

Vybrané poznatky zo súčasného výskumu využitia ionizujúceho žiarenia v potravinárstve

Z. SALKOVÁ

V článku uvádzame súbor informácií publikovaných v ostatných rokoch z oblasti výskumu a aplikácie ionizujúceho žiarenia na úchovu potravín rastlinného pôvodu. Poznatky kvôli prehľadnosti sú usporiadané tak, aby z textu vyplynul stav využitia novej technológie v praxi (vrátane stavu legislatívy v tejto oblasti) a problémy ožarovania vybraných druhov požívatin (zemiaky, cibuľa, mäkké ovocie) — sortiment sledovaný v ostatných rokoch v ČSSR v rámci laboratórnych a štvrťprevádzkových experimentov.

Vplyv ionizujúceho žiarenia na skladovanie zemiakov a cibule

Ionizujúce žiarenie bezprostredne pôsobí na fyziologické procesy v zemiakoch a cibuli, v dôsledku čoho sa v závislosti od veľkosti dávky žiarenia brzdia ich rastové procesy. Ožiarenie dávkami radove 10 až 100 Gy vyvoláva anatomické a metabolické zmeny v uvedených surovinách [1].

Efekt radiačnej inhibície klíčenia zemiakov a cibule ovplyvňuje mnohé faktory: *veľkosť dávky žiarenia, odroda, kvalita suroviny, podmienky skladovania, vhodný čas ožiarenia suroviny po zbere, spôsob manipulácie so surovinou* (mechanické poškodenie), *lokalita* a iné.

Grünwald [2], Lee a spol. [3], Patzold [4], Sparenberg [5] a ďalší skúmali podmienky inhibície klíčenia zemiakov účinkom ionizujúceho žiarenia. Dávky žiarenia potrebné na retardáciu a inhibíciu klíčenia zemiakov sa pohybovali v rozsahu od 40 do 150 Gy (4—15 krad). Lee a Kim [3] zistili, že už i dávka 20 Gy (2 krad) podstatne spomaľuje klíčenie zemiakov. Skladovanie takto ošetrovaných zemiakov pri $+10^{\circ}\text{C}$ a pri izbovej teplote a relatívnej vlhkosti 80—90 % sa predĺžilo do neskorých jarných mesiacov a znížili sa hmotnostné straty spôsobené dýchaním. Naproti tomu sa pri ožiarení zemiakov zaznamenala náchylnosť na hnitie. V porovnaní s neožiareními vzorkami sa zvýšenie hniloby ožiarovaných zemiakov vysvetľuje oslabením prirodzenej odolnosti rastlinného tkaniva oproti fytopatogénnym mikroorganizmom. S veľkosťou dávky žiarenia táto odolnosť klesá [2].

Straty hnitím možno obmedziť pozornosťou manipuláciou [2], ochranou zemiakov pred mechanickým poranením, ožarováním iba vytriedenej a kvalitnej suroviny [4].

Takano a spol. [6] študovali vplyv ionizujúceho žiarenia na hojenie poranených zemiakov. Poranenie urobili 1, 10, 20 a 30 dní pred ožiarením a po ňom. Prakticky všetky zemiaky sa zahojili v priebehu skladovania pri teplote $+5^{\circ}\text{C}$ a pri teplote okolia. Jednoznačný vplyv na hojenie poranených zemiakov sa však nezaznamenal. Čo sa týka vplyvu ionizujúceho žiarenia na bakteriálnu a inú infekciu Sandret [7] nezistil nijaký vplyv žiarenia na citlivosť zemiakov. Náchylnosť na hnilobnú infekciu a vôbec pozitívny efekt radiačného ošetrenia do značnej miery závisia od odrody zemiakov [2, 5, 8, 9].

Mnohí autori študovali a porovnávali výsledky radiačnej a chemickej inhibície klíčenia zemiakov. Baraldi [9] odskúšal účinok gama žiarenia a izopropyl-fenylkarbamátu na inhibíciu klíčenia zemiakov, ktoré skladoval pri $+10^{\circ}\text{C}$ a 85 % relatívnej vlhkosti. Ožiarené zemiaky boli v dobrom stave a bez klíčkov i po 10 mesiacoch skladovania, chemicky ošetrené po 7—8 mesiacoch. Kontrolné neošetrené vzorky vydržali iba 5 mesiacov.

Said a spol. [10] porovnávali výsledky inhibície klíčenia zemiakov ožiarením dávkami 80—150 Gy so zemiakmi ošetrenými chemicky (zemiaky namáčali 24 hodín v roztoku kyseliny sírovej o koncentrácii 0,1, 0,3, 0,5 %). Po 5 mesiacoch skladovania množstvo konzumovateľných zemiakov zo vzoriek ošetrených 0,5 % kyselinou sírovou bolo 81 %, zo vzoriek ožiarených dávkou 90 Gy (9 krad) 71 %.

