

Zmeny kryoanabioticky konzervovaných potravín počas ich skladovania

A. PRUGAROVÁ

K základným typom chemických a fyzikálnych zmien, ktoré majú vplyv na výslednú kvalitu mrazených potravín, patria zmeny vyskytujúce sa počas tepelnej úpravy, ako aj zmeny spôsobené zmrazovaním a mraziarenským skladovaním.

Živé bunky rastlinných pletív a živočíšnych tkanív sú vysokoorganizovanými jednotkami, obsahujúcimi veľa druhov vnútrobunkových častíc. V skutočnosti môže byť bunka zobrazená ako spojitosť viacerých odlišných systémov, existujúcich v symbiotickom spojení. Jeden takýto systém spája systém enzýmových formácií jadra a ribozómov. Porušenie, poškodenie jednej časti tohto systému môže spôsobiť chaos v organizácii bunky. Vychádzajúc z komplexnosti bunky, veľa zmien sa môže vyskytovať pri zmrazovaní a mraziarenskom skladovaní surových, neblanširovaných potravín, nehovoriac o zmenách, ktoré vznikajú pri tepelnej úprave. Kryoanabiotická i ostatné konzervačné technológie sa nevyhnú tomu, aby konzervované potraviny neboli poznačené určitými chemickými a fyzikálnymi zmenami. Dôležité však je, aby sa pri kryoanabiotickej konzervácii podľa možnosti eliminovali tie zmeny, ktoré poškodzujú senzorickú a nutričnú hodnotu takto konzervovaných potravín.

Mnohé fyzikálne a chemické zmeny môžu poškodzovať kryoanabioticky konzervované potraviny. Vhodné technologické opracovanie, zaobchádzanie s mrazenými potravinami obmedzuje tieto zmeny, ale treba ešte získať veľa informácií o zmenách, ktoré sa vyskytujú v rozličných štádiách skladovania mrazenej potraviny [1].

Skladovanie mrazených potravín je vlastne predĺžením výrobného procesu a musí sa mu preto venovať podstatne viac pozornosti ako skladovaniu iných konzervovaných potravín. Vyplýva to už z toho, že oteplením sa stáva potravina opäť neskladovateľnou. Zmrazovanie nezastavuje nežiadúce reakcie látkových zložiek potravín, ale ich iba brzdí, kvalita mrazenej potraviny za nesprávnych skladovacích podmienok sa preto môže veľmi zhoršiť.

Hlavnou príčinou vzniku zmien kvality skladovaných mrazených potravín sú zmeny v ľadovej formácii a odparovanie vody. Prvej z týchto príčin sa čelí najmä uložením potraviny pri primerane nízkych teplotách, ktoré nekolísajú. To je dôležité, lebo pri zvýšení teploty mrazenej potraviny iba na krátky čas,

odtopí sa primerané množstvo vody, a pretože sa jej nová premena na ľad uskutoční v mraziarenskom sklade vždy omnoho pomalšie ako v zmrazovacom zariadení, dochádza k narastaniu väčších kryštálov so všetkými nepriaznivými dôsledkami. Zvlášť škodlivé sú akékoľvek výkyvy teplôt pri potravinách skladovaných pri veľmi nízkych skladovacích teplotách (248—243 K).

Druhá hlavná príčina zmien skladovaných potravín, t. j. odparovanie vody, musí sa v mraziarenských skladoch obmedzovať, aby nedošlo k nežiadúcemu vysušeniu skladovaných potravín. Vzduch v sklade musí mať stálu a nízku nekolíšavú teplotu, aby sa tovar čiastočne nerozmrazoval a voda z tovaru nadmerne neodparovala. Malá priemerná vlhkosť zvlášť priaznivo spomaľuje odparovanie skladovaného tovaru. Z tohto hľadiska majú prednosť čiastočne predsušené potraviny. Veľmi dôležitým opatrením, ktoré znižuje odparovanie vody z mrazených potravín, je ich balenie. Každý, hoci aj pomerne priepustný obal vytvára okolo vlastnej mrazenej potraviny chránené prostredie, ktoré bráni prúdeniu vzduchu. Ešte účinnejšie sú z tohto hľadiska pomerne nepriepustné obaly [1].

