

Geymsluþol Grænmetis

Orsakir matarskemmda og varðveisluaðferðir

Nemandi:

Ísak Högnason

Leiðbeinandi:

Stefán Þór Eysteinnsson

Efnisyfirlit

Inngangur	4
1. Orsakir matarskemmda	5
1.1. Örverur / Rotverur	6
1.1.1. Sveppir	6
1.1.2. Bakteríur	8
1.1.3. Smitgáttir örvera til grænmetis	9
1.2. Sjálfsniðurbrot og áhrif umhverfis	10
2. Aukning geymsluþols	12
2.1. Eðlisfræðilegar breytingar	12
2.2. Efnafræðilegar breytingar	14
2.3. Viðbót örvera.....	15
Lokaorð	16
Heimildir	17

Inngangur

Þegar mannkynið öðlaðist færnina til að auka geymsluþol matvæla til að neyta seinna varð vendipunktur í þróun mannsins. Hægt var að reiða á varðveitt matvæli til að koma sér í gegnum árstíðir þegar uppskera var lítil eða veiði gekk illa. Myndun siðmenningar á rætur sínar að rekja að stórum hluta að þessum vendipunkt sögu mannkynsins.

Mikil þróun hefur átt sér stað í aukningu geymsluþols matvæla og enn er rými fyrir framfarir. Samkvæmt National Geographic (Royte, 2016) glötum við 1.3 milljörðum tonna matar eða þriðjung heimsframleiðslu á ári. Af því eru 1400 milljón tonn ávaxta og grænmetis, það jafngildir 46% heimsframleiðslu. Hluti af þessu tapi er rotnun af völdum örvera eða sjálfsniðurbroti (e. self-decomposition). Margar mismunandi aðferðir eru notaðar til að fresta skemmdum afurða og verður fjallað um þær hér, ásamt því sem veldur þeirri rotnun sem verið er að koma í veg fyrir.

Árlega veikjast u.þ.b. 600 milljónir manna af völdum mengaðra matvæla og þar af látast um 420.000 manns. (WHO, 2020).

Í ritgerð þessari verður farið út í hvernig við stjórnum vatnsvirkni grænmetis og/eða breytum sýrustigi til að auka geymsluþol hennar. Einnig verður fjallað um hvað veldur því að matvæli skemmast og hvernig varðveisluaðferðir koma í veg fyrir það.

1. Orsakir matarskemmda

Í þessum kafla verður fjallað um hvað veldur skemmdum á matvælum. Hér verður því skipt í tvo flokka: skemmdir af völdum utanaðkomandi örvera og annars vegar niðurbrot eða efnahvörf sjálfrar vörunnar.

Tegundir rotnunar og orsakir þeirra:

Bacterial soft rot getur orsakast af *Erwinia cartovora*, *Pseudomonas* og *Clostridium*, *Bacillus sps.* Þessar bakteríur valda gerjun pektíns í grænmetinu. Hægt er að þekkja þessa tegund af niðurbroti af útliti, grænmetið verður vatnsósa með mjúka og blauta áferð. **Soft rot** er ein algengasta tegund skemmda í grænmeti og ávöxtum.

Grá mygla orsakast af *Botrytis*. Of hátt rakastig og of heitt andrúmsloft er aðal orsakavaldurinn **Rhizopus soft rot** eins og nafnið gefur til kynna orsakast af *Rhizopus stolonifer*. Hægt er að greina þessa típu af rotnun út frá bómullakenndri myglumyndun með litlum svörtum doppum sem eru gróhirslur.

Anthrachose orsakast yfirleitt af *Collectotrichum lindemuthianum* eða *Collectotrichum coccodes*. Rotnun af þessari tegund er í formi blettamyndunar á laufblöðum, ávexti eða fræbelg.

Alternaria rotnun orsakast af *Alternaria tenuis*. Svæði verða grænbrún að útliti í upphafi vöxt myglunnar og seinna meir breytist myglan í brúna eða svarta bletti.

Blámygla orsakast af *Penicillium digitatum*. Blágræn gró myndast.

Downey mildew orsakast af *Phytophthora brexia*.

Vatnskennd soft rot orsakast fyrst og fremst af *Sclerotinia sclerotiorum*.

Rotnun á stilk orsakast af *Diplodia*, *Alternaria*, *Phomopsis*, *Fusarium*.

Svört mygla orsakast af *Aspergillus niger*. Leggst mikið að grænmeti af krossblómaætt (blómkál, grænkál, o.s.frv.).

