

matís

Áskoranir við pökkun grænmetis

Ólafur Reykdal
Margeir Gissurarson
Sophie Jensen
Jónas Baldursson
Valur N. Gunnlaugsson

Skýrsla Matís nr. 05-23

Janúar 2023
ISSN 1670-7192
DOI nr. 10.5281/zenodo.7620088



Report Summary

Icelandic Food and Biotech R&D

ISSN 1670-7192

Titill / Title	Áskoranir við pökkun grænmetis		
Höfundar / Authors	Ólafur Reykdal, Margeir Gissurarson, Sophie Jensen, Jónas Baldursson, Valur N. Gunnlaugsson		
Skýrsla / Report no.	05-23	Útgáfudagur / Date:	Janúar 2023
Verknr. / Project no.	62703		
Styrktaraðilar /Funding:	Matvælasjóður / Icelandic Food Innovation Fund		
Ágríp á íslensku:	<p>Verkefnið <i>Áskoranir við pökkun grænmetis</i> var styrkt af Matvælasjóði árið 2021. Markmið verkefnisins voru að gefa yfirlit um valkosti við pökkun grænmetis og benda á væntanleg ný pökkunarefni sem geta leyst plast af hólmi. Jafnframt var verkefninu ætlað að gefa yfirlit um áhrif umbúða á umhverfi og heilsu fólks og kanna geymsluþol og gæði grænmetis fyrir mismunandi pökkun við íslenskar aðstæður. Framlag verkefnisins verður að gera nýjustu þekkingu á pökkun grænmetis aðgengilega fyrir hagsmunaaðila á Íslandi. Með verkefninu hefur byggst upp þekking sem verður miðlað til grænmetisgeirans. Mögulegt verður að taka ákvarðanir um bestu lausnir út frá gæðum afurða og umhverfisvernd. Verkefnið var unnið í samstarfi við Deild garðyrkjubænda hjá Bændasamtökum Íslands og Sölufélag garðyrkjumanna. Hluti af verkefninu var vinna við mat á kolefnisspori nokkurra garðyrkjubýla en gerð er grein fyrir þeim niðurstöðum á öðrum vettvangi. Þótt fjallað sé sérstaklega um grænmeti í þessari skýrslu, hafa viðfangsefnin almenna skírskotun og þeir sem ætla að pakka öðrum tegundum matvæla ættu að hafa gagn af skýrslunni. Vonast er til þess að verkefnið leiði til framfara við pökkun matvæla og greiði leið fyrir nýjar tegundir pökkunarefna.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Grænmeti, pökkunarefni, pökkun</i>		
Summary in English:	<p>The aim of the project was to review the packaging choices for vegetables and indicate possible alternatives to replace plastics. Also, environmental aspects and current use of packaging materials were reviewed. The results will be made available to vegetable producers, retailers, and consumers. The parties working with vegetable packaging can hopefully make reasonable choices to reduce the use of plastic packaging materials, and also reduce the amount of packaging materials used. The results of the project should also be useful for other sectors of the food industry.</p>		
English keywords:	<i>Vegetables, packaging materials, packaging</i>		

Efnisyfirlit

1. Inngangur	1
2. Skilgreiningar.....	3
3. Grænmeti – Lifandi vefur	6
4. Reglugerðir – Kröfur til umbúða.....	10
5. Pökkunarefni	12
Eiginleikar pökkunarefna.....	12
Plast.....	13
Pappír og pappi	16
Gler.....	18
Málmar.....	18
Sellulósafilmur.....	18
Lífplast.....	19
6. Umhverfisáhrif og matvælaöryggi.....	22
7. Pökkunaraðferðir og vélbúnaður	26
8. Geymslupól og geymsluskilyrði	33
9. Athugun á pökkun grænmetis á íslenskum markaði	35
10. Ráðleggingar – Pökkun grænmetis.....	41
11. Lokaorð og þakkir.....	44
12. Heimildir.....	45
Viðauki 1 – Birgjar fyrir matvælaumbúðir	50
Viðauki 2 – Enskur – Íslenskur orðalisti	51
Viðauki 3 – Kjörgeymsluskilyrði fyrir grænmeti, ávexti og krydd	52
Viðaukatafla 3-1 – Kjörgeymsluskilyrði: Hitastig og rakastig.....	52
Viðaukatafla 3-2 – Geymslupól, kæliskemmdir og etýlen.....	55