Uvedené dve príčiny — zmeny v ľadovej formácii a odparovanie vody — majú veľký vplyv na fyzikálne zmeny kvality skladovaných mrazených potravín. Zmeny v ľadovej formácii, t. j. rekryštalizácia ľadu, je zapríčinená tým, že rýchlosť zmrazovania je rozdielna v rozličných vrstvách potravín. Z toho vyplýva, že kryštály ľadu sú väčšie vo vnútri potravín ako na jeho povrchu. Ďalšia rekryštalizácia nastáva počas mraziarenskeho skladovania. Aj keď je v mraziarenskom sklade ideálne konštantná teplota, tlak pár nad kryštálmi je o to väčší, čím sú menšie ich rozmery. Tento stav zapríčiňuje medzi malými a veľkými kryštálmi ľadu tlakový rozdiel pár, v dôsledku čoho sa veľké kryštály zväčšujú na úkor malých kryštálov. Pri dlhodobom mraziarenskom skladovaní dochádza preto k rastu veľkých kryštálov, čo nepriaznivo ovplyvňuje kvalitu skladovaných mrazených potravín, a to najmä konzistenciu a uvoľnenie šťavy po rozmrazení. Škodlivým fyzikálnym zmenám, spôsobeným rekryštalizáciou ľadu, môžeme do istej miery zabrániť, keď sa počas zmrazovania dosiahne približne rovnaká veľkosť ľadových kryštálov, čo sa dá dosiahnuť napr. použitím kvapalného dusíka pri zmrazovaní [2].

Ako sme už uviedli, straty hmotnosti počas skladovania mrazených potravín, spôsobuje odparovanie vody zo skladovaného mrazeného tovaru. Veľkosť straty hmotnosti úbytkom vody z mrazeného tovaru je daná:

- a) teplotou vzduchu,
- b) relatívnou vlhkosťou vzduchu,
- c) rýchlosťou prúdenia vzduchu nad tovarom.

Pri rovnakej relatívnej vlhkosti značne poklesne rýchlosť premeny vody zo zmrazeného tovaru na vodnú paru, keď je teplota nižšia. Zvyšovaním relatívnej vlhkosti sa úbytky hmotnosti znižujú, a keď sa relatívna vlhkosť priblíži hodnote 100 %, celkom prestávajú [3].

Okrem uvedených fyzikálnych zmien, ktoré nastávajú v skladovaných mrazených potravinách vplyvom zmien ľadových formácií a vplyvom odparovania vody, majú na kvalitu skladovaných potravín podstatný vplyv aj chemické zmeny. Medzi chemické zmeny, ktoré môžu nastať počas mraziarenskeho skladovania, patria: oxidácia lipidov, enzymatické hndnutie, degradácia chlorofylu, pigmentov a vitamínov [4].

Tieto chemické zmeny výrazne negatívne ovplyvňujú výživovú hodnotu

skladovaných mrazených potravín. Kvalitatívne straty, spôsobené oxidáciou zložiek potravy, zahŕňajú straty kyseliny askorbovej, stratu farbiva, ako aj výskyt tzv. potuchnutej chuti, spôsobenej produktmi vzniknutými pri oxidácii lipidov. Z hľadiska nutričného patrí k najzávažnejším zmenám strata kyseliny *l*-askorbovej, spôsobená jej oxidáciou. Po oxidácii sa kyselina *l*-askorbová mení na kyselinu dehydroaskorbovú, ktorá je ešte fyziologicky účinná, ale prechádza nevratne na fyziologicky už neúčinnú kyselinu 2,3-diketo-L-gulonovú. Obsah kyseliny askorbovej a dehydroaskorbovej sa označuje súhrnne ako vitamín C [5].

