

Výskum možností uplatnenia elektroaerosólov na predĺženie úchovy potravinárskych surovín

V. TVAROŽEK, E. DUDÍKOVÁ

Účel pokusných prác s elektroaerosólmi

Pretože súčasná chladiarenská technológia nemôže zabezpečiť v požadovanom rozsahu dlhodobú úchovu chýlostivých záhradných plodín, začalo sa v zahraničí, najmä od roku 1945, s uplatňovaním regulovanej atmosféry, t. j. skladového ovzdušia obohateného najmä CO_2 , resp. N_2 .

Aparatúry na reguláciu atmosféry pre chladiarenské sklady sa u nás nevyrábajú a ich dodávky sú pre značnú nákladnosť väčšinou nad hranice ekonomických možností našich podnikov. Preto pri našich pokusoch s regulovanou atmosférou so zreteľom na to, že táto má pri svojom priaznivom účinku tiež mnoho nevýhod, hľadali sme aj iné spôsoby technológie dlhodobého skladovania vybraných potravinárskych surovín a výrobkov, najmä ovocia a zeleniny.

Už dávno je známe, že ako zloženie atmosféry, tak aj elektrický stav ovzdušia má vplyv na živé organizmy, na pletivá a bunky. No jeho presný účinok nie je doteraz napriek mnohým pokusom spoľahlivo preskúmaný. Obrátili sme aj my pozornosť týmto smerom.

Ďalším podnetom (ako sme už uviedli) bola skúsenosť, že regulovaná atmosféra má pri svojom priaznivom účinku na skladované suroviny tiež mnoho nevýhod a s týmto spôsobom súvisí veľa problémov, a to najmä tieto:

- je potrebná veľmi nákladná hermetizácia skladových miestností (okrem chladiarenskej izolácie musí byť zabezpečená aj vzduchotesnosť), ktorá sa nezaobíde bez chýlostivých problémov (riešenie kanalizácie, odťahov atď.);

- musí sa rátať s finančne veľmi nákladnými a priestorovo objemnými strojmi (scrubbery CO_2 , regulačné a telemetrické prístroje atď.);

- treba brať do úvahy aj nepriaznivý vplyv umelej atmosféry na obsluhujúci personál (pri neopatrnosti nastávajú ireverzibilné zmeny na srdci účinkom vyššieho obsahu CO_2 , resp. iných plyných zložiek);

- musí sa zatažiť rozpočet podnikov nákupom zariadení zo zahraničia a odčerpávajú sa devízové prostriedky zo štátnej pokladnice.

Z týchto úvah a kalkulácií vznikla myšlienka hľadať iné cesty a uplatnenie elektroaerosólov na zdokonalenie chladiarenskej úchovy potravinárskych tovarov.

Materiál a metódy

Surovinou na uvedené pokusy boli jablká z úrody intenzívneho ovocného sadu JRD Vajnory v tomto odrodovom zložení:

- Golden Delicious
- Jonathan
- Starking
- Staymared.

Ovocie obrali v období od 7. do 15. októbra 1969 v štádiu zberovej zrelosti pracovníci VÚP v Bratislave priamo do ZK-klietok a takto sa transportovalo v kamiónoch do pokusných chladiarenských boxov v Bratislave, Trenčianska 53.

Rozmiestnenie pokusného materiálu vo vyššie uvedených 4 odrodách:

1. box č. VII: chladiarenské skladovanie – voľne a pod PE
2. box č. X: chladiarenské skladovanie – v CO₂
3. box č. XI: chladiarenské skladovanie – v N₂
4. box č. P: chladiarenské skladovanie – v aerosóloch

Surovinu uskladnili v pôvodných ZK-klietkach a stohovali na paletách. Netto obsah jednej klietky bol 25 kg. Tovar určený na sledovanie váhových strát bol v klietkach neprístupne uzatvorený.

Časť úrody z intenzívneho ovocného sadu JRD Vajnory odkúpil v tejto sezóne podnik Zelenina – Rača pre dlhodobé chladiarenské skladovanie, ktoré sa uskutočnilo v chladiarni č. 3 na základni Rača, kde sa uchovávalo pod PE v blokoch pri stohovaní 2 paliet, pričom na každej bolo po 4 vrstvy ZK-klietok, ktorých obsah bol taktiež 25 kg netto. Veľkosť blokov bola jednotná: 12 paliet = 192 klietok = 4800 kg netto.

V širšom odrodovom zložení, zahŕňujúcom však aj vyššie uvedený sortiment, skladovali sa chladiarensky jablká v uplynulej sezóne tiež na JRD Trhové Mýto a JRD Topoľníky, a to sčasti pod PE a sčasti voľne v blokoch nepresahujúcich celkove 1/2 vag. netto.

Ku všetkým týmto zásobám sme mali v skladovej sezóne 1969–70 prístup a sledovali sme stanovené parametre podľa nášho programu.

Klimatotechnologické podmienky

V priebehu skladovania suroviny v 4 rozličných podmienkach na VÚP v Bratislave kontrolovala sa najmä teplota a vlhkosť a udržiavala sa na konštantnej výške. Registračné záznamy sú nepretržité.

V priebehu pokusného skladovania sa sledovala teplota a vlhkosť týmito prístrojmi:

- telemetrickými aparátúrami
- termohygrografmi
- ortuťovými teplomeri (pod fóliami)
- vpichovými teplomeri (priamo v plodoch)
- vlasovými vlhkomermi (pod fóliami)
- aspiračným psychrometrom.