1. Inngangur

Vitundarvakning hefur orðið um mikilvægi þess að draga úr notkun einnota umbúða. Þetta á sérstaklega við um plastnotkun. Neytendamarkaðurinn kallar á umhverfisvænar pakkningar og hávær krafa er uppi um minni notkun á plasti í virðiskeðju grænmetis. Framleiðendur og seljendur standa frammi fyrir því að plast er auðveldasta leiðin til að draga úr rakatapi grænmetis og þar með varðveita gæði og geymsluþol. Plastið er einnig notað til að aðgreina vörur og til að raða stykkjum saman í sölueiningar. Pappírsumbúðir eru dýrari en plast en hafa ekki marga af eiginleikum þess, því eru framleiðendur í vanda með hvaða stefnu eigi að taka. Í þróun eru ýmsar umbúðir úr jurtum eða þörungum (lífplast) sem brotna niður í náttúrunni og eru því áhugaverðar lausnir. Þessar lausnir eru margar hverjar enn á rannsóknastigi og því erfitt fyrir framleiðendur að taka ákvörðun um hvenær óhætt sé skipta yfir í nýjar tegundir umbúða. Fagleg úttekt á stöðunni er því nauðsynleg fyrir framleiðendur, en einnig fyrir verslunina sem er tenging neytanda við framleiðendur. Þessari skýrslu er ætlað að skýra stöðuna varðandi pökkun grænmetis.

Reynsla af pökkun grænmetis er fyrir hendi hjá nokkrum aðilum á Íslandi. Garðyrkjubændur, Sölufélag garðyrkjumanna og verslanir hafa prófað mismunandi lausnir við pökkun grænmetis. Matis hefur tekið þátt í verkefnum sem miða að nýjum lausnum í pökkun og hefur því sambönd sem koma að gagni.

Á netinu má finna miklar upplýsingar um pakkningar fyrir grænmeti og getur verið erfitt að átta sig á hvað hentar fyrir hverja grænmetistegund. Á Íslandi starfa nokkrir birgjar sem útvega búnað og umbúðir fyrir matvælaíðnað. Af þeim má nefna: (1) Samhenta¹. (2) Nokk². (3) Multivac A/S, útibú á Íslandi. (4) PMT, plast, miðar og tæki.³

Ýmsar framtíðarlausnir eru mögulegar fyrir umhverfisvænar umbúðir: (1) Lífplast úr þörungum. Hjá Matis er í gangi verkefni sem miðar að slíkri framleiðslu.⁴ Markmiðið er að þróa afurðir úr alginati og laminarin fjölsykrum úr þangi sem nýta má í framleiðslu á lífplasti og öðrum verðmætum fjölliða efnum. Framleiðslan fer fram með samvirkni ensíma í einni hvarflausn. (2) Lífplast úr stoðvef ýmissa plantna. Nefna má lífplast úr hampi, lúpínu og þara.

Samtök grænmetisframleiðenda í Finnlandi⁵ hafa gefið út margvíslegt fræðsluefni, þar á meðal bækling um umbúðir og kolefnisspor (Rent Inhemska Grönsaker). Á tímabilinu 2004 til 2017 hefur kolefnisspor

¹ <http://www.samhentir.is/>

² <http://www.nokk.is/>

³ <https://pmt.is/>

⁴ https://matis.is/matis_projects/afurdir-ur-thangi-fyrir-framleidslu-lifplasts/

⁵ <https://www.puhtaastikotimainen.fi/>

lækkað um 56% fyrir finnska grænmetisframleiðslu í gróðurhúsum. Á Íslandi þarf að keppa að ámóta markmiði.

Síðla árs 2021 styrkti Matvælasjóður verkefnið *Áskoranir við þökkun grænmetis* en gerð er grein fyrir niðurstöðum verkefnisins í þessari skýrslu. Markmið verkefnisins voru að: (1) Gefa yfirlit um valkosti við þökkun grænmetis. (2) Rannsaka geymsluþol og gæði grænmetis fyrir mismunandi þökkun við íslenskar aðstæður. (3) Gefa yfirlit um áhrif umbúða á umhverfi og heilsu fólks. (4) Framkvæma útreikninga hjá garðyrkjubændum á kolefnisspori grænmetis með tilliti til þökkunar. Verkefnið var unnið af starfsmönnum Matís nema útreikningar á kolefnisspori en það verk unnu starfsmenn Deildar garðyrkjubænda hjá Bændasamtökum Íslands. Ekki er fjallað um kolefnissporið í þessari skýrslu.