Skladovacia teplota má veľký vplyv na zachovanie kyseliny askorbovej. Podľa Philippona [6] došlo k veľkým stratám kyseliny askorbovej v zelenej fazuľke, ktorá sa skladovala pri teplote 263 K, avšak pri skladovacích teplotách 255 a 248 K boli straty kyseliny askorbovej podstatne nižšie. Autor zistil, že pri krátkodobom skladovaní pri kolísavej teplote 255 K boli straty kyseliny askorbovej pomerne malé, kým pri dlhodobom skladovaní podstatne vyššie ako pri stabilnej teplote 255 K. Na základe dosiahnutých poznatkov autor odporúča presné dodržiavanie konštantných mraziarenských skladovacích teplôt, aby sa predišlo stratám obsahu kyseliny askorbovej počas mraziarenskeho skladovania.

Už pomerne dlho sa vo výskume, týkajúcom sa skladovacej stability potravín, používa obsah kyseliny askorbovej, ako jeden z hlavných indikátorov oxidatívnych poškodení. Touto problematikou sa v súčasnosti zaoberá veľa autorov. Napríklad Guadagni [7] vo svojej práci dokázal, že v mrazených jahodách je zvýšenie obsahu oxidačných produktov kyseliny askorbovej (kyselina dehydroaskorbová a kyselina 2,3-diketogulonová) priamoúmerné času skladovania. V prípade mrazeného hrášku a mrazenej zelenej fazuľky boli pôvodné hodnoty obsahu kyseliny askorbovej pred skladovaním výrobku také nízke, že zisťovanie koncentrácie oxidačných produktov kyseliny askorbovej by bolo zaťažené veľkou chybou, preto ho autori nerobili [7].

Kramer [8] vo svojej práci opisuje vplyv času a teploty skladovania na úchovu obsahu vitamínu C. Vo svojej práci poukázal na to, že skladovacia teplota 252 K zaistí uchovanie aspoň 90 % pôvodného obsahu vitamínu C počas 12 mesiacov v skladovanej špargli, zelenej fazuľke a hrášku, avšak za týchto skladovacích podmienok v mrazenom ružičkovom keli, karfioli, špenáte a v broskyniach môže nastať až 50 % strata pôvodného obsahu vitamínu C.

Treba však uviesť, že názory autorov na retenciu obsahu kyseliny askorbovej v skladovanej mrazenej zelenine a ovocí sa niekedy značne rozchádzajú. Napríklad na rozdiel od údajov Kramera [8], Hudson [9] vo svojej práci z roku 1974 nezistil nijakú zmenu v obsahu vitamínu C v mrazenom ružičkovom keli počas 12-mesačného skladovania pri skladovacej teplote 255 K. Treba však vziať do úvahy, že tieto údaje veľmi závisia od použitých odrôd, druhu, metódy stanovenia a od citlivosti meracích prístrojov.

Ďalšou nežiadúcou zmenou, ktorá sa vyskytuje počas mraziarenskeho skladovania, je kryštalizácia cukru. Cukor môže počas mraziarenskeho skladovania vykryštalizovať na povrchu mrazených ovocných výrobkov (napr. pretlakov, drení, krémov) s vysokým obsahom cukru. Táto kryštalizácia prebieha najrýchlejšie pri teplote 250 K, rýchlejšie ako pri hociktovej nižšej alebo vyššej skladovacej teplote. Tomuto javu sa dá zabrániť prídavkom určitého množstva invertného cukru na nahradenie normou predpísanej časti sacharózy. Niekedy

kryštalizuje mliečny cukor, laktóza, v smotanových zmrzlínach a mrazených krémoch, čo sa prejavuje ako tzv. „piesková“ konzistencia, nepriaznivo pôsobiaca na konzumenta [10].