Laboratórne rozborý

V priebehu porovnávacieho pokusu konali sa nasledovné laboratórne rozborý:

- a) Základné fyzikálne rozborý
 - 1. konzistencia (penetrometrický)
 - 2. refrakcia (refraktometrický)
- b) Základné chemické rozborý
 - 1. sušina
 - 2. cukry (celkové)
 - 3. kyseliny (celkové)
 - 4. vitamín C
- c) Obsah CO_2 (detektormi CO_2 a automatickým analyzátorom)
- d) Obsah N_2 (odpočtom)
- e) Elektroaerosóly (elektrometrický, mikrofotometrický)
- f) Enzýmy (manometrickou Warburgovou metódou)
 - 1. kataláza
 - 2. dehydrogenáza
- g) Kontaminácia (kultivačnou metódou podľa ČSN 56 0291)
 - 1. plesne
 - 2. kvasinky
 - 3. baktérie
- h) Organoleptika (100-bodový systém)
- i) Váhové úbytky (v kg).

V rámci tejto úlohy sa navrhli a vyvinuli nové technologické strojné zariadenia, a to:

- 1. elektronický diferenciálny zvlhovač
- 2. rotačný generátor elektroaerosólov.

Obe zariadenia po ukončení príslušných funkčných skúšok boli inštalované ako prototypy a v tejto forme zaradené do priebehu pokusných prác.

Rozborové práce boli ukončené v priebehu mesiaca mája 1970 a do konca júna 1970 bola z pokusov zbývajúca surovina vyskladnená a vyúčtovaná.

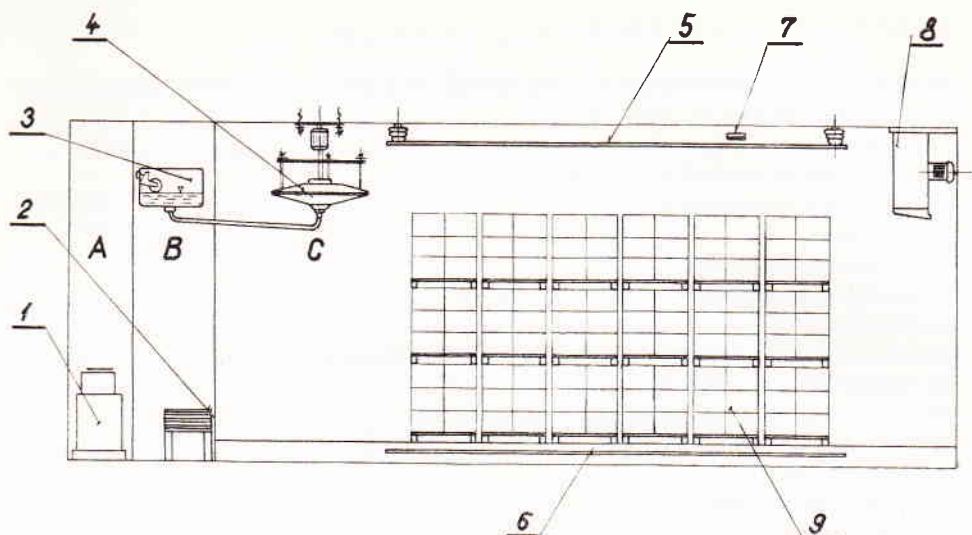
Popis strojného zariadenia

Konštrukcia a funkcia zariadenia na výrobu elektroaerosólov, ktoré sme zostrojili na VÚP, vyplýva z nasledovných výkresov: obr. 1, 2, 3, 4. Ako vidieť zo situačného náčrtu (obr. 1), je celé zariadenie inštalované v 3 miestnostiach (A, B, C):

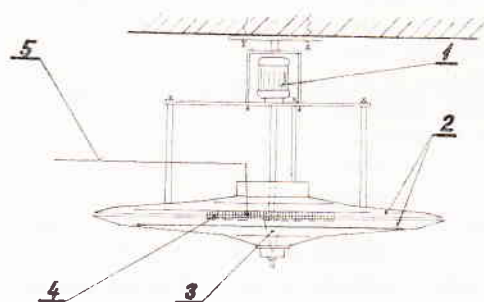
- A — je celkom malá miestnosť so zdrojom vysokého napätia,
- B — je tiež malá miestnosť s ovládacou jednotkou a pomocnými aparátúrami,
- C — je priestranná miestnosť s generátorom elektroaerosólov s príslušenstvom.

V miestnosti A je zdroj vysokého napätia (transformátor, inštalovaný podľa platných ČSN) obr. 1, pozn. 5.

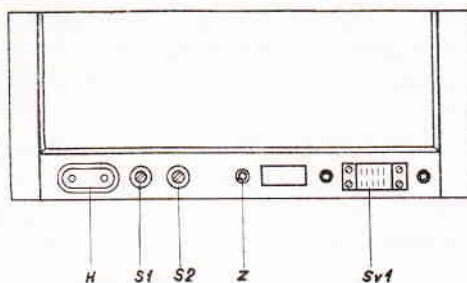
V miestnosti B je okrem iného príslušenstva ovládacia jednotka (obr. 1, poz. 12). Ovládaciú jednotku tvorí rozvádzač pre vlastný zdroj. Na prednom



Obr. 1. Situačné riešenie elektroaerosólového zariadenia



Obr. 2. Funkčný model rotačného generátora elektroaerosólov



Obr. 3. Napájacia časť ovládača generátora elektroaerosólov

paneli sú umiestnené manipulačné prvky a meracie prístroje, ktorými možno sledovať zaťažovací prúd a výstupné napätie.

V tejto miestnosti je inštalovaná vyrovnávací nádržka na vodu 7 do rotačného generátora. Pretože obyčajný plavákový systém vyrovnávacích nádrží sa ukázal pre naše účely nedostatočne presným a elektromagnetický spínač z dôvodov rušenia silným elektromagnetickým poľom nefungoval, použili sme karburátorový systém vyrovnávania vodnej hladiny, pričom všetky súčiastky sa zhotovili z plastických materiálov.