Framlag verkefnisins verður að gera nýjustu þekkingu á þökkun grænmetis aðgengilega fyrir hagsmunaaðila á Íslandi. Með verkefninu hefur byggst upp þekking sem verður miðlað til grænmetisgeirans. Mögulegt verður að taka ákvarðanir um bestu lausnir út frá gæðum afurða og umhverfisvernd.

Í samtölum við framleiðendur, dreifendur og verslunarfólk hefur komið greinilega fram að þökkun grænmetis er þeim ofarlega í huga og þessir aðilar standa frammi fyrir vanda þegar velja þarf tegund umbúða. Af þessum sökum er ljóst að vinna þarf áfram við þökkunarmál grænmetis.

2. Skilgreiningar

Aukaefni í plasti (e. *plastic additives*). Margvíslegum kemískum aukaefnum er bætt í plast við framleiðslu þess svo það hafi ákveðna eiginleika eða uppfylli ákveðin skilyrði.

Aukefni (e. *food additives*) eru efni sem bætt (aukið) er í matvæli til þess að hafa áhrif á geymsluþol, lit, lykt, bragð eða aðra eiginleika matvæla. Aukefni eru auðkennd með efnaheitum eða E númerum. Einungis er leyfilegt að nota í matvæli þau aukefni sem Matvælaöryggisstofnun Evrópu (EFSA) hefur metið og viðurkennt að séu ekki skaðleg heilsu fólks.

Clostridium botulinum er matareitrunargerill sem getur lifað í lofttæmdum og loftþéttum umbúðum. Hann er loftfælinn og myndar hitapólin dvalargró, sem eru víða í jarðvegi og geta borist í allan mat, ekki síst grænmeti og ávexti.

Flæði (e. *migration*) er það ferli þegar efni í matvælaumbúðum berast í matvælin. Efnin geta verið leifar af hvarfefnum í plasti, blek og aukaefni eins og litarefni og mýkingarefni í plasti.

Gaspökkun. Sjá **Virk loftskipt pökkun.**

Gegndræpi plastfilma (e. *permeability*): Sá eiginleiki plastfilma að hleypa í gegnum sig lofttegundum og raka. Mælieiningin er cm^3/m^2 24 klst. 1bar, eða það magn af lofttegund sem fer í gegnum ákveðna þykkt plastfilmu á 24 klst. við 1 bar loftþrýsting.

Gerjun (e. *anaerobic respiration*): Loftfirð öndun, öndun sem ekki er háð súrefni. Við gerjun myndast orkurík efni á borð við aldehyð, etanól og mjólkursýru.

Jafnvægisloftskipti (e. *equilibrium modified atmosphere*): Jafnvægi kemst á gegndræpi fyrir koldíoxíði og súrefni, þ.e. eyðingu súrefnis og framleiðslu koldíoxíðs innan umbúða. Þannig geta skapast bestu skilyrði fyrir viðkomandi grænmetistegund í umbúðunum.

Kæliskemmdir (e. *chilling injuries*) koma fram á grænmeti og ávöxtum þegar hitastig hefur farið niður fyrir þolmörk viðkomandi tegundar en hitastigið er þó yfir frostmarki tegundarinnar. Almennt eru grænmeti og ávextir af suðrænum slóðum viðkvæmust fyrir kæliskemmdum.

Lágmarksvinnsla á grænmeti (e. *minimal processing of vegetables*) felur í sér hreinsun, snyrtingu og skurð á grænmeti, ásamt pökkun í umbúðir. Dæmi er sneiddar kartöflur og skurður á blaðgrænmeti.

Lekavísir (e. *leak indicator*): Lekavísir er notaður til að fylgjast með styrk lofttegunda. Lekavísirinn er tafla eða borði sem komið er fyrir í umbúðum (getur líka verið hluti af umbúðum). Í töflunni eða borðanum verða litabreytingar að tilstuðlan ákveðinna efnasambanda sem ganga í samband við ákveðna lofttegund og sýna styrk hennar í umbúðum. Lekavísir er yfirleitt notaður til að greina styrk súrefnis og koldíoxíðs í umbúðum.

