pracujúcim zavlhčovačom udržiavajúcim potrebnú relatívnu vlhkosť ovzdušia recirkuláciou vody kondenzujúcej z neho na výparníkoch chladiaceho zariadenia.

Zariadenie pozostáva z týchto častí:

- transformátor (10 000 V),
- konvektor,
- drôtená izolovaná sieťka (záporná elektróda),
- kovová uzemenená mriežka (kladná elektróda),
- zavlhčovač.

Ionizácia nastáva účinkom dodanej elektrickej energie, prostredníctvom elektrostatického poľa.

Začiatkové práce na tomto úseku nás priviedli k poznaniu, že vo všetkých živých bunkách (teda aj v bunkách skladovaných plodín) prebieha okrem respirácie a transpirácie aj elektrometabolizmus, teda nielen výmena plynov, ale aj elektrických nábojov. Skúsenosti z predchádzajúcich rokov svedčia o tom, že intenzita metabolických procesov, respirácie a transpirácie (ktoré prebiehajú v skladovaných plodoch), závisí v konečných dôsledkoch nielen od chemického zloženia ovzdušia, ale aj od elektrostatických, resp. elektrolytických vlastností prostredia a intenzita transpirácie týchto surovín súvisí s elektroosmotickými procesmi.

Na riadenie stupňa ionizácie a reguláciu pomeru aniónov a katiónov bolo potrebné presne merať zastúpenie týchto zložiek v ovzduší. Preto sme sa museli technicky i metodicky zaoberať týmto meraním.

Aspoň na náznakové objasnenie problematiky treba vopred povedať, že ide o jemné a komplikované javy v samom skladovom ovzduší i o zložité pomery v živých bunkách a tkanivách skladovaných plodín.

Vieme, že normálny atmosferický vzduch je zložený z rozličných molekúl a atómov plynov, z ktorých sú najviac zastúpené molekuly  $N_2$  (78,21 obj. %), pre dýchanie najvýznamnejšie molekuly  $O_2$  (20,84 obj. %),  $CO_2$  (0,03 obj. %) a zostatok tvoria iné plynné zložky. Tieto častice sa správajú v bežných podmienkach neutrálne, účinkom elektrických polí však môžu nadobudnúť elektrický náboj.

Je prirodzené, že znečistenie ovzdušia ovplyvňuje zloženie týchto častíc a porušuje rovnováhu iónov, čo má za následok zmenu režimu dýchania živých organizmov, ale aj ich častí, orgánov i plodov a plodín. V posledných prípadoch sa to prejavuje zmenami udržateľnosti, najmä rýchlejším zrením, prezrievaním, ako aj patologickými úkazmi.

Určitá prevaha aniónov, tzv. „ľahkých iónov“ ( $O^{2-}(OH)^-$  atď.), pôsobí priaznivo na živé bunky a tkanivá, ale katióny ( $H^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Al^{3+}$  a i.), ktoré sa v prebytku vyskytujú aj ako tzv. „ťažké ióny“, vznikajúce najmä zo znečistenia ovzdušia, účinkujú vždy nepriaznivo, a to tak samy osebe, ako aj tým, že viažu svojimi kladnými nábojmi ľahké ióny, ktoré strhávajú a o ktoré skladové ovzdušie ochudobňujú.

Ťažké ióny podliehajú totiž zákonu voľného pádu, klesajú k podlahe skladu alebo sú odfukované ventilátorom, zatiaľ čo ľahké ióny sa vznášajú v ovzduší a rozptyľujú sa podľa Coulombovho zákona:

$$f = \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}.$$

Následkom toho, aj keď býva koncentrácia emitovaných aniónov v blízkosti emitov napr.  $10^6 \ominus /cm^3$  alebo i vyššia, ubúda s druhou mocninou vzdialenosti týchto emitov, čiže množstvo ľahkých iónov nepodliehajúce zákonu voľného pádu sa v sklade svojimi repulzívnymi silami rozptyľuje podľa známeho Coulombovho zákona.

### *Meracie prístroje*

Ionizáciu sme v prvom období našich pokusov zisťovali malými tranzistorovými prijímačmi, pričom sme jej intenzitu len odhadovali podľa praskania v reproduktorech. Potom sme vyskúšali mnoho rozličných aparatúr, až sme napokon vybrali na tieto účely zodpovedajúci prístroj — Ionometer-Kathrein MGK 01. Je to vlastne malý počítač pozitívnych a negatívnych iónov v ovzduší.