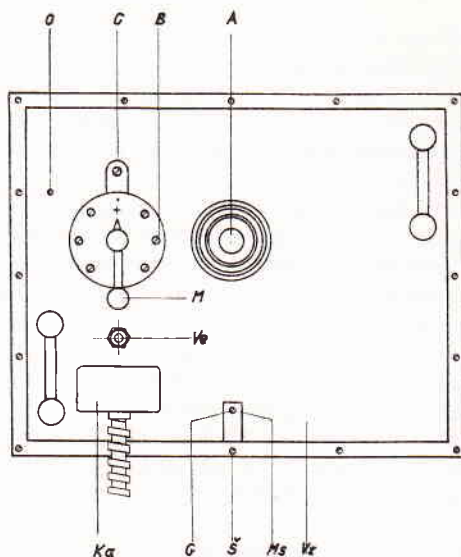
V miestnosti C sme naskladnili tovar, a to bežným, v praxi osvedčeným spôsobom (nevyžaduje sa žiadne zvláštne usporiadanie tovaru).

Na stropie miestnosti sme inštalovali rotačný generátor elektroaerosólov (obr. 1, poz. 2). Ďalej k nemu patriace príslušenstvo, a to 2 elektródy, jedna je vo vyhotovení ako kovová sieť 9, zavesená na izolátoroch na stropie a na-

pojená na vysoké napätie, druhá, pozostávajúca z plechu 8, je umiestnená pod podlahou a podľa platných noriem uzemnená.

Bezpečnostné opatrenia zodpovedajú ČSN 34 3100, § 12002 „Pracovné a prevádzkové predpisy pre elektrické zariadenia“.

V skladovej miestnosti sú ďalej prístroje bežné a potrebné vo všetkých potravinárskych chladiarňach, ako sú snímače teploty a vlhkosti 10, je tam chladiace zariadenie 11 čs. výroby, pričom skladovaný tovar je tiež bežným spôsobom paletizovaný.



Obr. 4. Veko zdroja vysokého napätia

Obr. 2 znázorňuje funkčný model rotačného generátora elektroaerosólov, zostrojený na VÚP. Pohon prístroja sa uskutočňuje elektromotorom 1 (HP 56—2, V 17, výkon 180 W, napätie 380/220 V, otáčky 2740/min.). Stator 2 a rotor 3 tohto generátora, ako aj všetky ostatné segmenty sú vyrobené z plastických hmôt (z elektroizolačných materiálov), pričom však kruhová mriežka 4 je z kovu a je napojená na vysoké napätie 5.

Funkcia elektroaerosólového generátora

Toto zariadenie má za úlohu udržiavať optimálnu vlhkosť pri súčasnom vytváraní elektricky nabitého aerosólu v ovzduší skladu.

Voda sa do aparátu privádza spodnou časťou jeho statora. Výška hladiny vody sa reguluje troma nastaviteľnými skrutkami na závesnej tyči, ktorými je aparát súčasne upevnený na strope. Výškou hladiny vody sa zároveň reguluje aj intenzita zavlhčovania.

Vytváranie elektroaerosólu sa deje tým spôsobom, že po rotujúcom kuželi 3 sa pohybuje axiálnym smerom vodný film, ktorý po dosiahnutí disku je

vystavený pôsobeniu odstredivej sily a vrhá vodné častice na kruhovú mriežku 4, kde nastáva ich trieštenie na rozmery 1–2 μm a ich elektrické nabíjanie, čím sú podmienené smerové účinky elektroaerosólu.

Elektroaerosól udržiava v sklade jednak potrebnú vlhkosť podľa nastaveného programu (tak napr. pre jablká a hrušky sa požaduje vlhkosť okolo 95 %) a jednak svojím elektrickým nábojom pôsobí priaznivo na stav ovzdušia v týchto priestoroch. Pri použití napätia 40 až 60 kV generuje sa aerosól, ktorého každá vodná častica dostáva náboj $1,5 \times 10^4$ elementárnych elektrostatických jednotiek.

Obsluha elektroaerosólového generátora

Bezpečnosť prevádzky pri použití vysokého napätia vyžaduje dôsledné zachovávanie bezpečnostných opatrení predpísaných príslušnými normami a predpismi ESČ.

Pri prevádzke musí sa vždy pamätať na to, že sa pracuje s vysokým napätím, ktoré je životu nebezpečné. Preto je aj vlastný zdroj umiestnený v kovo-vej skriní s dvojitým zámkom a s bezpečnostným vypínaním dverí.

Skúšky robíme od ovládacej jednotky, ktorá je umiestnená v samostatnej miestnosti. Prepojovací kábel je v pancierovej hadici. Kábel má 10-pólovú nožovú zástrčku a pripojí sa do pérovej zásuvky (obr. 3, poz. SV 1). Zdroj musí byť podľa predpisov ESČ uzemnený. Nie je dovolené zdroj uzemňovať s inými prístrojmi alebo strojmi. Zemniaci vodič sa pripojuje na svorku Z ovládacej jednotky a svorku G (obr. 4) na veku zdroja.

Na vonkajšej nádobe veka zdroja je umiestnený prepínač polarity zdroja M. Polaritu zdroja je dovolené prepínať len pri vypnutom zdroji.

Proti preťažovaniu pri skratoch je prístroj zabezpečený ochranným reléovým zariadením zabudovaným v ovládacej jednotke.