Pomerne známou nepriaznivou zmenou, vyskytujúcou sa počas mraziarenskeho skladovania mrazeného mäsa a rýb, je tzv. „spálenie mrazom“ (freezer burn). Je to vlastne lokálna dehydratácia výrobku, spôsobená migráciou alebo sublimáciou vody. Okrem nepriaznivého estetického dojmu spôsobuje táto lokálna dehydratácia výskyt zmien, ktoré sa nevyskytujú, aspoň nie tak veľmi rýchlo, v nepoškodenom materiáli. Takouto zmenou je napríklad oxidáciou lipidov spôsobená potuchnutá príchuť, ktorá sa vyskytuje u mrazených moriek a kurčiat v miestach popálenia mrazom, kde ľad nezabraňuje prístupu kyslíka k tuku. Výrobok sa z veľkej časti môže uchrániť pred popálením mrazom vhodným balením, čo platí najmä pre mrazenú hydinu [10]. „Spálenie mrazom“ pri mraziarenskom skladovaní je zapríčinené čiastočne kolísaním teploty v mraziarenskom sklade, ktoré ovplyvňuje stratu hmotnosti a akosť mrazených potravín v dôsledku vysušovania. Jedným z činiteľov, ktorým sa pripisuje zodpovednosť za „spálenie mrazom“, je napr. mechanické namáhanie. Mechanické namáhanie môže pochádzať zo zmien objemu spojených s premenou skupenstva kvapalina—ľad, z premiestnenia vody, ktoré sprevádza pomalé zmrazovanie, z rekryštalizácie alebo z gradientu teploty vo vnútri výrobku [4].

Jednou zo zmien, vyskytujúcich sa počas mraziarenskeho skladovania mrazených omáčok s prísadou bielej múky, je separácia škrobu z vodnej fázy. Škrobové zrná, umiestnené v rastlinnej bunke pozostávajú z amylózy a amylopektínu. Amylopektín je extrémne dlhý polymér, rozvetvený, niekoľkokrát dlhší ako amyλόza, ktorá je lineárnym polymérom. Kvôli lineárnej štruktúre amyλόzy, keď sa zohriaty roztok škrobu ochladzuje, molekuly amyλόzy sa môžu spájať do formy mikrokryštálov a tento jav sa nazýva retrogradácia. Dôsledkom je spomínaná separácia, t. j. oddelenie škrobu z vodnej fázy. Retrogradácia škrobu je dôležitá z hľadiska skladovacej stability mrazených múčnych omáčok a iných podobných pekárenských výrobkov. Použitím amylopektínu (náhrada bielej múky múkou z tzv. voskovej ryže), ako zahusťovacieho činidla, dostaneme bielu omáčku oveľa stabilnejšiu pre mraziarenské skladovanie, ako je omáčka pripravená použitím múky [10].

Pri skladovaní mrazených potravín sa vyskytujú pomerne často zmeny farby. Tieto zmeny rozdeľuje Jansen [10] do týchto troch typov:

- a) zmena farby, spôsobená zmenou prirodzených farebných zložiek,
- b) strata farby do okolitého média,
- c) vývoj nového sfarbenia bez straty pôvodnej farby.

Príkladom zmeny farby, zapríčinennej zmenou prirodzených farebných zložiek, je premena chlorofylov na feofytíny, sprevádzaná zmenou pôvodnej jasnozelenej farby na farbu olivovozeleňú až žltohnedú, ktorá je charakteristická pre feofytíny. Feofytíny vznikajú nahradením horčíka v molekulách chlorofylov vodíkom. Túto nepriaznivú farebnú zmenu možno pozorovať pri mraziarenskom skladovaní mrazeného hrášku, fazuľky a špenátu, pri teplotách vyšších ako 255 K. Túto zmenu možno pozorovať počas dlhodobého skladovania pri teplote 255 K alebo aj nižšej [10]. V americkom „Time-Temperature-Tolerance“ programe vo Western Regional Research Laboratory v meste Albany v štáte Kalifornia podrobne skúmali zmenu farby mrazenej zelenej fazuľky počas mraziarenskeho skladovania. Fazuľka v maloobchodnom balení

sa získala od dvanástich rozdielnych výrobcov zo šiestich najvýznamnejších pestovateľských oblastí v USA počas piatich zberových sezón od roku 1952 do roku 1956. Použili sa štyri najčastejšie sa vyskytujúce pestovateľské odrody [11]. Autori pri presne definovaných skladovacích podmienkach namerali tieto hodnoty retencie celkového chlorofylu:

Číslo vzorky	Skladovacie podmienky		Retencia chlorofylu (%)
	teplota (K)	čas (dni)	
1	249	365	78,5
2	255	365	73,7
3	257	240	59,5
4	258	365	42,2
5	261	240	40,6
6	266,5	42	41,0

Pri skúmaní konverzie chlorofylu v mrazenom špenáte, skladovanom pri teplotách 261—266 K, chlorofyl konvertoval na feofytín dvakrát tak rýchlo ako v mrazenom hrášku. Konverzia chlorofylu v zelenej fazulke prebiehala dvakrát tak rýchlo ako v mrazenom hrášku. Autori zistili, že rýchlosť konverzie chlorofylu v mrazenom sekanom špenáte je dvakrát taká rýchla ako v celých mrazených špenátových listoch z jedného druhu suroviny [11].

Príkladom druhého typu farebnej zmeny je strata farby do obkolesujúceho média, vyskytujúca sa pri skladovaní mrazených malín a červených čerešní, mrazených v cukrovom sirupe, kde červená farba prechádza postupne z ovocia do sirupu. Táto zmena vzniká iba veľmi pomaly pri skladovaní pri 255 K, ale jej priebeh je veľmi zrýchlený pri skladovacích teplotách nad 255 K. Po približne 25 dňoch pri 266 K je koncentrácia farby v cukrovom sirupe rovnaká ako v ovocí [10].

Tretím typom farebnej zmeny je vývoj sfarbenia bez straty pôvodnej farby. Jedným z príkladov je tmavnutie kostí mrazenej hydiny počas mraziarenského skladovania. Zmrazovanie a rozmrazovanie spôsobuje deštrukciu červených krviniek v kostnej dreni. Takto uvoľnený hemoglobín penetruje, prechádza cez steny kostí a spôsobuje diskoloráciu pri varení. Keď boli bunky kostnej drene hemolyzované bez mrazenia, tmavnutie kostí sa nezistilo. Z toho možno usúdiť, že zmrazovanie a skladovanie s následným rozmrozením neumožňuje iba hemoglobín z kostnej drene, ale spôsobuje aj schopnosť hemoglobínu prechádzať cez steny kostí [10].

Mraziarenské skladovanie nezostáva bez vplyvu ani na senzorické vlastnosti a technologickú kvalitu kryoanabioticky konzervovaného mäsa a rýb. Podstatné zhoršenie kvality sa vyskytuje najmä pri dlhodobom mraziarenskom skladovaní. Prejavuje sa nežiadúcimi zmenami chuti a vône skladovaných potravín [12]. Hlavnou príčinou neprijemných nutričných a senzorických zmien potravín, ktoré obsahujú tuky, je oxidácia mastných kyselín, ktorej predchádza, väčšinou spontánne, „autolytické“ deesterifikačné štiepenie tukov na mastné kyseliny a glycerol. Oxidácia mastných kyselín v kryoanabioticky konzervovaných potravinách pri ich mraziarenskom skladovaní je škodlivá pre spotrebiteľa tým, že spôsobuje odporný, tzv. potuchnutý zápach postihnú-

tých potravín, a niektoré z produktov oxidácie sú toxické. Ďalším negatívnym dôsledkom oxidácie mastných kyselín je, že mnohé pri oxidácii nevratne zmenené látky, napr. kyselina linolová, karotény, retinol a tokoferoly, sú nutrične veľmi cenné a pri oxidácii mastných kyselín sú potraviny o tieto nutrične cenné látky ochudobnené [1]. Najzákernejším spôsobom oxidácie mastných kyselín je tzv. autokatalytická oxidácia mastných kyselín, ktorá prebieha po tzv. iniciácii, t. j. radikalizácii molekúl mastných kyselín. Primárnymi produktmi propagačnej fázy autokatalytickej oxidácie sú tukové peroxidy, ktoré sa v potravine hromadia. Z týchto peroxidov vznikajú epoxidy a páchnúce reaktívne karbonylové zlúčeniny. Iba asi 3 % karbonylových produktov, vznikajúcich pri tomto procese sú prechavé, a predsa je práve ich podiel na organoleptickom znehodnotení potraviny rozhodujúci. Z produktov oxidácie mastných kyselín sú toxické niektoré karbonylové zlúčeniny, napr. peroxidy, epoxidy a oxypolyméry [1].