Skúmal sa aj kombinovaný účinok gamalúčami pri dávkach 50—150 Gy (5—15 krad) a chemického ošetrenia (roztokom kyseliny salicylovej) na predĺženie skladovateľnosti zemiakov pri izbovej teplote počas 8 mesiacov. Kim a Park [11] konštatujú, že kombinovaným ošetrením sa zredukovalo klíčenie, hnitie, hmotnostné straty a zosychanie zemiakov v závislosti od odrody.

I keď výsledky zaznamenané pri radiačnej a chemickej inhibícii klíčenia sú pomerne rovnaké, prednosťou radiačného ošetrenia zemiakov je nenávratná inhibícia klíčenia a to, že neobsahujú reziduá [7].

Radiačné ošetrenie spôsobuje hnednutie zemiakov a jeho intenzita závisí od mnohých faktorov.

Ogata a spol. [12] a Tatsumi a spol. [13, 14] študovali vplyv gama lúčov na hnednutie zemiakov v závislosti od času radiačného ošetrenia po zbere. Hnednutie sa zistilo v oblasti cievných zväzkov a mŕtvych buniek. Bolo intenzívnejšie pri nezrelých ako pri zrelých zemiakových hlúčoch. Zjavovalo sa pri zemiakoch ožiarených 1 mesiac po zbere dávkou 100 a 400 Gy (10 a 40 krad) a iba v malom rozsahu sa zistilo pri zemiakoch ožiarených 10 týždňov po zbere. Zemiaky ožiarené 3 mesiace po zbere alebo v klíčiacom štádiu vôbec nehnedli.

V prípade hnednutia zemiakov, ktoré bolo vyvolané gama lúčami dávkami 100, 200, 400 Gy Tatsumi a spol. [13, 14] zistili, že obsah *o*-difenuolu sa zvýšil, a to výraznejšie v cievných zväzkoch a v dreni ako v šupke. Obsah kyseliny askorbovej sa znižoval v závislosti od veľkosti dávky žiarenia, ale najmenej v šupke. Aktivita enzýmov polyfenoloxidázy a peroxidázy sa ožiarovaním zvýšila vo veľkých častiach zemiakovej hľuzy, ale najviac v cievných zväzkoch. Z prác vyplýva, že existuje vzájomný vzťah medzi hnednutím a zmenami v obsahu uvedených zložiek v ožiarených zemiakoch.

Tatsumi a spol. [15] v novšej práci dokazujú, že existuje závislosť medzi hneďnutím zemiakov, pestovateľskými lokalitami a časom radiačného ošetrovania po zbere.

Zemiaky zo 7 lokalít (v Japonsku) boli ožiarené dávkami 100 a 200 Gy, a to 2,5 až 10 týždňov po zbere. Ožiarení zemiakov 2 týždne po zbere sa ukázali značné rozdiely v hneďnutí v závislosti od pestovateľských lokalít. Ožiarení 5 týždňov po zbere sa hneďnutie zemiakov zredukovalo až na 1 lokalitu a ožiarení 10 týždňov po zbere bolo hneďnutie nepatrné. Z týchto výsledkov autori dedukujú, že radiačné ošetrovanie zemiakov by sa malo uskutočniť až 1,5—2 mesiace po zbere.

Berset a Sandret [16] na základe dosiahnutých výsledkov dávajú do priameho súvisu hneďnutie ožiarených zemiakov po uvarení so stúpajúcim obsahom polyfenolov a kyseliny chlorogénovej v kortikálnom a parenchymatickom tkanive. Zmeny v aktivite polyfenoloxidázy boli počas skladovania rovnaké v ožiarených i neožiarených vzorkách.

V zemiakoch ožiarených gama lúčmi stúpal obsah polyfenolov a kyseliny chlorogénovej v parenchymatickom i kortikálnom tkanive, ale v zemiakoch ožiarených beta lúčmi stúpal iba v kortikálnom tkanive.

Berset a Sandret [16] predpokladajú, že použitie beta lúčov na radiačné ošetrovanie zemiakov, ktoré preniká iba do povrchovej vrstvy, môže vyriešiť problém hneďnutia varených ožiarených zemiakov.

Účinkom ionizujúceho žiarenia môžu nastať zmeny i v chemickom zložení zemiakov. Vzhľadom na kvalitu sa sledujú najmä zmeny v obsahu kyseliny askorbovej, cukrov, škrobu a sušiny.