Ovládacie zariadenie k zavlhčovaču je umiestnené mimo skladovej miestnosti a pozostáva z usmerňovača, dvoch elektronických relé a svorkovnice. Automatika je napájaná sieťovým jednofázovým prúdom 220 V a má celkovú spotrebu 15 W. Konštrukcia automatiky vyhovuje bezpečnostným predpisom o trvalej bezporuchovej prevádzke. Toto zariadenie sa dáva do prevádzky jediným spínačom, ktorý je umiestnený v skrinke automatiky.

Požadovaná vlhkosť sa nastavuje regulačnou skrutkou na snímači, ktorý je umiestnený v skladovej miestnosti.

Technické účinky elektroaerosólov

Obsah iónov v normálnom ovzduší

Pod pojmom ióny rozumieme malé, elektricky nabité častice zložiek vzduchu. Najmenšie ióny zodpovedajú, pokiaľ ide o veľkosť, asi molekulám (10^{-8} cm), najväčšie patria už do oblasti prachu (10^{-4} cm). Množstvo iónov v ovzduší podlieha časovým a miestnym zmenám a závisí od rôznych činiteľov. Už dávno je známe, že elektrický stav ovzdušia má vplyv na živé organizmy, no jeho presný účinok nie je doteraz napriek mnohým pokusom spoľahlivo preskúmaný.

Ióny vznikajú niekoľkokrátym spôsobom: pôsobením elektrických polí, rádio-

aktívnym, ultrafialovým a röntgenovým žiarením, ale aj rýchlo sa pohybujúcimi plynovými alebo kvapalnými útvarmi, narážajúcimi na pevné telesá.

Ako uvádzame v predchádzajúcej stati, účinkom odstredivej sily dochádza k triešteniu, pričom vznikajú častice rozmerov priemerne 1–2 μm .

Elektroaerosól udržiava v sklade jednak potrebnú vlhkosť podľa nastaveného programu a jednak svojím elektrickým nábojom priaznivo pôsobí na stav ovzdušia v týchto priestoroch: Pri použití napätia 40 až 60 kV generuje sa aerosól, ktorého každá vodná častica vykazuje pri meraní náboj asi $1,5 \times 10^4$ elementárnych elektrostatických jednotiek.

Praktický význam vyššie uvedeného zariadenia spočíva v tom, že pri optimálnom chladení a zvlhčovaní vytvárajú sa také podmienky v skladovom prostredí, ktoré zlepšujú dlhodobú úchovu ovocia a zeleniny v čerstvom stave, čo prisudzujeme najmä týmto účinkom:

- elektricky nabité vodné častice pri svojich dráhach k opačne nabitej elektróde zachytávajú mikróby, čo vedie k čisteniu skladového prostredia, a teda aj k obmedzeniu plesňových a hnilobných procesov, a tým aj patologických úbytkov skladovanej suroviny,
- chemické reakcie elektroaerosólu, elektrolytické vlastnosti ovzdušia, a najmä účinky stôp O_3 a H_2O_2 prispievajú k čisteniu skladovej atmosféry od nežiadúcej mikroflóry,
- pri zmenách chemických a elektrických vlastností skladového ovzdušia vytvárajú sa pri vysokej relatívnej vlhkosti z kondenzačných jadier na skladovaných plochách aerosólové filmy spolupôsobiace na udržanie turgoru (bunečného napätia), a tým aj čerstvosti a sviežosti skladovaných plodín,
- vykonané rozborov naznačujú, že silné elektrostatické pole má priaznivý vplyv na proces hemibiózy, a to prostredníctvom enzymatických systémov.

Výsledky porovnávacích pokusov dlhodobej úchovy ovocia

1. Výsledky základných chemických rozborov

Všetky sorty jabĺk sa skladovali v 4 samostatných boxoch v nasledovných podmienkach:

A. Chladiarenská úchova (označenie CH)

Ovocie sa skladovalo v chladiarenskom boxe pri konštantnej teplote $+3^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vzduchu cca 85 %.

B. Úchova v upravenej atmosfére CO_2

Uplatnila sa regulovaná atmosféra I. stupňa za použitia blokového chladenia tým spôsobom, že sa výparník oddelil od skladovaného ovocia PE stenou (fólia 0,05 mm). Dýchaním ovocia sa vytvorila atmosféra obohatená CO_2 , priemerný obsah bol 4,3 %. Obsah CO_2 sa meral detekčnými trubičkami na CO_2 . Klimatotechnologické parametre boli volené tak, aby sa teplota blížila k 0°C , avšak v skutočnosti bola za fóliou priemerne $3,2^\circ\text{C}$. Relatívna vlhkosť kolísala v rozmedzí 85–90 %.

C. Úchova v upravenej atmosfére N_2

Regulovaná atmosféra so zvýšeným obsahom N_2 sa upravila umelým dózovaním plynného N_2 z bomby a jeho obsah sa udržiaval na 92 % obj. Kontrola a meranie obsahu N_2 sa uskutočnilo nepriamou metódou pomocou kontinuálneho stanovenia obsahu O_2 automatickým analyzátorom O_2 — obsah N_2 sa stanovil odpočítaním. Výparník chladiaceho zariadenia je umiestnený mimo vlastného skladovacieho priestoru, v dôsledku čoho sa dosiahla vysoká priaznivá relatívna vlhkosť nad 90 %. Udržiavala sa konštantná teplota $+2^\circ C$.

D. Úchova za uplatnenia elektroaerosólov (označenie EA)

Pre túto časť pokusu sa stanovili rovnaké klimatotechnologické parametre (teplota $+2^\circ C$, relatívna vlhkosť nad 90 %), avšak pre projekčné a konštrukčné nedostatky došlo k značným výchylkám teploty, ktorá v jesenných horúčavách vystupovala až nad $+8^\circ C$ a počas zimných mrazov klesla na $-4^\circ C$. Tieto výkyvy nepriaznivo ovplyvnili výsledky tejto časti pokusov. Vlhkosť bola automaticky udržiavaná na cca 90 %. Zapínanie elektroaerosólového generátora nebolo automatické z dôvodov jeho zdokonaľovania v priebehu pokusu a odstraňovania jeho závad. V priemere $2 \times$ týždenne počas 1 hodiny bola surovina vystavená pôsobeniu elektroaerosólov.