Prístroj je celotranzistorový, a teda ako taký je relatívne ľahký a dobre ovládateľný, takže sa s ním dá ľahko dosiahnuť každé miesto v sklade.

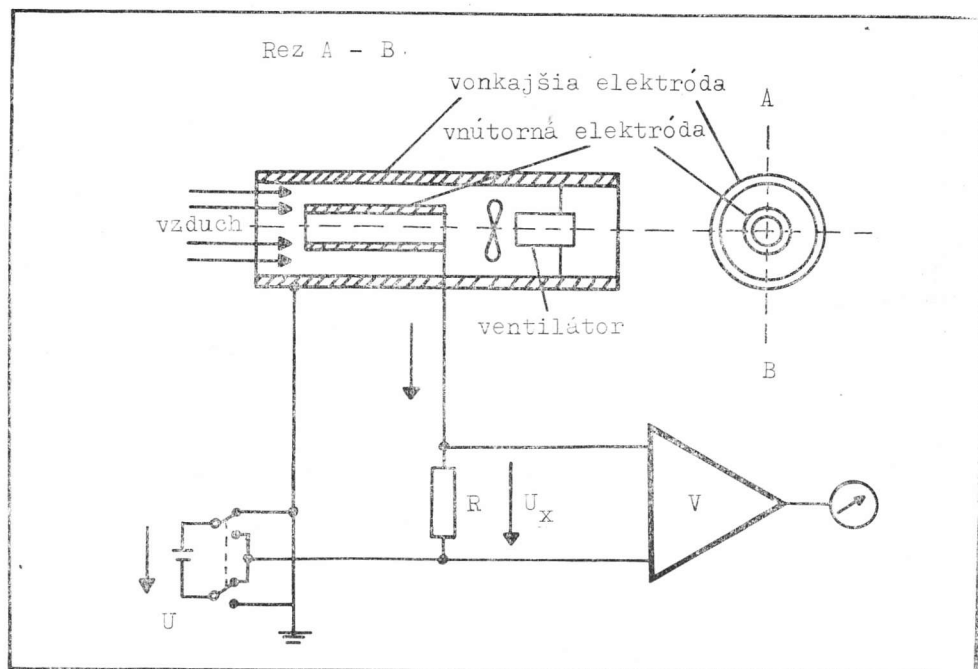
Keďže koncentrácia iónov závisí aj od rádioaktivity, môže sa tento prístroj uplatniť aj na meranie rádioaktívneho žiarenia (takéto uplatnenie však ionometer nemá v predmetných pokusoch, kde ide len o elektroionizáciu).

Prístroj na meranie intenzity ionizácie a na zistenie zastúpenia katiónov a aniónov v ovzduší pozostáva z týchto hlavných častí (obr. 1).

— z aspiračného systému, t. j. rúrkového kondenzátora s ventilátorom,

— z merného systému, t. j. meracích odporov s príslušným zosilňovačom.

Teda ionometer obsahuje aspiračný systém ako udavateľa merateľných hodnôt a rozšíreného ukazovateľa, na ktorom sa udáva počet iónov/ $cm^3$ .



Obr. 1. Schéma aspiračného a indikátorového systému ionometra.

Aspiračný systém pozostáva z rúrkového kondenzátora, v ktorom je napätie 60 V. Medzi vnútornou a vonkajšou elektródou sa nasáva vzduchový prúd; z neho získané ióny sa priťahujú k elektróde a tam sa vybijú. Vybitý prúd utvára na meracom odpore napätie, ktoré sa v zosilňovači zosilňuje a prejavuje sa na stupnici prístroja. Vybitý prúd a napätie sú úmerné koncentrácii iónov. Na rozsahovej stupnici je priamo označený obsah aniónov a katiónov v  $\text{cm}^3$ .

### Meranie ionizácie

Pri preprave prístroja sa vyčnievajúce časti meracej rúry a sieťový kábel umiestnia v prístroji. Po odstránení uzavieracej klapky sú tieto časti prístupné.

Pri meraní však musí byť predlžovacia časť meracej rúry stále namontovaná. Vnútornej elektródy meracieho kondenzátora (malá rúrka na prístupnej strane systému) sa nesmieme dotýkať, a to ani priamo, ani iným predmetom, pretože by sa tým mohol prístroj poškodiť.

Bez zapojenia sieťového napätia má ukazovateľ prístroja ukazovať na značku 0. Na mechanické nulovanie slúži skrutka *St* (obr. 2).