Black rot orsakast af *Alternaria*, *Ceratostomella*, *Physalospora*.

Bleik mygla orsakast af *Trichothecium roseum*.

Fusarium mygla orsakast af *Fusarium sps.*

Græn mygla orsakast af *Cladosporium* eða *Trichoderma*.

Slímkennd áferð eða súrnun orsakast af rotverum í blautu, heitu grænmeti.

(Zanwars, R. 2018)

1.1. Örverur / Rotverur

U.þ.b. 25% matvæla á heimsvísu tapast vegna skemmda af völdum örvera. (Snyder, A.B., Worobo, R.W. 2018). Sem sýnir okkur að þrátt fyrir miklar framfarir í forvörnum gegn örverusmiti í matvælaíðnaðinum er enn mikið rými fyrir framfarir.

Grænmeti er nærri því hin fullkomni hýsill fyrir örverur. Grænmeti er með háa vatnsvirkni, fullt af næringarefnum og sýrustig þess er oftast en ekki hlutlaust. Vatnsvirkni er mæling á hlutfalli milli gufuþrýstings afurðar og gufuþrýstings í tæru vatni í sama umhverfi. Gnægð af fjölliðum í grænmeti gerir örverum kleift að nota ensím til að brjóta niður fjölliðurnar til að þær sleppi vatni og öðrum næringarefnum sem örverurnar geta þá notað. (Barth, M., ... 2009)

1.1.1. Sveppir

Algengusta örverusmit grænmetis eru sveppir og er því algengasta orsök rotnunar þess af völdum sveppa. Að hafa stjórn á smiti af völdum sveppa er erfitt vegna seiglu þeirra í umhverfi sem fyrir aðrar örverur væri ekki lífvænlegt. Þær tvær tegundir sveppa sem skemma matvæli eru mygla og ger. Mygla er fjölfrumunga sveppur sem fjölgar sér með myndun gróa. Ger hins vegar eru einfrumungar sem fjölga sér með frumuskiptingu. Til að mygla geti fjölgað sér þarf sýrustig umhverfi hennar að vera milli 3.5-8 en ger þrífst einungis við sýrustig 3.5-4.5. Ger getur ekki fjölgað sér við vatnsvirkni undir 0.9 og mygla ekki undir 0.8. (Singh, Derosier. 2018).

Algengustu tegundir sveppa sem sækja á grænmeti eru: *Botrytis cinerea*, *Alternaria Aspergillus*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Rhizopus*, *Botrytis cinerea*, *Ceratocystis fimbriata*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*.

Sveppir eru ekki alltaf skaðlegir grænmeti. Í heilbrigðri örflóru grænmetis er að finna ýmsar tegundir sveppa. Eftirtaldir tegundir sveppa eru partur af eðlilegri örflóru grænmetis: *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillin*, *Rhizopus*.

Samlíf svepps og grænmetis með heilbrigða örflóru er báðum aðilum gagnlegt. Sveppurinn hjálpar til við upptöku næringarefna úr jarðvegi þar sem sveppir auka við rötarkerfi grænmetisins og sveppir úr örflóru geta varið grænmetið frá skaðlegum sveppum. Sveppurinn fær á móti auðvelt framboð sykra sem grænmetið framleiðir við ljóstíllíf. Þó geta sveppir í örflóru grænmetis fjölgað sér að því marki að það hefur neikvæð áhrif á grænmetið og það skemmist.

Þrátt fyrir að megnið af þeim sveppum sem fyrirfinnast í grænmeti séu ekki skaðlegir neytendum þá eru sumir gistilífs sveppir svokallaðir tækifærissýklar en það þýðir að ekki stafar hættu af örverunni nema ónæmiskerfi neytandans sé lélegt t.d. ef hann væri í lyfjameðferð eða með sjúkdóm sem veikir það.

Mycotoxin.

Sumar tegund myglu framleiða umbrotsefnið mycotoxin sem getur valdið alvarlegum heilbrigðisvandamálum ef innbyrt. Mycotoxin hamlar próteinmyndun, skaðar átfrumur og eykur viðkvæmni fyrir inneitri. (Godish, Thad. 2001).