K najvýraznejším zmenám dochádza v kyseline askorbovej. Jej obsah klesá ihneď po ožiarení s dávkou žiarenia, a to už i pri takých nízkych dávkach (50—100 Gy), ako sú potrebné na inhibíciu klíčenia zemiakov. V ožiarených ale v chemicky ošetrovaných zemiakoch sa znižuje množstvo kyseliny askorbovej [11]. Po jednom až dvoch mesiacoch skladovania sa hladina kyseliny askorbovej vyrovnáva na hladinu v neožiarených kontrolných vzorkách.

Ghods a spol. [17] pri radiačnej inhibícii klíčenia zemiakov dávkami 60, 80, 100 a 140 Gy zaznamenali, že kyselina askorbová sa oxidovala na dehydroformu a celkový vitamín C klesal s dávkou žiarenia a časom skladovania. Ožiarení čistej kyseliny askorbovej sa ukázalo, že jej prechod na dehydroformu nespôsobil výhradne ožiarenie gama lúčmi, ale rozkladnými reakciami, zintenzívnenými žiarením.

Podobne i pri chladiarenskom a mraziarenskom skladovaní zeleniny a ešte viac pri varení sa znižuje obsah kyseliny askorbovej; po 3-hod. varení zeleniny klesá jej obsah o 10—60 % [18].

Painter a spol. [10] sledovali vplyv spôsobu pestovania, lokalít, konzistencie pôdy a skladovania na zmeny obsahu kyseliny askorbovej v zemiakoch. Najväčší vplyv mali skladovacie podmienky. Straty kyseliny askorbovej počas 8-mesačného skladovania pri teplote 7,5 °C a relatívnej vlhkosti 95 % boli 67 %. Tieto straty boli vyššie v prvých týždňoch skladovania ako v neskoršej skladovacej sezóne.

K menej významným zmenám v radiačne ošetrovaných zemiakoch dochádza v obsahu cukrov a škrobu. Znižuje sa obsah redukujúcich cukrov a škrobu a zvyšujú sa celkové cukry.

V radiačne a chemicky ošetrovaných (0,5 % roztokom H_2SO_4) zemiakoch

[10] klesol obsah redukujúcich cukrov v chemicky ošetrovaných viac ako v ožiarených dávkou 150 Gy. Na konci 5-mesačného skladovania pri izbovej teplote klesol obsah škrobu a stúpol celkový cukor. Podobné výsledky zaznamenali i ďalší autori [11]. Chods a spol. [17] nezaznamenali významný vplyv žiarenia na obsah cukrov v zemiakoch ani pri rôznych dávkach ožiarovania (60, 80, 100 a 140 Gy) počas skladovania pri teplote $+18$ až $+20$ °C.

Podobne ako pri zemiakoch i pri cibuli sa metóda radiačného ošetrovania ukázala ako efektívny spôsob na inhibíciu klíčenia.

Výsledky mnohých pokusov publikovaných v literatúre dokazujú, že najvhodnejšie dávky žiarenia na inhibíciu klíčenia cibule sú v rozsahu 40 až 100 Gy. Inhibičný efekt závisí od veľkosti dávky žiarenia, od časového intervalu, ktorý uplynie od zberu suroviny po jej ožiarenie a od podmienok skladovania.

Takano a spol. [20] skúmali inhibíciu klíčenia cibule v závislosti od časového intervalu od jej zberu. Úplné potlačenie klíčenia dosiahli ožiareníím cibule dávkou 30—50 Gy počas vegetačnej periódy, približne 2 týždne po zbere. Ožiarenie cibule 3 mesiace po zbere nebolo už účinné. Z hľadiska inhibičného účinku sa časový interval od zberu po žiarení predĺžil skladovaním suroviny v chladiarenskej teplote.

Chachin a spol. [21] študovali vzťah medzi časovým intervalom ožiarovania po zbere a stupňom inhibície klíčenia cibule. Aplikovali dávky žiarenia 30—150 Gy a skladovali pri izbovej teplote. Cibula ožiarená 2 týždne po zbere vôbec neklíčila. Keď sa ožiarila 4 týždne po zbere, inhibičný účinok žiarenia sa pomerne zredukoval a v cibuli ožiarenej 5 týždňov po zbere sa vnútorné klíčky nepatrne predĺžili.

Takano a spol. [22] sledovali vplyv rôznych faktorov na klíčenie cibule počas 8 mesiacov skladovania na dvoch sériách pokusov.

Jednu skupinu vzoriek cibule ožarovali dávkami 150, 300, 600 Gy, a to 27 a 104 dní po zbere a skladovali pri $+5$ a $+10$ °C a pri teplote okolia.

V druhej skupine ožarovali cibulu dávkami 30, 70 a 150 Gy 35 dní a 88 dní po zbere a skladovali pri $+5$ °C a pri teplote okolia.

Dávky 30 až 150 Gy boli najúčinnnejšie. Percento skazenej cibule stúpalo s rastúcou dĺžkou časového intervalu medzi zberom a ožiareníím. Toto percento bolo nižšie vo vzorkách skladovaných pri $+5$ °C v porovnaní s vyššími skladovacími teplotami.