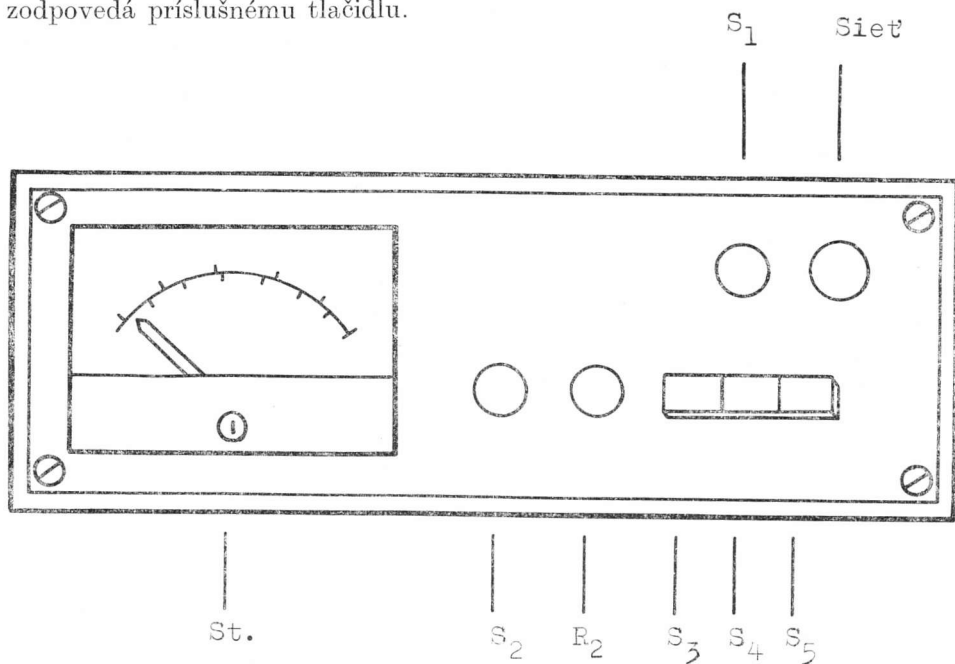
Prístroj sa uvedie do prevádzky stlačením sieťového vypínača, čím je asi po 5 minútach pripravený na meranie. Aby sa zlepšila stabilita nulovej polohy, môže sa predradiť pred prístroj stabilizátor napätia. Chyby merania spôsobené kolísaním napätia v sieti, ktoré sú väčšie ako  $\pm 10\%$ , sa tak môžu vylúčiť.

Po zapojení prístroja treba nastaviť nulovú polohu, na čo slúži nulovacia skrutka *R<sub>2</sub>*.

Pred vlastným meraním treba prepínač *S<sub>2</sub>* prepnúť do požadovanej meracej

polohy (pozitívne, resp. negatívne ióny) a nastaviť potrebný merací rozsah, pričom  $S_1$  slúži na hrubé nastavenie meracieho rozsahu a  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  na jemné nastavenie.

Koncentrácia iónov je indikovaná priamo na prístroji, pričom plná výchylka ručičky zodpovedá koncentrácii nastavenej na  $S_1$  násobenej činiteľom, ktorý zodpovedá príslušnému tlačidlu.



Obr. 2. Ionometer MGK 01 — ukazovacie a ovládacie súčiastky.  $S_1$  — prepínač rozsahov, sieť — sieťový vypínač,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  — tlačidlový multiplikátor,  $R_2$  — nulovacia skrutka,  $St$  — nastavovacia skrutka.

Pri voľbe meracieho rozsahu by sa malo postupovať od najmenej citlivého rozsahu k citlivejším rozsahom. Čím citlivejšie sa  $S_1$  nastaví a čím menší je výskyt iónov, tým dlhšie bude trvať, kým sa dosiahne konečná meraná hodnota (max. až 2 min).

V praktickej prevádzke potom možno odčítat hodnotu, keď ukazovateľ už svoju polohu v podstate nemení. Pred každou manipuláciou so  $S_2$  by sa mal stlačiť  $S_5$ . Ak je niektorý druh iónov v prebytku, treba dbať na dobré uzemnenie. Aby sa neskreslil výsledok merania, treba zamedziť vonkajší pohyb vzduchu (merať kolmo na smer prúdenia).

Počas merania by nemala kolísat teplota prostredia, ináč by sa musela často korigovať nulová poloha. Ak sa však uskutočňujú dlhodobé merania, alebo aj mnoho meraní za sebou, je potrebné zavše skontrolovať nulovú polohu.