Tegundir sveppa	Mycotoxin
<i>Penicillium sp.</i>	Patulin Ochratoxin A Citrinin Citreoviridin Emodein Egliotoxin Verruculogen
<i>Aspergillus</i>	Aflatoxin Sterigmatocysin Patulin Ochratoxin A Citreoviridin
<i>Fusarium</i>	Zearalenone Fumonisins

*Tafla yfir helstu tegundir mycotoxina sem algengar sveppategundir framleiða

Mycoxin ochratoxin A veldur bæði lifra- og nýrnaskaða, citroviriden og verruculogen eru taugaeitur. Margar tegundir mycotoxina hafa ónæmiseiturhrif t.d. trichothecenes, gliotoxin og aflatoxin. (Godish, Thad. 2001).

Aflatoxin er framleitt af *Aspergillus* sveppnum. Fullorðnum einstaklingum stafar lítil hættu af aflatoxin eitrun nema í miklu magni, en aflatoxin getur skert vöxt og þroska hjá börnum. Í þróunarlöndum er aflatoxin útbreitt vandamál þar sem lítið er um reglugerðir og staðla til að

hamla útbreiðslu. Mælingar ættu að vera framkvæmdar sem sýnir magn aflatoxin í vörunni og sett væru mörk á leyfilegt magn aflatoxin. Aflatoxin getur valdið krabbameini í lifur og aflatoxicosis getur í sumum tilfellum verið lífshættulegt. (Wild, C.P. 2007).

Ochratoxin er framleitt af sumum aspergillus og penicillium tegundum. Ochratoxin er nýrnaskemmandi og getur valdið æxlismyndun í þvaggfærum. (Pfohl-Leszkowicz, A., Manderville, R.A. 2006). Aspergillus virðist framleiða eitrið ef matvara er geymd við háan hita og hátt rakastig, hins vegar geta sumar penicillium tegundir framleitt það við hitastig allt niður í 5°C. Þó ekki sé hægt að staðfesta það er grunur um að ochratoxin eigi þátt í sjúkdómnum *Balkan endemic nephropathy* sem veldur millivefsnýrnabólgu í fólki á Balkanskaganum.

Patulin er framleitt af mörgum aspergillus og penicillium tegundum.

1.1.2. Bakteríur

Ólíkt ávöxtum, sem eru með mjög lágt pH gildi, þá er pH gildi grænmetis nær því að vera hlutlaust, á bilinu 4.8-6.5. Því er grænmeti einnig í hættu á að smitast af bakteríum.

Algengustu tegundir baktería sem ráðast að grænmeti eru: *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Xanthomonas campestris* og mjólkursýru bakteríur.

Grómyndandi bakteríur (*Bacillus cereus*, *clostridium*, *botulinum*, *listeria*, *monocytogenes*, o.s.frv.) þola mjög háan hita og því eru þær helstu orsakavaldar skemmda á matvælum sem rotvarðar eru með hita, með aðferðum eins og blanching og niðursuðu. Sumar grómyndandi bakteríur eru hitakærar og í sumum tilfellum sækjast þær í hitastig allt að 55°C. Miðlungshitakærar loftfælnar bakteríur (*bacillus* spp.) geta ýlðað niðursoðið grænmeti og framleitt bútýrsýru.

Mjólkursýruglerlar (*lactobacillus*, *pediococcus*, *leuconostoc*, *oenococcus*) geta verið gagnlegir í súrsun grænmetis og verður komið inn á það hér á eftir, en í súrefnissnaudu, köldu og súru umhverfi verða þeir skaðlegir grænmetinu.

Tvær tegundir *pseudomonas* (*P. fluorescens* og *P. viridiflava*) jafngilda 40% baktería sem fyrirfinnast náttúrulega á yfirborði grænmetis og valda tæplega helmingi skemmda ferskra afurða í köldu umhverfi. *Erwinia carotovora* er önnur baktería sem á stóran hlut í rotnun

grænmetis, e. carotovora veldur soft rot í grænmeti í ræktun og við geymslu þess við stofuhita, soft rot eins og við vitum er ein algengasta tegund skemmda í grænmeti. (Rawat, S. 2015)

1.1.3. Smitgáttir örvera til grænmetis

Í ferlinu frá ræktun og þar til maturinn er kominn á disk neytanda hafa örverur fjöldann allan af tækifærum til að komast að grænmetinu.