Z potravinárskeho hľadiska je dôležité uviesť, že autokatalytická oxidácia mastných kyselín závisí od teploty. Nasýtené mastné kyseliny sa vzdušným kyslíkom oxidujú až pri teplotách nad 373 K, kým nenasýtené mastné kyseliny podliehajú autokatalytickej oxidácii za bežných teplôt, ale dokázateľne sa oxidujú aj pri teplotách mraziarenského skladovania [1]. Z hľadiska mraziarenského technológa je teda dôležitý poznatok, že v prípade kryoanabioticky konzervovaných potravín počas ich skladovania dochádza k oxidácii nenasýtených mastných kyselín. Pri mraziarenskom skladovaní dochádza vždy k určitým zmenám lipidovej frakcie mrazených potravín, pričom možno povedať, že od intenzity týchto zmien závisí výsledná kvalita potraviny.

Pracovníci Všeživého vedeckovýskumného ústavu mraziarenského priemyslu v Moskve sa zaoberajú podrobným výskumom skladovacej stability mrazeného mäsa a mäsových výrobkov. Z rozsiahlych pokusov Piskareva a spol. [13], ktorí skúmali kvalitatívne zmeny mrazeného mäsa pri skladovacích teplotách 255, 243, 233 a 223 K, vyplýva, že z hľadiska kvalitatívnych zmien a technicko-ekonomického hľadiska sa zo skúmaných teplôt javí skladovacia teplota 243 K ako optimálna. Problematikou skladovacej stability mrazených rýb sa intenzívne zaoberajú výskumníci najmä v krajinách, kde sú ryby najrozšírenejšou mraziarenskou surovinou a exportným tovarom. Jednou z najdôležitejších surovín pre rybacie výrobky sú šproty, pričom Pečatinova [14] konštatuje, že v súčasnosti sa asi 80 % rybacích výrobkov, konzerv a lahôdok vyrába z mrazených šprotov. Skladovateľnosť mrazených šprotov je ovplyvnená technologickými vlastnosťami suroviny. Na technologické vlastnosti zas vplyva fyziologický stav, intenzita výživy, chemické zloženie, aktivita enzýmov a stupeň nenasýtenosti tuku. Baltické šproty obsahujú tuk bohatý na nenasýtené mastné kyseliny. Oxidácia takého tuku prebieha aj za nízkych teplôt pozoruhodnou rýchlosťou, pričom rybacie mäso nadobúda potuchnutú chuť. „Najzraniteľnejšie“ sú počas mraziarenského skladovania ryby s vysokým obsahom tuku, ktorý podlieha ľahko oxidácii aj pri nízkej teplote, čo je dané aj tým, že enzým lipáza, ktorý spôsobuje enzymatickú oxidáciu tuku, neinaktivuje sa pri bežných mraziarenských teplotách. Preto sa uvažuje o radikálnej zmene skladovacích podmienok mrazených tučných rýb. Napríklad Čurda a Poulsen [15] predpokladajú, že v budúcnosti sa budú mrazené tučné ryby skladovať pri teplote 213 K vo veľkých „termoskách“ s jediným horným otvorom.

Z uvedených údajov vyplýva, že každý druh mrazenej potraviny podlieha počas mraziarenského skladovania určitým chemickým a fyzikálnym zmenám, ktoré majú v konečnom dôsledku negatívny vplyv na prijateľnosť skladovaného výrobku. Závisí však od podmienok skladovania, či sa tieto zmeny budú vyskytovať, alebo sa ich výskyt obmedzí na minimum. Táto oblasť si vyžaduje ešte podrobnejšie preskúmanie príčin nežiadúcich zmien, aby bolo možné v súlade s ekonomickými nákladmi určiť pre každú mrazenú potravinu skladovacie podmienky tak, aby sa k spotrebiteľovi dostal po mraziarenskom skladovaní produkt s vysokou výživnou hodnotou a s vyhovujúcimi senzoričnými vlastnosťami.