Analytické metódy: Sledovali sa zmeny niektorých dôležitých zložiek ovocia v závislosti od doby uskladnenia. Rozbory sa vykonávali pri ovoci uloženom v podmienkach A a C, označovaných CH a EA, t. j. v panelovom boxe za uplatnenia elektroaerosólov v porovnaní s ovocím uloženým chladiarenským spôsobom.

a) Príprava priemernej vzorky:

Priemerná vzorka na jednotlivé rozbory sa získala z troch plodov tej istej sorty postrúhaním na plastikovom strúhadle po predchádzajúcom odstránení nepoživatelných častí, resp. homogenizáciou na mixéri.

b) Stanovenie sušiny:

Sušina sa stanovovala vysušením priemernej vzorky do konštantnej váhy v sušiarňi pri teplote $105^\circ C$.

c) Refraktometrická sušina:

Odčítala sa na cukornom refraktometri Meopta.

d) Stanovenie celkových cukrov:

Po vyzrážaní bielkovín podľa Carréza a inverzii sacharózy sa celkové cukry stanovili ako redukujúce cukry metódou podľa Bertranda.

e) Stanovenie celkových kyselín:

Celkové organické kyseliny sa stanovili titráciou lúhom a prepočtom na kyselinu jablčnú.

f) Stanovenie vitamínu C :

Kyselina l-askorbová sa stanovila titráciou s 2,6-dichlórfenolindofenolom po predchádzajúcej homogenizácii a extrakcii za studena v atmosfére CO_2 .

g) Váhové straty :

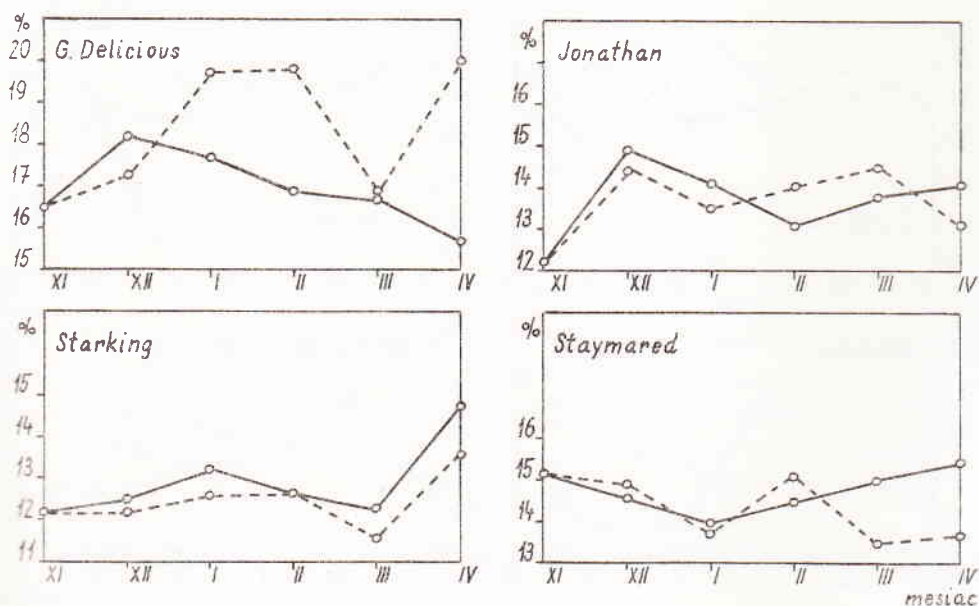
Zistil sa rozdiel váhy ovocia uloženého v zatvorených kliebkach na začiatku a na konci pokusu (vo všetkých boxoch).

Výsledky

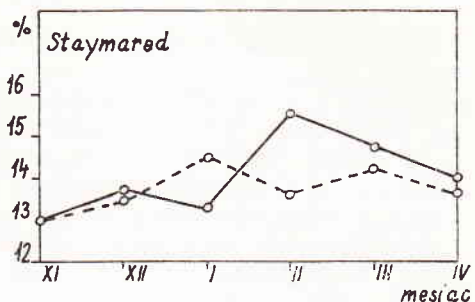
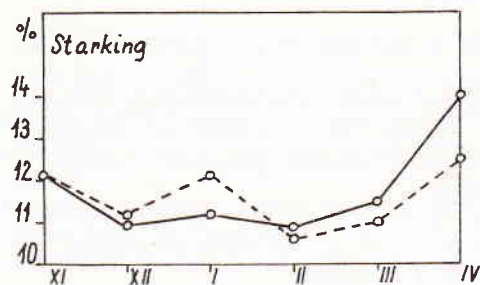
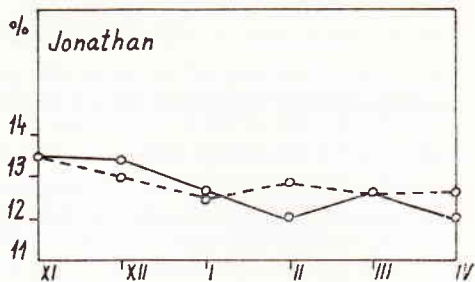
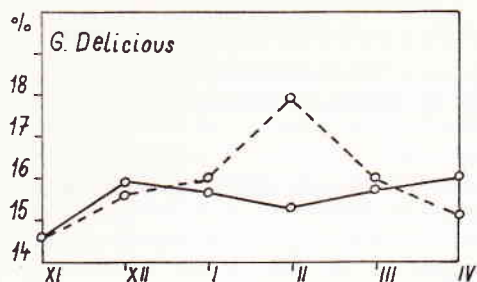
V priebehu skladovacieho pokusu došlo k zmenám obsahu sušiny, ktoré sú graficky znázornené na obr. 5. Pri G. Delicious je pozorovateľný rozdiel medzi skladovaním za účinkov elektroaerosólov oproti chladiarenskému spôsobu, pri ktorom došlo k väčšej strate vody. Zmeny obsahu sušiny pri ostatných troch sortách jablák sa v porovnávaných podmienkach prakticky neodlišujú a nedošlo ani k podstatnému zvýšeniu sušiny.