❖ Ræktun og uppskera

Við ræktun grænmetis geta örverur borist að grænmetinu á ýmsa vegu. Fyrst og fremst er búfé og villt dýr besta dreifileið örvera. Frá þeim berast örverur með saur í vatn eða mold eða saurinn er notaður í áburð sem ef ekki er rétt meðhöndlaður smitar grænmetið. Svo getur vatn borið með sér örverur með áveitum eða flóðum. Örverur geta borist með starfsmanni við uppskeru ef starfsmaður fylgir ekki tilsettum reglum um hreinlæti.

❖ Flutningur og geymsla

Óhreinir pakkningar/flát utan um grænmetið, skemmdir á fláti sem geta marið grænmetið eða gefið utanaðkomandi örverum tækifæri til að komast að grænmetinu.

Skordýr eða önnur dýr komast í grænmetið.

Rangt rakastig og hitastig við geymslu og flutning getur stuðlað að þróun og fjölgun örvera á grænmeti.

Léleg meðhöndlun starfsmanna, hvort sem þeir bera óhreinindi að grænmetinu eða eru of harðhentir við flutninga og valda mari á grænmetinu.

❖ Meðhöndlun í matvöruverslun

Meðhöndlun starfsmanna og viðskiptavina í verslun geta borið örverur eða marið grænmetið.

Hitastig og raki.

❖ Heimili neytenda

Listeria, öfugt við flestar aðrar örverur sem fyrirfinnast í grænmeti, þrífst vel í köldu umhverfi og getur smitað grænmeti geymt þar.

Áhöld notuð við matseld geta verið illa þrífinn og borið örverur. Timburskurðbretti er gott dæmi um þetta því timbrið drekkur í sig safu úr hráu kjöti sem oft er erfitt að þrifa úr. Þar fá bakteríur að þrífast og berast svo yfir í annan mat.

1.2. Sjálfsniðurbrot og áhrif umhverfis

Þeir þættir sem spila inn í efnahvörf í grænmeti og niðurbrot þess eru sýrustig, hitastig, rakastig, aðgengi að ljósi og styrkur súrefnis, koldíoxíðs og etýlýns.

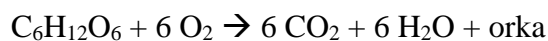
Áhrif hitastigs

Lágt hitastig yfir frostmarki getur valdið kuldaskemmdum (e. chilling injury). Vefir grænmetisins missa mátt sem veldur röskun í frumum þess. Einkenni kuldaskemmda eru yfirborðsskemmdir, brúnn litur á yfirborði, aflitun, vefir blotna og vanþroskun. (Jackman, R.L., 1988). Orsök vanþroska við geymslu í kulda er að etýlen framleiðsla í grænmetinu hamlast við kuldann. Etýlen er hormón sem finnst í ávöxtum og grænmeti sem stýrir þroskun þeirra. Útgufun eykst einnig umtalsvert við kuldaskemmdir sem flýttir fyrir niðurbroti vörunnar.

Frostskemmdir (e. freezing injury) koma til við geymslu við hitastig fyrir neðan frostmark. Ef vatn frýs í frumum grænmetis geta ískristallar skorið í himnu frumunar og þar af leiðandi geta vökvar lekið úr frumu þess. Þetta leiðir til breytinga á áferð grænmetis og útgufun.

Útgufun og frumuöndun

Eftir uppskeru fer grænmeti að tapa glúkósa og raka vegna ferlis sem við köllum frumuöndun (e. respiration). Frumuöndun er einfalt efnahvarf þar sem grænmetið tekur inn súrefni og brýtur glúkósa niður í koldíoxíð og vatn. Jafnan fyrir þetta ferli er eftirfarandi:

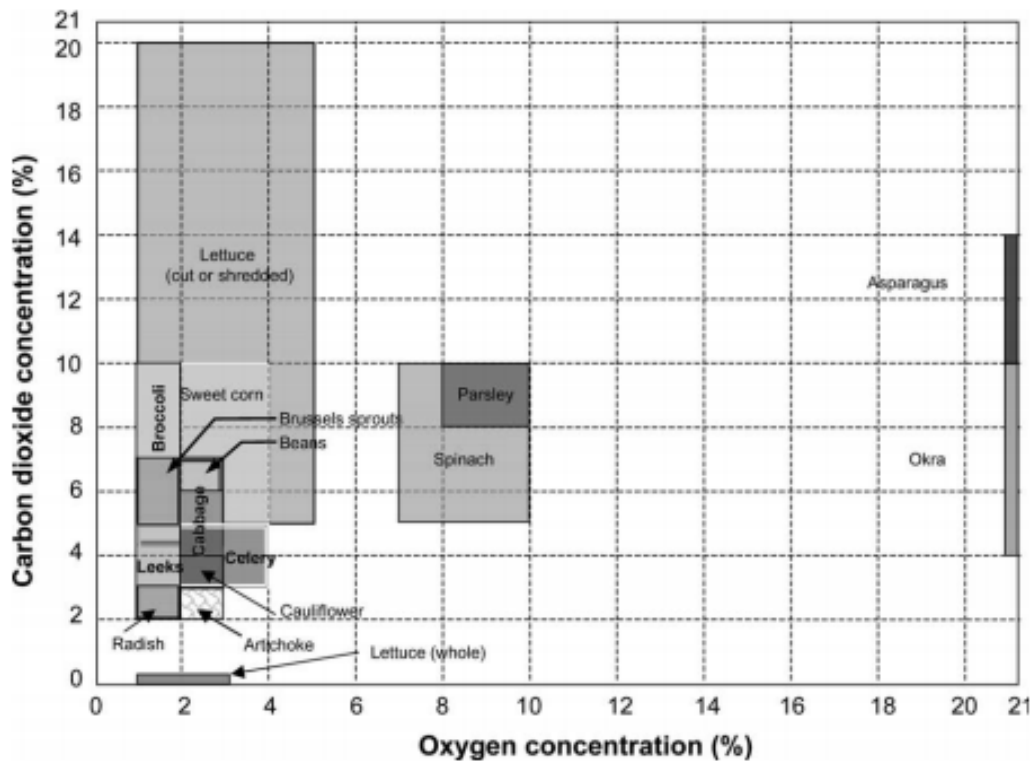


Þessu ferli lýkur þegar grænmetið er búið að brjóta niður allan glúkósa innra með sér og þá fer grænmetið að rotna. Þess vegna viljum við framlengja þetta ferli eins lengi og við getum og til þess eru margar leiðir.

Grænmeti hægir á frumuöndun við lægra hitastig vegna þess að við lægri hita lækkar hreyfiorka efnahvarfa og plantan bregst við með að hægja á frumuferlum til að spara orku. Á hinn bóginn við hærri hitastig er frumuöndun örari vegna hærri hreyfiorku efnahvarfa.

Eins og áður er komið inn á þarf grænmetið súrefni til að frumuöndun eigi sér stað. Með því að lækka súrefnisstyrk í umhverfi þess hægir á frumuönduninni. Mismunandi tegundir grænmetis bregst misvel við koldíoxíði, en almennt séð mun frumuöndun hægja á sér við hærri styrk koldíoxíðs.

Hér fyrir neðan er graf sett upp af Saltveit, M.E. (2002) sem sýnir okkur við hvaða hlutfall súrefnis og koldíoxíð nokkrar tegundir grænmetis vilja vera:



Útgufun (e. transpiration) er ferli þar sem ferskar afurðir tapa raka út um yfirborð sitt. Magn útgufu ræðst af mismun rakaþrýstings milli afurðar og umhverfis og leitast grænmetið við að ná mettunarþrýstingi á yfirborði sínu. Uppgufun raka af yfirborði grænmetisins kælir yfirborð þess niður en á móti kemur frumuöndun sem myndar orku í formi hita sem veldur því að útgufun verður meiri. Til að minnka útgufun grænmetis þarf að geyma það við lágan hita og halda rakastigi lofts háu. (Becker, B.R., Fricke, B.A. 1996)

2. Aukning geymsluþols

Grænmeti í sínu náttúrulega formi er með verulega lítið geymsluþol. Nú til dags fáum við grænmeti sent til okkur frá öllum hornum heims og þarf því að tryggja að það komist leiðar sinnar óspillt og óskemmt og haldist ferskt heim að dyrum neytenda.

Hér munum við skipta aðferðum sem notaðar eru til að auka geymsluþol grænmetis í þrjá flokka: eðlisfræðilegar breytingar, efnafræðilegar breytingar og viðbót örvera.

2.1. Eðlisfræðilegar breytingar

Þurrkun er án efa elsta aðferðin til að auka geymsluþol matvæla. Þurrkun felst í því að draga raka úr matvælum til að lækka vatnsvirkni þess, sem veldur því að engar örverur ná að vaxa á vörunni. Áður fyrr var notast við sólþurrkun, loftþurrkun og reykingu. Nú til dags eru notuð sérhæfð tæki í verkið, svokallaðir matþurrkarar (e. food dehydrator), sem gerir ferlið mun einfaldara og mikið af óvissuþáttum hverfa úr framleiðsluferlinu því nú er unnið í einangruðu umhverfi.