Vplyv gama lúčov na chemické zloženie cibule sa najvýraznejšie prejavuje pri kyseline askorbovej. Obsah kyseliny askorbovej klesá s dávkou žiarenia, a to iba v prvých týždňoch skladovania. Počas dlhodobého skladovania pokles obsahu kyseliny askorbovej v ožiarených a kontrolných vzorkách cibule je skoro rovnaký. Zmeny v zložení obsahu cukrov spôsobené ožiareníím cibule neboli podstatné [1, 23].

Radiačná pasterizácia mäkkého ovocia (plodov)

Výskum využitia metódy radiačného ošetrovania ovocia má svoje opodstatnenie, vzhľadom na to, že ovocie je na svojom povrchu kontaminované rozličnými druhmi mikroorganizmov (kvasinky, plesne), ktoré spôsobujú ich plesnivenie a hnitie (význam napr. pre prepravu a krátkodobé skladovanie pred spracovaním).

Mnohé výskumné pracoviská vo svete sa sústredili na využitie ionizujúceho žiarenia na zníženie mikrobiálnej kontaminácie ovocia, pretože v súčasnosti neexistujú efektívne chemické alebo biologické spôsoby, ktoré by plne uspokojovali naše nároky na predĺženie ich skladovateľnosti. Je známe, že dĺžku skladovateľnosti ovocia udávajú predovšetkým tieto faktory: jeho fyziologický stav (zrelosť), mikrobiálna kontaminácia a podmienky skladovania. Preto radiačné ošetrenie ovocia zamerané na potlačenie životaschopnosti nežiadúcej mikroflóry môže kladne ovplyvniť predĺženie jeho skladovateľnosti a zníženie hmotnostných strát.

Z literatúry [24] je známe, že na úplné zničenie povrchovej mikroflóry ovocia sú potrebné dávky žiarenia nad 10 kGy (1 Mrad), avšak také vysoké dávky vyvolávajú nežiadúce zmeny a znižujú prirodzenú odolnosť ovocia proti mikroorganizmom. Pri dodržaní podmienok maximálneho potlačenia mikroflóry za súčasného minimálneho zníženia prirodzenej odolnosti tkaniva proti nej a zachovania kvality, nemožno použiť na radiačné ošetrenie ovocia dávky vyššie ako 3 kGy (300 krad).

Aby sa objasnil a overil vplyv ionizujúceho žiarenia pri dávkach do 3 kGy na pasterizáciu ovocia, výskumné pracoviská skúmajú:

- vplyv ionizujúceho žiarenia na mikroflóru mäkkého ovocia (určenie letálnych dávok, vplyv podmienok okolia na prežívanie fytopatogénnych mikroorganizmov),
- zmeny v prirodzenej odolnosti ovocia proti mikroorganizmom spôsobené žiarením,
- vplyv určených dávok žiarenia na proces pozberového dozrievania ovocia (zmeny farby a konzistencie),
- vplyv podmienok zberu, transportu, radiačného ošetrenia a skladovania na rýchlosť a charakter kazenia sa ovocia.

Určenie optimálneho režimu skladovania ožiareného ovocia pri zachovaní jeho výživovej hodnoty

Pri aplikácii už uvedených dávok žiarenia do 3 kGy na radiačnú pasterizáciu ovocia nenastávajú zmeny farby, chuti, vzhľadu a konzistencie. Po určitom čase skladovania sa však znova zvyšuje celkový počet mikroorganizmov až na úroveň neožiareného ovocia. Z toho vyplýva, že pomocou ionizujúceho žiarenia možno predĺžiť skladovateľnosť iba na určitý krátky čas [1].

Kazenie ožiareného ovocia v postradiačnej perióde je spôsobené sekundárnou kontamináciou ožiarenej suroviny zo vzduchu rozmnožením rádiostabilných druhov mikroorganizmov pri použitých dávkach žiarenia, reaktiváciou mikroorganizmov, ktoré boli potlačené ožiarením [24]. Čas predĺženia skladovania radiačne ošetreného ovocia je teda daný časovým intervalom do znovuoobnovenia životaschopnosti mikroflóry, jej rádiostabilitou a schopnosťou rozmnožovať sa pri rozličných teplotách skladovania. Okrem toho vplývajú i ďalšie faktory na predĺženie skladovateľnosti ožiareného ovocia, a to: *kvalita suroviny, agrotechnické podmienky rastu a zberu suroviny, vlastnosti odrody, stupeň zrelosti, podmienky dopravy, manipulácie a skladovania suroviny* (teplota, relatívna vlhkosť) *pred radiačným ošetrením a po ňom a režim ožarovania.*

Sovietski autori [25] dokázali, že predĺženie skladovateľnosti jahôd sa značne

skrakuje v závislosti od kvality pred ožiarením. Ožiarenie paradajok ukázalo, že červené, neprezreté plody sa skladovali pri teplote 18—22 °C 15 až 17 dní. Štandardné, trochu prezreté paradajky sa po ožiarení kazili súčasne s kontrolnými vzorkami.