Experimentálna časť

V rámci skúmania skladovacej stability nosných výrobkov mraziarenského priemyslu v ČSSR sme sledovali dynamiku retencie chlorofylu a, chlorofylu b a celkového chlorofylu v mrazenom hrášku v závislosti od podmienok jeho skladovania.

Vzorka sa odoberala z Mraziarne Bratislava, závod 01, ihneď po zmrazení a uložila pri skladovacích teplotách 243, 249, 258 a 262 K. Vo vzorke sme stanovili obsah chlorofylu a, chlorofylu b a celkového chlorofylu ihneď po zmrazení, pričom sme túto začiatočnú hodnotu pokladali za 100 %. V trojmesačných intervaloch sme odoberali vzorky z uvedených skladovacích teplôt. Po rozmrazení vzoriek na asi 273 K sme ich homogenizovali v mixeri Eta a v homogenizáte sme sledovali obsah vody podľa normy ÚN MPP 37 59 [16] a obsah chlorofylov spektrofotometrickou metódou podľa Vernona [17]. Pri tejto metóde sa na spektrofotometrické kvantitatívne stanovenie chlorofylu a, chlorofylu b a celkového chlorofylu používa stanovenie špecifických extinkcií extraktov vzorky v 80 % acetóne a ich zmeny v príslušnom rozmedzí vlnových dĺžok. Obsah jednotlivých komponentov sa vypočíta podľa empirických rovníc. Extinkcie 80 % acetónových extraktov vzorky sa merali na registračnom spektrofotometri sovietskej výroby, značky SF-14.

Dynamiku retencie chlorofylov v mrazenom hrášku sme sledovali 9 mesiacov. Dosiahnuté výsledky uvádza tabuľka 1. Z tabuľky vyplýva, že pokles obsahu celkového chlorofylu je úmerný skladovacej teplote, t. j. najvyšší pokles obsahu celkového chlorofylu sa zistil pri skladovacích teplotách 262 a 258 K, kým pri skladovacej teplote 243 K sa počas deväťmesačného skladovania uchovalo asi 74 % celkového chlorofylu (počítame na 100 % začiatočnú hodnotu). Okrem toho je z uvedených výsledkov zrejmé, že existuje rozdiel medzi rýchlosťou konverzie chlorofylu a a chlorofylu b počas skladovania za uvedených definovaných podmienok.

Súhrn

V článku sa opisujú hlavné typy zmien, vyskytujúce sa v rozličných druhoch kryoanabioticky konzervovaných potravín počas ich mraziarenského skladovania, ako aj niektoré výsledky a závery, ku ktorým dospeli na tomto poli výskumu v zahraničí. V experimentálnej časti sa uvádza príklad skúmania

Tabuľka 1. Dynamika retencie chlorofylu a, chlorofylu b a celkového chlorofylu v mrazenom hrášku

Čas skladovania (mes.)	Chlorofyl	Obsah chlorofylov v mg/100 g vzorky			
		skladovacia teplota			
		243 K	249 K	258 K	262 K
0 po mrazení (100 %)	a b celk.	5,60 (100 %) 2,35 (100 %) 7,95 (100 %)			
3	a b celk.	5,24 (93,54 %) 2,24 (95,16 %) 7,48 (94,02 %)	5,11 (91,27 %) 2,27 (96,54 %) 7,38 (92,83 %)	5,04 (90,12 %) 2,29 (97,22 %) 7,33 (92,22 %)	5,01 (89,45 %) 1,98 (84,32 %) 6,99 (87,93 %)
6	a b celk.	4,90 (87,60 %) 2,01 (85,81 %) 6,92 (86,98 %)	4,93 (88,12 %) 2,16 (91,84 %) 7,09 (89,22 %)	4,42 (78,98 %) 1,98 (84,20 %) 6,40 (80,53 %)	4,56 (81,51 %) 1,95 (83,00 %) 6,51 (81,95 %)

динамики retencie chlorofylov v mrazenom hrášku počas deväťmesačného skladovania pri štyroch rozdielnych skladovacích teplotách.