Blanching er tækni þar sem grænmetinu er sökkt í sjóðandi vatn í örfáar mínútur og svo strax á eftir sökkt í ískalt vatn til að stöðva frekari eldun. Blanching er notað til að drepa skaðlegar örverur og hægja á niðurbroti ensíma. Þessi aðferð er notuð þegar verið er að fara frysta, eða þurrka grænmeti því þar halda efnahvörf ensíma áfram. Þegar þessi tækni er notuð er mikilvægt að sjóða grænmetið í hæfilega langan tíma, því ef grænmetið er ekki soðið nógu lengi mun hitinn einungis flýta fyrir niðurbroti ensíma. Niðurbrot ensíma gerist hraðar við hærri hita upp að vissum punkti, ef farið er yfir þann punkt í hita hætta þau efnahvörf sem brjóta niður ensímin.

Gerilsneyðing er tækni þar sem grænmetið er hitað upp að 80°C áður en því er komið fyrir í loftþétu, sóttþreinsuðu íláti sem svo er kælt. Þessi tækni drepur megnið af meinvirkum örverum í grænmetinu og hitinn lofttæmir ílátið sem sér til þess að loftháðar örverur þrífast ekki á grænmetinu.

Notkun rafsegulorku

Rafsegulorka á örbylgjutíðni (tíðni notuð er 915 eða 2450MHz) er notuð til að dauðhreinsa grænmeti af öllum örverum. Hiti vegna ágeislunar veldur dauða örvera í

grænmetinu. Kostir notkunar örbylgjugeislunar eru hagkvæmni hennar, hreinlæti í vinnslu og að hægt sé að nota aðferðina eftir að vörunni hefur verið pakkað inn. (McHugh, 2016)

Rafsegulorka á útvarpstíðni (tíðni notuð er 13.56, 27.12, 40.68MHz) gefur mjög svipaðar niðurstöður og þær sem fást frá örbylgjutíðni. Aðal munurinn er að lengri bylgjur útvarpstíðninar ná dýpra í vöruna og gefa jafnari hitadreyfingu en örbylgjugeislunin. (Altemimi, a., Aziz, S.N., ... 2019)

Rafgötun (e. Pulsed electric field treatment) (PEF) er áhugaverð aðferð vegna hæfni hennar til að gegndræpa frumur í grænmetinu án þess að hækka hita þess eða valda skemmdum á vef þess. PEF notar stutta púlsa af hárrí rafspennu í grænmetið sem brýtur niður frumuhimnur örvera innan þess sem sljóvgar þær.

Jónun (e. ionization) er notuð á grænmeti sem meindýraeyðing og á hvítum kartöflum og lauk til að koma í veg fyrir að þær spíri. Við jónun binst orka við sum efnasambönd, sum efnasambönd slitna við það og úr verða stakeindir, þetta ferli kallast geislasundrun (e. radiolysis). Stakeindirnar bindast um leið við önnur efnasambönd eftir sundrun. Örverur og skordýr hafa mun meiri DNA sambönd en plöntur og því er jónun mjög góð við meindýraeyðingu. DNA er mjög viðkvæmt fyrir geislun, geislun brýtur keðjur af DNA og neyðir þær að bindast saman á öðrum stöðum og við það glatar lífveran getunni til að fjölga sér. (Keener, K.M.).

Notkun lágs hita

Kæling hægir á virkni ensíma í grænmeti og útbreiðslu örvera, en stoppar það ekki að fullu sem þýðir að geymsluþol eykst ekki mikið.

Frysting hægir einnig á virkni ensíma og setur örverur í eins konar dvala. Hægt er að koma alveg í veg fyrir virkni ensíma ef grænmetið er blanched fyrir frystingu, það ætti einnig að drepa megnið af örveruvirkni í grænmetinu.

2.2. Efnafræðilegar breytingar

Lífrænar sýrur (e. organic acids) eru notaðar til að hamla vexti örvera og lækka pH gildi vöru. Í grænmeti finnum við lífrænar sýrur fyrst og fremst í súrsuðu grænmeti, eins og súrsuðum gúrkum, súrkáli, o.s.frv. Sýrur lækka pH gildi matar sem skapar ólíft umhverfi fyrir flestar örverur.