Zmeny refraktometrickej sušiny (obr. 6) prebiehali pri všetkých sortách v porovnávaných podmienkach približne rovnako, až na sortu Jonathan, kde došlo k nevýraznému zvýšeniu refraktometrickej sušiny.

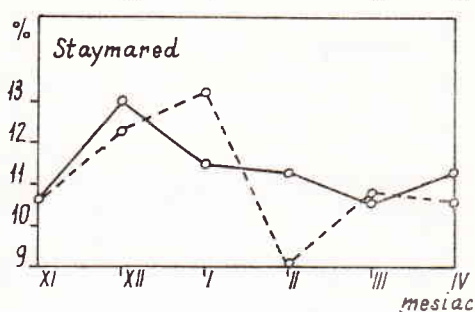
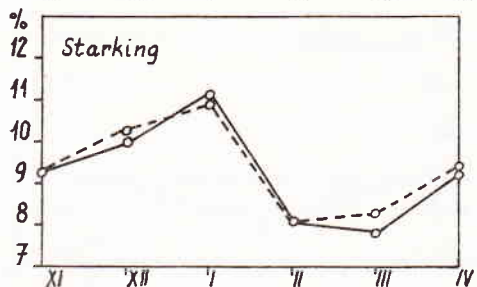
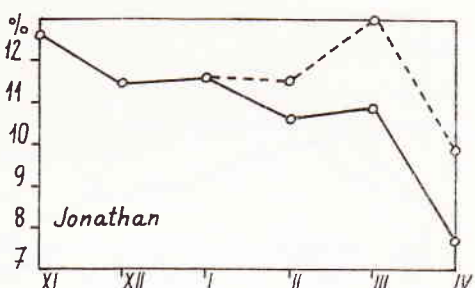
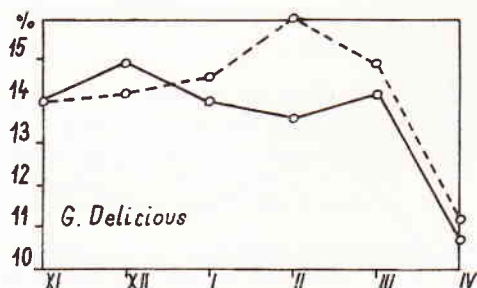
Pri sortách G. Delicious a Jonathan došlo počas skladovacieho obdobia v oboch porovnávaných skladovacích podmienkach k pozvoľnému poklesu obsahu celkových cukrov (obr. 7). V poslednom mesiaci sa prejavil výrazný pokles, spôsobený zvýšením intenzity intramolekulárneho dýchania ku koncu pokusu. Pri skladovaní za účinku elektroaerosólov sa prejavil o niečo väčší pokles obsahu cukrov. Pri sortách Starking a Staymared sa priebeh zmien



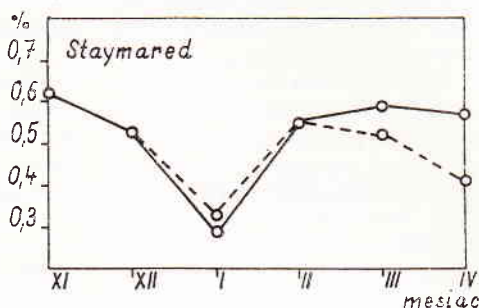
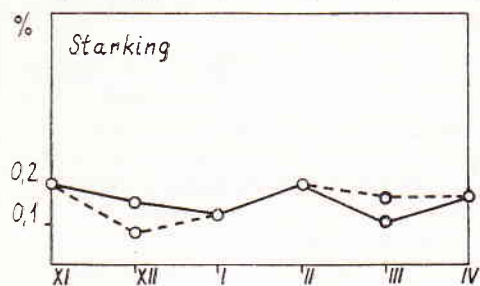
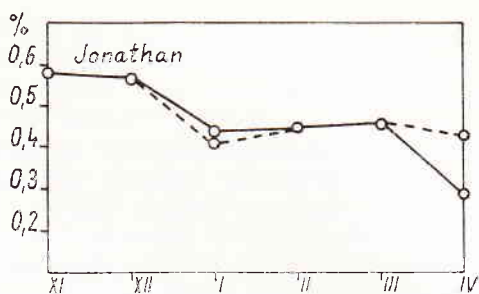
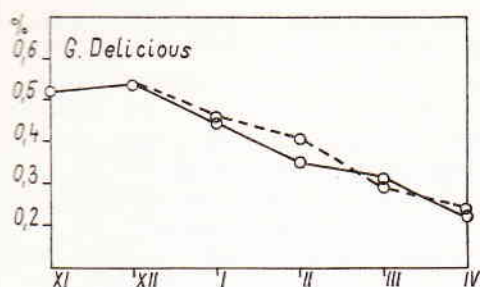
Obr. 5. Zmeny obsahu sušiny (— EA, --- CH)