Haasbroeck a spol. [35] ožiarovali jahody s vysokým potenciálom rozkladu, ktoré skladovali 10—14 dní pri +0,5 °C a potom 2—5 dní pri 10 °C. Už i dávka 2 kGy silne potlačila plesnivenie a predĺžila ich skladovateľnosť.

Pokusy s jahodami uskutočnené v Holandsku [26] ukázali, že kazenie spôsobené mikroorganizmami pri ožiarených jahodách začína rýchlo, ak dozrievajú v daždivom počasí. Po 14 dňoch skladovania vzoriek jahôd ožiarených dávkami 3 a 4 kGy dozretých v daždivom období bolo 30 % plesnivých, pri ožiarených jahodách dozretých v slnečných dňoch, po 3 dňoch skladovania nezaznamenali nijaké plesnivenie.

Už niekoľko rokov v súvislosti s radiačným ošetrovaním ovocia sa venuje vo výskume veľká pozornosť vlastnostiam odrôd. Maxie a spol. [27] zistili, že pri rovnakom režime ožiarenia a nasledovného skladovania sa môže predĺženie skladovateľnosti rozličných odrôd paradajok pohybovať v rozsahu 8 dní. Pri skladovaní troch odrôd broskýň ožiarených dávkami 0,25—3 kGy množstvo pokazených plodov bolo také rozdielne, že vplyv jednotlivých odrôd bol jednoznačný.

Vidal [28] uskutočnil skladovanie pri 2—7 °C 21 druhov plodov, ovocia a zeleniny, ožiarených dávkou 1,5 kGy. Na základe výsledkov konštatuje, že najmä pri hrozne predĺženie skladovateľnosti závisí od odrody.

Niekoľko výskumných prác je venovaných štúdiu účinku stupňa zrelosti na predĺženie skladovateľnosti ožiareného mäkkého ovocia a plodov. Záver týchto prác je: mäkké ovocie, plody a zeleninu treba ožiarovať v štádiu vhodnej zrelosti.

Podľa výsledkov Kovalskaja [29], možno uviesť že pri ožiarení mäkkého ovocia v štádiu plnej zrelosti sa zvyšuje čas skladovateľnosti v porovnaní s neožiarenými vzorkami. Pri takomto ovocí je skladovateľnosť kratšia ako pri ovocí ožiarenom v štádiu technickej zrelosti. V danom prípade čas skladovateľnosti značne závisel od konzistencie a s ňou súvisiacej citlivosti na napadnutie mikroorganizmami.

Vidal [28] zistil, že pri jednej a tej istej dávke žiarenia väčšie zmeny nastali v úplne zrelom ovocí ako v nezrelom, kde vláknitá štruktúra ovocia má do istej miery ochranný účinok proti žiareniu. Autor uvádza, že zelené paradajky vydržia vyššiu dávku (4 kGy) ako ružové (3 kGy) a môžu sa skladovať pri 6 °C 2—2,5 mesiaca, kým ružové iba 30—40 dní.

Efekt radiačného ošetrovania ovocia a plodov závisí aj od podmienok transportu a skladovania pred ožiarovaním a po ňom. Niektorí autori [28, 30, 31] uvádzajú že ovocie a plody sa môžu skladovať do radiačného ošetrovania najviac 12 dní. Pokusy [24] ukázali, že nemožno ožiarovať ovocie dlho skladované po zbere, pretože je kontaminované rádiostabilnými plesňami.

Okrem veľkosti dávky žiarenia na predĺženie skladovateľnosti ovocia a plodov plyva i dávkový príkon žiarenia.

Pokusy na paradajkách [32] dokazujú, že zvyšovaním dávkového príkonu od 0,2 do 8 Gy/s pri rovnakej dávke žiarenia sa dosiahne väčšie zníženie počtu mikroorganizmov. Proces postradiačnej reaktívácie plesní pri použití vysokého dávkového príkonu žiarenia sa spomalil o 2—3 dni.

Podobné údaje získali Kurdjašová a Medvedskaja [33] pri pokusoch s jahodami, malinami a paprikou. Použitie vysokého dávkového príkonu žiarenia umožnilo znížiť kontamináciu jahôd a malín plesňami a značne znížiť straty.

Vidal [28] navrhuje prísne kontrolovať dávkový príkon pri ožarovaní rozličných druhov suroviny. Uvádza, že pri ožarovaní mäkkého ovocia hodnota dávkového príkonu by nemala prekročiť 350 krad/h a dávku 1,5—1,7 kGy by mal produkt dostať v priebehu 30 min.