Algengasta tegund lífrænnar sýru sem notuð er til aukningar geymsluþols eru mjólkursýrur, þær eru framleiddar af bakteríum eins og *Lactobaccillus* og *Streptococcus* við gerjunarferli. Ediksýra er önnur lífræn sýra sem verður til við mjólkursýrugerjun og sinnir sama hlutverki.

Sítrónusýrur finnast náttúrulega í sítrusávöxtum og eru einnig framleiddar af sumum tegundum *Aspergillus Niger* myglunnar. Sítrónusýrur eru betri í að hamla vexti hitakærra baktería en mjólkursýrur og ediksýrur.

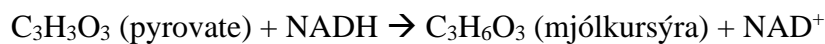
Salt er mikið notað til að lækka vatnsvirkni afurða með því að draga vatn úr frumum þess. Salt getur einnig takmarkað súrefnisleysni örvera og truflað ensím fruma þeirra sem hægir á vexti þeirra. Salt á einnig þátt í gerjun, eins og í súrsun grænmetis, þar sem það kemur í veg fyrir vöxt skaðlegra örvera en örverur eins og mjólkursýrugerlar sem notaðir eru í gerjun þola saltið. Saltið dregur vatn úr grænmetinu sem minnkar rými fyrir súrefni sem er hjálplegt fyrir mjólkursýrugerlana þar sem þeir eru loftfælnir. (Henney, Taylor, Boon. 2010).

Sykur er notaður á sama hátt og salt þar sem hann dregur vatn úr frumum afurðar og örvera. Lausn með sykri og salti er oft notuð til að varðveita grænmeti. Sykur einn og sér kemur vatnsvirkni grænmetis ekki niður fyrir 0.845, en það er ekki nóg til að stoppa myglusveppi frá því að þróast, því eru yfirleitt notuð önnur rotvarnarefni með sykri.

2.3. Viðbót örvera

Í sumum tilfellum er örverum bætt við grænmeti til að auka geymsluþol. Tilgangur þess er að skapa samkeppni milli þeirra og örvera sem sækja á grænmetið. Viðbættar örverur gera utanaðkomandi örverum erfitt fyrir með því að éta upp næringarefnin sem þær sækjast í, lækka sýrustig vörunnar niður í gildi sem þær þrífast ekki við og framleiða efni sem skaðleg eru örverunum (bakteríósín og mycocin).

Eins og minnst var á í kaflanum um efnafræðilegar breytingar eru bakteríur eins og *Lactobacillus* og *Streptococcus* bætt í grænmeti. Þar brjóta þær niður sykur í mjólkursýrur sem drepa aðrar bakteríur og lækka pH gildið. Við þessi efnahvörf bindst pýróprúgusýra (e. pyrovate) við vetni og úr verður mjólkursýra. Eftirfarandi formúla lýsir ferlinu:



(MasterClass, 2020).

Bakteríósín framleiðandi bakteríur eru notaðar til að drepa aðrar skaðlegar bakteríur. Bakteríósín eru peptíðar eða prótein sem baktería framleiðir sér til varnar. Líkt og bakteríur framleiðir ger sveppaeyðandi prótein kallað mycocin. Þetta prótein bindur sig í frymisskæni annarra örvera sem truflar frumur þess og veldur frumudauða. (Golubev, W.I., 1998)

Lokaorð

Aðgengi að öruggum og heilbrigðum matvælum er lykilatriði í heilsu okkar og fræðsla um hættur vegna rangrar geymslu matar og mikilvægi þess að tryggja ferskleika matarafurða er stór þáttur þess. Grænmeti er frábær hýsill fyrir örverur sem gera okkur illt og því er mikilvægt að tryggja að þær fái ekki tækifæri til að ná fótfestu í grænmetinu og ef of seint er að koma í veg fyrir það að geta þá þekkt ummerki þeirra með sjónskoðun og vita því hvenær öruggt er að innbyrða grænmetið.

Áhugi fyrir hefðbundnum geymsluaðferðum eins og súrsun og þurrkun matvæla hefur stóraukist á síðustu árum sem fyrir mér er frábær þróun og þýðir hugsanlega að minna af matvælum eru að fara til spillis á heimilum fólks. Matarsóun er vandamál á heimsvísu og ekki bætir það ástandið þegar fólk kaupir meiri mat en það ræður við að neyta áður en hann skemmist og endar á að henda honum.