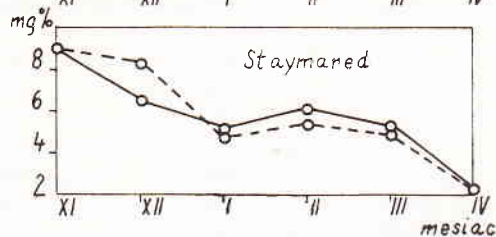
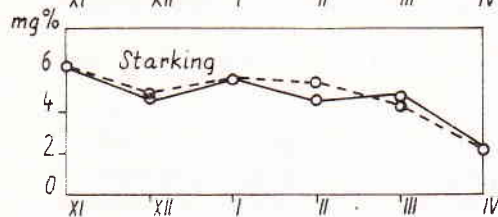
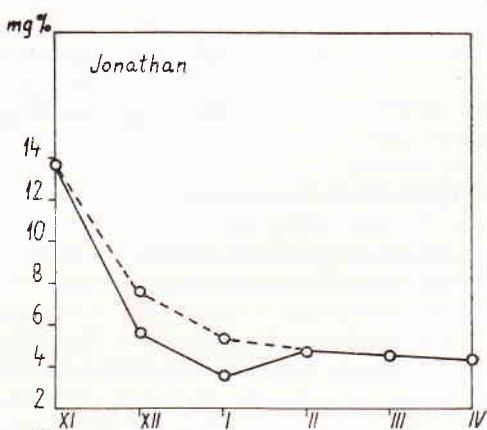
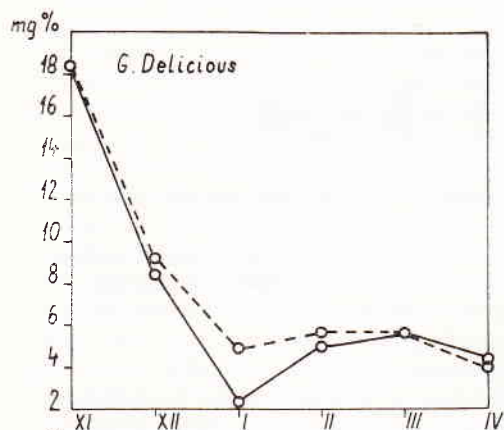
Obr. 6. Zmeny refraktometrickej sušiny (— EA, — — — CH)



Obr. 7. Zmeny obsahu celkových cukrov (— EA, — — — CH)



Obr. 8. Zmeny obsahu celkových kyselin (— EA, - - - CH)

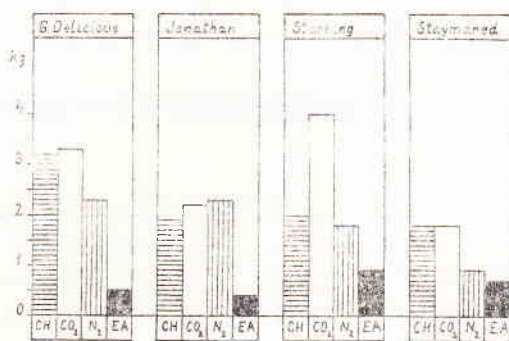


Obr. 9. Zmeny obsahu vitamínu C (— EA, - - - CH)

obsahu cukrov pri skladovaní za účinku elektroaerosólov v porovnaní s chladiarenským spôsobom skladovania podstatne zhodoval. V prvých mesiacoch skladovania došlo k zvýšeniu obsahu cukrov, spôsobenému pozberovým dozrievaním týchto typických zimných sort. Zvýšenie obsahu cukru pri odrode Starking ku koncu skladovania nevyjadruje skutočný prírastok cukrov, ale je odrazom podstatného zvýšenia sušiny v tejto fáze pokusu (pozri obr. 5).

Zmeny obsahu celkových kyselín pri odrodách G. Delicious, Jonathan a Staymared vykazovali temer pravidelný, veľmi pozvoľný pokles (obr. 8). Pri odrode Starking je zdanlivo konštantný obsah kyselín, avšak vzhľadom na zvýšenie sušiny ku koncu skladovania (pozri obr. 5) nastal v skutočnosti rovnako pokles obsahu kyselín. Rozdiely medzi ovocím skladovaným v EA a CH sú zanedbateľné.

Pri odrodách G. Delicious a Jonathan došlo v prvej polovici skladovacieho obdobia k výraznému poklesu vitamínu C, v druhej polovici je obsah vitamínu C prakticky konštantný (obr. 9). Pri odrodách Starking a Staymared je menej výrazný rovnomerný pokles obsahu vitamínu C v priebehu celého pokusu. Rozdiely medzi uplatnením podmienok EA a CH sú zanedbateľné.



Obr. 10. Celkové váhové straty z 30 kg vzoriek za 5 mesiacov skladovania (kg)

Záverom možno konštatovať, že sa pri sledovaní zmien uvedených základných zložiek ovocia skladovaného chladiarenským spôsobom za uplatnenia elektroaerosólov v porovnaní s normálnym chladiarenským spôsobom neprejavili vzhľadom na narušenie klimatotechnologických podmienok v pokusnom skladovacom boxe preukázateľné rozdiely. Napriek tomu sú výsledky priaznivé, pretože sa dokázalo zamedziť stratám dôležitých zložiek ovocia v podstatnej miere a uchovať ovocie v dobrom stave až do neskorých jarných mesiacov.

2. Výsledky mikrobiologickej kontroly ovzdušia skladovacích priestorov

Pre posúdenie priebehu skladovania vybraných odrôd jabĺk počas celej dĺžky skladovacích pokusov z hľadiska výskytu a rastu mikroorganizmov, ako aj pre možnosť účinného zásahu v prípade ich nadmerného rozmnoženia sme uskutočňovali mikrobiologickú kontrolu ovzdušia jednotlivých boxov. Za účelom orientačného posúdenia kontaminácie vzduchu sa zisťoval celkový počet

mikroorganizmov. S prihliadnutím na skladovaný materiál, t. j. jablká, sa pre stanovenie mikrobiálneho obrazu vzduchu sledoval počet spór plesní.