V práci [34] sa porovnával účinok urýchlených elektrónov a gama lúčov na predĺženie skladovateľnosti paradajok a broskýň. Skladovateľnosť sa predĺžila pri oboch spôsoboch ožiarovania, ale plody ožiarené gama lúčami mali horšiu chuť a konzistenciu. Broskyne mali na povrchu hnedé flaky.

Cieľom radiačného ošetrenia ovocia a plodov nie je iba predĺženie skladovateľnosti, ale aj zachovanie kvality a výživovej hodnoty.

Pri dávkach 2—3 kGy vo väčšine ožiarených produktov nenastávajú zmeny alebo iba veľmi malé, v chuti a chemickom zložení [24]. Najväčšie zmeny nastávajú v obsahu kyseliny askorbovej v ožiarených produktoch, avšak nie sú také, aby podstatnejšie znížili ich výživovú hodnotu.

Na obsah kyseliny askorbovej v ožiarených produktoch výrazne vplyva dĺžka a podmienky skladovania po ožiarení. V jahodách ožiarených dávkou 3 kGy, obsah kyseliny askorbovej po 11 dňoch skladovania pri +5 °C poklesol o 10 % v porovnaní s neožiarenou vzorkou.

Menej výrazne je ovplyvnený ožiaréním obsah organických kyselín. Najcitlivejšia je kyselina jablčná.

Ihneď po ožiarení sa nepatrne znižuje obsah cukrov, ale počas skladovania sa tento rozdiel stráca [1].

Karotény sú pomerne stabilné pod vplyvom žiarenia a iba nepatrne sa rozrušujú pri dávkach 2—3 kGy.

Využívanie radiačného ošetrenia potravín v praxi

V USA sa pravdepodobne v blízkej budúcnosti neuplatní komerčné ožarovanie potravín, pretože majú nadbytok potravín, dobrý distribučný systém, dostatok dobre vybavených skladovacích priestorov a oblasti s pomerne chladnými klimatickými podmienkami.

V Japonsku roku 1973 vybudovali v Hokkaido prvú komerčnú ožarovňu zemiakov vo svete. Je to zariadenie so zdrojom žiarenia ^{60}Co o aktivite asi 300 kCi, ktoré je situované v centre kruhového konvejerového systému (rádius 5 m). Kapacita zariadenia je 350 t zemiakov denne čo je pri 3 mesiacoch ožarovania v roku, 30 000 t zemiakov.

V NSR komerčné využívanie metódy radiačného ošetrenia potravín závisí od dvoch faktorov:

- od najbližšieho vývoja zdravotnej nezávadnosti chemických inhibítorov klíčenia, ktoré sa v súčasnosti používajú a priemysel im dáva prednosť, pretože sú lacnejšie ako ožarovanie,
- od legálneho povolenia radiačného ošetrenia potravín v širšom rozsahu, nie iba zemiakov.

V prípade ožarovania zemiakov zdroj žiarenia sa môže využívať iba asi 3 mesiace za rok. To spôsobuje, že metóda radiačného ošetrenia je neekonomická

a iba celoročné využívanie zdroja žiarenia môže zvýšiť ekonomickú efektívnosť.

V Taliansku v roku 1973 vydalo Ministerstvo zdravotníctva povolenie na radiačnú inhibíciu klíčenia zemiakov, cibule a cesnaku pre komerčné a konzumné účely. V tejto súvislosti majú vypracované a pripravené technické a technologické parametre pre prevádzkové ožarovanie zemiakov.

V Izraeli vydali povolenie na radiačnú inhibíciu klíčenia zemiakov a cibule (r. 1967) a na pasterizáciu krmiva pre hydinu (r. 1973). Majú pripravené technické, technologické a legislatívne parametre na komerčné ožarovanie týchto produktov.

V Brazílii skúmajú ekonomiku a komerčné podmienky metódy radiačného ošetrenia potravín iba v laboratórnych podmienkach, pretože nemajú k dispozícii prevádzkové, resp. poloprevádzkové ožarovacie zariadenia. Na základe ekonomického zhodnotenia konštatovali, že zavedenie tejto metódy do praxe môže byť pre ich krajinu efektívne.

V Belgicku vydali neobmedzené povolenie na ožarovanie zemiakov, avšak komerčný sektor nejaví záujem o aplikáciu tejto metódy pravdepodobne pre nedostatok informácií.

Španielski odborníci majú pripravené parametre pre radiačnú inhibíciu klíčenia zemiakov v komerčnom rozsahu a konštatovali, že mobilné ožarovacie zariadenia budú efektívne pre závody na spracovanie zemiakov.