Við aukningu geymslupols eru margir þættir til að íhuga og margar aðferðir við hendi til að takast á við mismunandi aðstæður, með réttri nálgun er hægt að minnka sóun afurða og tryggja öryggi og heilsu neytanda.

Heimildir

Alegbeleye, O.O., Singleton, I., Sant'Ana, A.S. (2018, 3. febrúar). Source sand contamination routes of microbial pathogens to fresh produce during field cultivation. *Food Microbiol*, 73, 177-208.

Altemimi, A., Aziz, S.N., Al-Hilphy, A.R.S., Lakhssassi, N., Watson, D.G., Ibrahim, S.A. (2019, maí) Critical review of radio-frequency heating applications in food processing. *Food Quality and Safety* 3(2) 81-91. DOI: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyz002>

Barth, M., Hankinson, T.R., Zhuang H., Breidt, F. (2009, 5. september). Microbiological Spoilage of Fruits and Vegetables. *Commendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*, 135-183 DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1_6

Becker, B.R., Fricke, B.A. (1996) Transpiration and respiration of fruits and vegetables. *Science et Technique du Froid*.

Godish, Thad. (2001). *Indoor enviromental quality*. Sótt af <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/32798/1/39.pddf.pdf>

Golubev, W.I., (1998). *Mycotoxins: killer toxins*.

Henney, J.E., Taylor, C.L., Boon, C.S. (2010). *Strategies to reduce sodium intake in the United States*. Washington DC: National Academies Press.

Jackman, R.L., Yada, R.Y., Marangoni, A., Parkin, K.L., Stanley, D.W. (1988, 18. maí). Chilling Injury: A Review of Quality Aspects. University of Guelph, Ontario, Kanada, *Department of Food Science*.

Keener, K.M. (dagsetning ekki gefin). To zap or not to zap. North Carolina State University, *Department of Food Science*.

MasterClass. (2020, 8. nóvember). *MasterClass*. Sótt 15. mars 2021 af <https://www.masterclass.com/articles/what-is-fermentation-learn-about-the-3-different-types-of-fermentation-and-6-tips-for-homemade-fermentation#how-does-fermentation-work>

McHugh, Tara. (2016, 1. október). Microwave Processing Heats Up. *IFT*. Sótt þann 12. apríl. 2021 af <https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology->

[magazine/issues/2016/october/columns/processing-microwave-heating-applications-in-the-food-industry#:~:text=Domestic%20microwave%20ovens%20operate%20at,most%20food%20products%20are%20dielectric.&text=As%20heat%20is%20generated%2C%20it%20conducts%20through%20the%20food.](#)

Pfohl-Leszkowicz, A., Manderville, R.A. (2006, 29. desember) Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans. *Molecular Nutrition and Food Research*, 51(1). DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600137>

Puértolas, E., Saldaña, G., Raso, J. (2017, 26. ágúst). Pulsed electric field treatment for fruit and vegetable processing. *Handbook of Electroporation* pp 2495-2515.

Rawat, S. (2015). Food spoilage: Microorganisms and their prevention. *Department of Botany and Microbiology, Garhwal University*, 5(4), 47-56

Royte, E. (2016, 1. mars). How 'ugly' fruits and vegetables can help solve world hunger. *National Geographic*. Sótt 12. apríl 2021 af <https://www.nationalgeographic.com/magazine/article/global-food-waste-statistics>

Saltveit, M.E. (2002, 21. maí). Is it possible to find an optimal controlled atmosphere? University of California, *Department of Vegetable Crops*.

Singh, R.P., Derosier, N.W. (2018, 28. september). Food Preservation. *Britannica*. Sótt þann 12. febrúar 2021 af <https://www.britannica.com/topic/food-preservation/Fungi>

Snyder, A.B. og Worobo, R.W. (2018, 16. maí). Fungal Spoilage in Food Processing. *Journal of Food Protection*, 81(6), 1035-1040. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-18-031

Wild, C.P. (2007). Aflatoxin exposure in developing countries: The critical interface of agriculture and health. *Food and Nutrition Bulletin*, 28(2)

World Health Organization. (2020, 30. apríl). Food Safety. *World Health Organization*. Sótt 23. janúar 2021 af <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

Zanwars, R. (2018, 20. júní). Microbial spoilage of fruits & vegetables. *SlideShare*. Sótt 23. mars 2021 af <https://www.slideshare.net/9404577899/microbial-spoilage-of-fruits-vegetables>