Literatúra

1. KYZLINK, V.: Základy konzervace potravin. 3. vyd. Praha, SNTL 1977, 367 s.
2. ŠULC, Š. a spol.: Určenie možností a vypracovania nových metód zmrazovania potravín. Záverečná správa. Bratislava, Výskumný ústav potravinársky 1970, 137 s.
3. LÖNDAHL, G.: Ztráty jakosti zmrazených potravin během skladování. *Prům. Potr.*, 21, 1970, č. 5, s. 91—94.
4. SING, R. P. — WANG, C. Y.: Quality of frozen foods. *J. Food Process. Engng*, 1, 1977, č. 2, s. 97—127.
5. ČSN 56 0050. Stanovení kyseliny l-askorbové.
6. PHILIPPON, J.: La congélation des légumes. Influence des températures et de la durée d'entreposage sur la qualité des haricots verts mange-tout congelés. *Rev. gen. Froid*, 60, 1969, č. 5, s. 123—127.
7. GUADAGNI, D. G.: Cold storage life of frozen fruits and vegetables as a function of time and temperature. In: *Low Temperature Biology of Foodstuffs*. 1st ed. Oxford, Pergamon Press 1968, s. 319—413.
8. KRAMER, A.: Storage retention of nutrients. *Food Technol.*, 28, 1974, č. 1, s. 50—58.
9. HUDSON, M. A. — SHARPLES, V. J. — PICKFORD, E.: Quality of home frozen vegetables. Effects of blanching and cooling in various solutions on organoleptic assessment and vitamin C content. *J. Food Technol.* 6, 1974, č. 3, s. 95—114.
10. JANSEN, N. F.: Quality related chemical and physical changes in frozen foods. In: *Quality and Stability of Frozen Foods*. 1st ed. New York, Wiley—Interscience 1969, s. 19—42.
11. OLSON, R. L.: Objective test for frozen food quality. In: *Low Temperature Biology of Foodstuffs*. 1st ed. Oxford, Pergamon Press 1968, s. 381—399.
12. SIKORSKI, Z. E. — KOSTUCH, S. — KOŁODZIEJSKA, I.: Zamrazalnica denaturacja miesniowych bialek ryb. *Przem. Spozywczy*, 30, 1976, č. 4, s. 136—138.
13. PISKAREV, A. I. — GINDLIN, I. M. — DIBIRASULEJEV, M. M.: Skúmanie kvalitatívnych zmien mrazeného mäsa pri rôznych skladovacích teplotách. XIII. európsky kongres vedeckých pracovníkov v mäsovom priemysle. Moskva 1975.
14. PEČATINA, A. V. — MICHÁJLOVA, V. E. — KRASJUK, G. I.: Die technologischen Eigenschaften von Ostseesprott und seine Lagerungsdauer in gefrorener Form. *Fischerei-Forschung*, 13, 1975, č. 1, s. 61—64.
15. ČURDA, D. — POULSEN, P.: Some integrated solutions for frozen foods. *Scand. Refrigeration*, 3, 1974, č. 4, s. 133—136.
16. ÚN MPP 37 59. Metody zkoušení hotových pokrmů v konzervách.
17. VERNON, L. P.: Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts. *Anal. Chem.*, 32, 1960, s. 1144—1150.

Пругарова, А.

Изменения криоанабиотически консервированных пищевых продуктов в течение их складирования

Выводы

В статье описаны главные типы изменений, которые возникают в разных видах криоанабиотически консервированных пищевых продуктов в течение их холодильного складирования, как их некоторые результаты и заключения, в котором пришли в этой сфере исследования заграничей.

В экспериментальной части, исходящей из теоретической части, введен пример исследования динамики удерживания хлорофиллов в мороженном горошке в течение 9-месячного складирования при 4 разных складочных температурах.

Prugarová, A.

The changes of frozen foods during their storage

Summary

In the article principal types of changes occurring in various arts of frozen foods during their freezing storage as well as some results and conclusions from foreign research are described. In experimental part, following after theoretical part, the example is mentioned, where the dynamics of chlorophylls retention in frozen peas during 9-month storage at four various storage temperatures was investigated.