V Maďarsku prekážkou priemyselnej aplikácie radiačného ošetrenia zemiakov a cibule v širokom rozsahu je to, že z ekonomických dôvodov klesá pestovanie zemiakov. Okrem nízkej produkcie zemiakov je to i zastaralý (primitívny) spôsob skladovania v nízkokapacitných decentralizovaných skladoch.

Väčšia časť produkcie cibule a šampiňónov sa exportuje do zahraničia a predĺženie ich skladovateľnosti radiačným ošetrením sa môže riešiť iba v spolupráci s príslušnými krajinami, najmä z legislatívneho hľadiska.

Odborníci v MLR konštatujú, že podmienkou priemyselnej aplikácie radiačnej inhibície klíčenia zemiakov a cibule je výstavba moderných skladov s mechanizovanou technológiou skladovania. Úspešné môže byť iba ožarovanie a skladovanie zemiakov vo veľkých kontajneroch.

V MLR sa ráta s výstavbou ožarovacích zariadení v nadväznosti na vývojový program skladovania. Smer vývoja v aplikácii metódy radiačného ošetrenia potravín závisí však od medzinárodného stavu riešenia tejto problematiky.

Stav komerčného využitia radiačného ošetrenia vybraných potravín uvádzame iba z tých krajín, ktoré poskytli informácie na panelovej diskusii IAEA vo Viedni roku 1974.

Stav legislatívy v oblasti radiačného ošetrenia potravín vo svete

V septembri 1976 sa v Ženeve uskutočnilo zasadnutie výboru expertov, ktoré organizovali Organizácia spojených národov pre výživu a poľnohospodárstvo (FAO), Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (IAEA) a Svetová organizácia pre zdravotníctvo (WHO). Výbor z 13 zahraničných expertov a 5 poradcov zhodnotil experimentálne dôkazy zdravotnej nezávadnosti 9 potravín [35, 36].

Medzinárodné odporúčanie bolo vydané na neobmedzené radiačné ošetrenie 5 produktov:

1. zemiaky (inhibícia klíčenia) — dávka do 150 Gy,
2. obilie (celé, zomleté) (dezinfekcia) — dávka do 1000 Gy,
3. Papaya (dezinfekcia) — dávka do 1000 Gy,
4. jahody (zníženie mikrobiálnej kontaminácie) — dávka do 3000 Gy,
5. kurčatá (ničenie patogénnych mikroorganizmov, kombináciou ožarovania a skladovania pri +10 °C) — dávka do 7000 Gy.

Medzinárodné odporúčanie bolo vydané na prechodné radiačné ošetrenie 3 produktov:

1. ryža (dezinfekcia) — dávka do 3000 Gy,
2. ryby (zníženie mikrobiálnej kontaminácie, kombinácia ožarovania so skladovaním pri teplote pod +3 °C — dávka do 2000 Gy,
3. cibuľa (inhibícia klíčenia) — dávka do 150 Gy.

Povolenie na ožarovanie šampiňónov odsunuli na neskôr.

Na základe výsledkov výskumu zdravotnej nezávadnosti ožiarených potravín, naznačil výbor expertov na tejto porade možnosť povoliť ďalšiu skupinu potravín na radiačné ošetrenie. Tento bod bude na programe zasadnutia výboru expertov plánovanom na rok 1979.

Súhrn

Práca podáva výber informácií z výskumu, zameraného na využitie ionizujúceho žiarenia v potravinárstve, predovšetkým na inhibíciu klíčenia zemiakov, cibule a na radiačnú pasterizáciu mäkkého ovocia.

Ďalej sa uvádza stav legislatívy v oblasti radiačného ošetrenia potravín a poznatky zo súčasnej praktickej aplikácie tejto novej technológie vo svete.