### Vyhodnocovanie

Intenzita ionizácie a zastúpenie katiónov a aniónov v ovzduší sa meralo najmä na účely veľkého porovnávacieho pokusu v kampani 1974/1975. V tomto

pokuse sme sledovali uchovateľnosť materiálu (čerstvé ovocie a zelenina) proveniencie Dvory n/Žit., okres Nové Zámky, v tamomšom klimatizovanom veľkokapacitnom sklade JRD Aurora a paralelne v klimatizovaných boxoch Výskumného ústavu potravinárskeho v Bratislave pri uplatnení regulovanej atmosféry  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  a Ar.

Cieľom porovnávacieho pokusu bolo prevádzkové odskúšanie a overenie funkcie a životnosti i technologickej spôsobilosti a technickej účinnosti ionizačného zariadenia, skonštruovaného na VÚP v Bratislave.

V pokuse sme sledovali a porovnávali účinky chladiarskeho skladovania, skladovania v regulovanej atmosfére  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  a Ar a skladovania v ionizovanom prostredí na surovinu počas jej 5-mesačného skladovania.

Kvalitatívne vyhodnocovanie sa robilo podľa určeného programu týmito metódami:

- základnými chemickými rozbormi pokusných materiálov,
- meraním endogénnej respirácie nehomogenizovaných materiálov,
- sledovaním mikrobiálnej kontaminácie v daných priestoroch,
- penetrometrickým určovaním konzistencie skladovaných tovarov,
- meraním intenzity ionizácie a zastúpenia kationov a aniónov.

Hospodárske výsledky sme sledovali kvantitatívnym vyhodnocovaním skladových úbytkov (fyziologických, patologických a celkových).

Podrobné číselné kvalitatívne a kvantitatívne vyhodnocovanie porovnávacieho pokusu sa bude podľa jednotlivých metód zverejňovať v ďalších číslach Bulletinu VÚP.

## Súhrn

Intenzita metabolických procesov, respirácie a transpirácie, ktoré prebiehajú aj v skladovaných plodinách, závisí v konečných dôsledkoch nielen od teploty, vlhkosti a chemického zloženia ovzdušia, ale aj od elektrostatických, resp. elektrolytických vlastností prostredia. Preto sme sa metodicky i technicky zaoberali v kampani roku 1974/1975 meraním stupňa ionizácie a zastúpenia pozitívnych a negatívnych iónov v skladovom ovzduší pri porovnávacích pokusoch rezervného skladovania ovocia a zeleniny v regulovanej atmosfére  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , Ar a v ionizovanom prostredí.

## Literatúra

1. ISRAËL, H.: Atmosphärische Elektrizität. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft 1975.
2. TREBUŠENKO, E. I.: Dlitelnoje chranenije plodov. Kyjev, Urožaj 1972.
3. STRMISKA, F.: Zber a vyhodnocovanie podkladov pre revíziu tabuliek výživových hodnôt potravín. [Výskumná závodná správa.] SVŠT, Bratislava 1971.
4. TVAROŽEK, V.: Zhodnocovanie ovocia a zeleniny. Bratislava. Príroda 1971.
5. TVAROŽEK, V.: Riešenie problematiky regulovanej atmosféry pre zdokonalenie skladovania ovocia a zeleniny. [Výskumná závodná správa.] VÚP, Bratislava 1975.
6. Kathrein-Ionometer MGK 01, Kathrein-Werke KG Rosenheim (firemná literatúra).

## Измерение ионизации в складской атмосфере

### Выводы

Интенсивность процессов обмена веществ, респирации и транспирации, происходящих в хранящихся фруктах, зависит в конечном следствии не только от температуры, влажности и химического состава атмосферы, но и от электростатических, или же электролитических свойств среды. Поэтому, во время кампании 1974-75, мы методично и технически занимались измерением степени ионизации и наличия положительных и отрицательных ионов в складской атмосфере при сравнительных опытах с резервным хранением фруктов и овощей в урегулированной атмосфере  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , Ar и в пониженной среде.

## The storage atmosphere ionization measurement

### Summary

The intensity of the metabolic processes, the respiration and transpiration which occur in the stored fruits is depending in final results not only on the temperature, humidity and the chemical composition of the atmosphere, but also on the electrostatic, resp. electrolytic properties of the atmosphere. The said fact influenced our research in the 1974/75 campaign, when we methodically and technically solved the problem of the ionization degree measuring and of the positive and negative ions participation in the storage atmosphere by comparing experiments of reserve fruit and vegetable storage in controlled atmosphere of  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , Ar and in ionized atmosphere.