Metóda

Určenie počtu mikróbov vo vzduchu sa konalo aeroskopom podľa ČSN 56 0291 „Mikrobiologické skúšanie mrazených potravín“. Aeroskopom sa nasaje známe množstvo vzduchu, z ktorého sa spóry baktérií a plesní zachytia na povrchu živnej pôdy v Petriho miske. Po inkubácii v termostate sa odčíta počet vyrastených kolónií a prepočíta na objem 1 m^3 vzduchu. Pre stanovenie celkového počtu mikroorganizmov sa použil ako živná pôda mäsopeptonový agar s glukózou a pre počet spór plesní agar podľa Sabourauda. Každý odber vzduchu sa robil dvakrát a ako výsledný údaj sa považoval aritmetický priemer vypočítaných hodnôt.

Výsledky

Pred naskladnením ovocia do boxov sa pre porovnanie zistil celkový počet mikroorganizmov a počet spór plesní. Celkový počet mikroorganizmov vykazoval v priebehu celého skladovacieho pokusu menšie nepravidelné zvyšovanie alebo pokles a jeho hodnoty sú relatívne nízke — radu 10^2 . Sledovanie obsahu spór plesní vo vzduchu vykazovalo v priebehu skladovania pri všetkých štyroch spôsoboch uskladnenia postupné zvyšovanie. Prítomnosť kvasiniek bola len ojedinelá. Vyrastené kolónie plesní predstavovali typickú prirodzenú skladovú pleseň (r. *Penicillium*), vyskytujúcu sa na ovoci. Väčšina nameraných hodnôt obsahu spór plesní je v porovnaní s uvedenou normou veľmi vysoká (norma udáva hodnoty väčšie ako $3,2 \times 10^2$ ako nevyhovujúce). Organoleptické vlastnosti ovocia, ako aj viditeľný zdravotný stav plodov však neboli narušené. (Namerané hodnoty sú uvedené v tabuľkách 1 a 2.)

Otázkou mikroflóry ovzdušia potravinárskych priestorov sa zaoberal rad autorov a zamerali sa aj na posúdenie charakteru vyššie citovanej normy (Hrubý, Marešová). Zistili, že charakter tejto normy je špekulatívny, pretože neberie do úvahy, že rôzne potraviny sú nepriaznivo ovplyvňované rôznymi skupinami mikroorganizmov. Pre čísla, limitujúce počet rôznych skupín mikroorganizmov, nie sú platné podklady, pretože sa nedá predpokladať, že by väčší počet týchto limitovaných mikroorganizmov ohrozil akosť tovaru alebo zdravotný stav konzumentov.

Tabuľka 1. Celkový počet mikroorganizmov v 1 m^3 vzduchu

Mesiac	CH	CO ₂	N ₂	EA
X.	$3,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$4,4 \times 10^2$
XI.	$5,9 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$
XII.	$6,8 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$
I.	$2,1 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$
II.	$1,6 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$5,1 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$
III.	$1,7 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$
IV.	$4,5 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$

Tabuľka 2. Počet spór plesní v 1 m³ vzduchu

Mesiac	CH	CO ₂	N ₂	EA
X.	$2,9 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$	$7,1 \times 10^2$
XI.	$8,3 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$
XII.	$1,8 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$3,4 \times 10^3$	$6,8 \times 10^3$
I.	$9,7 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$	$1,7 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$
II.	$1,6 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$9,5 \times 10^3$
III.	$7,5 \times 10^3$	$1,4 \times 10^4$	$7,1 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$
IV.	$6,0 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$

Na tomto základe dochádzame k záveru, že mikrobiálna čistota skladovacích priestorov počas celého pokusu bola vyhovujúca a nedošlo k nežiadúcej kontaminácii.

S ú h r n

Pri hľadaní nových spôsobov technológie dlhodobého skladovania vybraných potravinárskych surovín a výrobkov, najmä ovocia a zeleniny, cieľom rozšírenia skladovacích normočasov, v snahe rozšírenia sortimentu dlhodobe skladovaných tovarov, a najmä so zreteľom na obmedzenie skladových úbytkov na minimum, skúšali sme využitie elektroaerosólov generovaných zariadením, ktoré sme si pre tieto účely na našom ústave zostrojili.

Výsledky vykonaných rozborov oprávňujú predpokladať túto metódu za perspektívnu, preto ju zaradujeme do pokračujúceho výskumu.

Исследование возможностей применения электроаэрозолей для продления сохранения пищевого сырья

Выводы

При поиске новых способов технологии длительного складирования подобранного пищевого сырья и изделий, главным образом фруктов и овощей, с целью расширения времени складирования, в стремлении расширения ассортимента товаров дежидных длговременно на складе, и особенно принимая во внимание ограничение складочных уменьшений на минимум, мы испытывали использование электроаэрозолей возбуждаемых оборудованием, которое мы для этих целей соорудили в нашем институте.

Результаты произведенных анализов дают нам право предполагать, что этот метод перспективен и поэтому мы его включаем в дальнейшее исследование.

Research of Alternatives in Applying Electroaerosols for Prolongation of Preservation of Food Raw Materials

Summary

Search for new technologies for long-term storage of selected food raw materials and products especially of fruit and vegetables with task of extending their storage time. Trying to enlarge the assortment of long time stored products and to limit storage losses to minimum we have examined the exploitation of electroaerosols generated by the device designed for this purpose in our Institute.

The results of realized analyses enable to consider this method as a perspective one and therefore, it will be assumed as a continous research.