Literatúra

1. METLICKIJ, L. V. — ROGAČEV, V. I. — CHRUSČEV, V. G.: Radiacionnaja obrabotka piščevych produktov. Moskva, Ekonomika 1967.
2. GRÜNEWALD, T.: In: Aspects of the Introduction of Food Irradiation in Developing Countries. Proc. Conf., Vienna 1973.
3. LEE, M. S. — KIM, H. L.: Food Sci. Technol. Abstr., 4, 1972, č. 9.
4. PATZOLD, Ch. R.: Dtsch. landwirtsch. Presse, 95, 1972, č. 4.
5. SPARENBERG, H.: Food Sci. Technol. Abstr., 5, 1973, č. 9.
6. TAKANO, H. a spol.: Report Natl Food Res. Inst., 1974, č. 29, s. 48.
7. SANDRET, F.: Information Booklet. Euroisotope Office, Comm. Eur. Communities, 1973, č. 44, s. 76.
8. SPARENBERG, H.: Berdijfsontwikkeling, 1973, č. 3, s. 261.
9. BARALDI, D. — MINCCIO, C.: Sci. Technol. Aliment, 1975, č. 5, s. 291.
10. SAID, W. I. — KHALIL, M. H. — SALAMA, S. B.: Agric. Res. Rev., 51, 1973, č. 5.
11. KIM, S. K. — PARK, N. P.: Korean J. Food Sci. Technol., 7, 1975, č. 3, s. 159.
12. OGATA, K. — CHACHIN, K. — TATSUMI, Y.: Food Irrad., 1, 1971, č. 6, s. 40.
13. TATSUMI, Y. — CHACHIN, K. — OGATA, K.: Food Irrad., 1, 1971, č. 6, s. 100.
14. TATSUMI, Y. — CHACHIN, K. — OGATA, K.: J. Food Sci. Technol., 19, 1972, č. 11, s. 408.
15. TATSUMI, Y. a spol.: J. Food Sci. Technol., 20, 1973, č. 4, s. 132.
16. BERSSET, C. — SANDRET, F.: Lebensm. Wiss. Technol., 9, 1976, č. 2, s. 85.
17. GHODS, F. — DIDEVAR, F. — HAMIDI, E. — MALEKGHASSEMI, B.: L und E, 29, 1976, č. 4, s. 81.

18. HERRMAN, K.: Umschau Wiss. Technik, 75, 1975, č. 10, s. 310.
19. PAINTER, C. G. a spol.: J. Food Sci., 40, 1975, č. 2, s. 415.
20. TAKANO, H. a spol.: J. Food Sci. Technol., 21, 1974, č. 6, s. 273.
21. CHACHIN, K. a spol.: J. Food Sci. Technol., 20, 1973, č. 4, s. 158.
22. TAKANO, H. a spol.: Report Natl Food Res. Inst., 1974, č. 29, s. 55.
23. SALEM, S. A.: J. Sci. Food Agric., 25, 1974, č. 3, s. 257.
24. FRUMKIN, M. L. — KOVALSKAJA, L. P. — GELFAND, S.: Technologičeskije osnovy radiacionnoj obrabotky piščevykh produktov. Moskva, Piščevaja promyšlennost' 1973.
25. FRUMKIN, M. L. a spol.: Primenenije jonizirujuščich izlučenij dlia udlinenija srokov chranenija svežich plodov, jagod i ovoščej. Vtoroj meždunarodnyj kongres po voprosam nauky i tehnologii piščevoj promyšlennosti. Moskva 1965.
26. TRNELSEN, T. A.: Food Technol., 17, 1963, č. 3, s. 100.
27. MAXIE, E. C. — SOMMER, N. F. — BROWN, D. S.: Radiation technology in conjunction with postharvest procedure as a mean of extending the shelf life of fruits and vegetables. Ann. Report ASAE AT, 1965, č. 34, s. 80.
28. VIDAL, P.: Food Irradiation. Vienna, IAEA 1966, s. 589.
29. KOVALSKAJA, L. P.: Radiacionnaja obrabotka piščevykh produktov. Moskva 1968, s. 101.
30. MONSELINE, S. P. — KAHAN, R. S.: Preservation of Fruit and Vegetables by Radiation. Vienna, IAEA 1968, s. 93.
31. KAHAN, R. S. — PADOVA, R.: Israel Atomic Energy Commission Report, 1968, č. 1160, s. 24.
32. PETRAŠ, I. P.: Kand. dissertacija. Moskva 1967.
33. KURDJASOVA, A. A. — MEDVEDSKAJA, I. G.: Konserv. ovoščesuš. Prom., 1966, č. 7, s. 35.
34. Bull. Inst. int. Froid, 53, 1973, č. 1, s. 89.
35. HAASBROEK, F. J. a spol.: Agropiantae, 6, 1974, č. 2, s. 37.
36. Rev. gen. Froid., 68, 1977, č. 3, s. 224.
37. Ind. alim. agric., 1976, č. 11, s. 1303.

Салкова, З.

Выбранные познания из современного исследования по использованию ионизирующего излучения в пищевой промышленности

Выводы

В работе приводится подбор информации по исследованию с установкой на использование ионизирующего излучения в пищевой промышленности, в первую очередь на ингибирование прорастания картофеля, лука и на радиационную пастеризацию мягких фруктов. Далее приведены положения законодательства в области радиационной обработки пищевых продуктов и познания по современному практическому применению этой новой технологии в мире.

Salková, Z.

Assorted informations from contemporaneous research of ionizing radiation utilization in food industry

Summary

The work presents selection of informations from research directed on utilization of ionizing radiation in food industry, above all on germination inhibition of potatoes, onion and on radiating pasteurization of soft fruit.

Further the legality state in sphere of radiating treatment of foods and informations from contemporaneous practical application of this new technology in the world are mentioned.