Lífplast (e. *bioplastics*) er samheiti yfir filmur sem framleiddar eru úr lífmassa í stað jarðefnaeldsneytis. Sumar tegundir lífplasts brotna niður í náttúrunni en aðrar gera það ekki. Hráefni í lífplast geta verið jurtatrefjar, maíssterkja, matarúrgangur, jurtafita, timbur o.fl.

Loftskipt pökkun (e. *modified atmosphere packaging, MAP*) felur í sér breytingu á samsetningu lofttegunda (CO_2 og O_2) umhverfis matvæli í umbúðum til að auka geymsluþol, án þess að rýra gæðin. Breytingin felur yfirleitt í sér minnkun á súrefnisstyrk og aukningu á koldíoxíðstyrk í umbúðum.

Lofttæmipökkun (vakúmpökkun) (e. *vacuum packaging*): Loft í umbúðum er fjarlægt að hluta til í sérstökum pökkunarvélum.

Náttúruleg loftskipt pökkun (e. *passively modified atmosphere packaging*): Grænmeti eða ávextir í umbúðum breyta samsetningu loftsins með eigin öndun. Súrefnið minnkar en koldíoxíðið eykst innan lokaðra umbúða. Það sama getur átt við um lokaðar geymslur.

Rakatempruð pökkun (e. *modified humidity packaging*): Dregið er úr útgufun vatns í pökkuðu matvæli og hindrar það daggardropamyndun á innra borði umbúða.

Rekjuhlutfall (e. *relative humidity, RH*): Rekjuhlutfall er mælikvarði á loftraka og gefur til kynna hve mikinn raka loftið ber sem hlutfall af raka mettaðs lofts. Raki mettaðs lofts er 100%.

Stýrð loftskipt pökkun (e. *controlled atmosphere packaging*): Samsetningu lofttegunda er stýrt með því að halda styrkjum súrefnis og koldíoxíðs föstum innan umbúða.

Stýrð loftskipt geymsla (e. *controlled atmosphere storage*): Samsetningu lofttegunda er stýrt með því að halda styrk súrefnis og koldíoxíðs föstum í matvælageymslum.

Virk loftskipt pökkun (gaspökkun) (e. *active modified atmosphere packaging*) byggir á því að breyta samsetningu loftsins umhverfis vöruna með því að sprauta æskilegri loftblöndu inn í umbúðirnar. Oft er talað um þessa aðferð sem gaspökkun.

Virk pökkun (e. *active packaging*): Umbúðir eða hluti af þeim hafa áhrif á loftsamsetningu í umbúðum. Skipta má virkum umbúðum í nokkra flokka: Gleypar (e. scavengers). Umbúðirnar drekka í sig eða eyða efnum eins og súrefni, etýleni og raka. Gjafar (e. emitters). Umbúðirnar innhalda eða framleiða efni

sem hafa tæknileg áhrif. Mælar (e. indicators) skrá þætti eins og hitastig, rakastig og örveruskemmdir. Dæmi eru súrefnisgleypir, etýlengleypir og hitastigsvísir.

Örplast (e. microplastics) er smáar plastagnir sem eru minni en 5 mm að þvermáli. Örplastið hefur myndast við það að plasthlutir brotna niður eða það hefur verið framleitt í þessum litlu einingum.

3. Grænmeti – Lifandi vefur

Grænmeti og ávextir eru lifandi plöntuvefir sem hafa verið skornir frá plöntu eða rótum á ræktunarstað. Á vaxtarskeiði er plantan að byggja upp vefi og forðanæringu. Við uppskeru stefnir allt að niðurbroti sem endar með skemmdum en hægt er að beita margvíslegum úrræðum til að koma í veg fyrir skemmdir eða seinka þeim.

Ljóstíllífun og öndun

Á meðan á vexti grænmetis og annarra jurta stendur er orka sólarljóssins nýtt til myndunar þeirra efnasambanda sem jurtin þarf á að halda. Forðanæring er geymd á formi sykra, sterkju og trefja. Þetta ferli kallast **ljóstíllífun** (vatn og koldíoxíð mynda, fyrir áhrif ljóss, sykrur og súrefni). Annað en nauðsynlegt ferli er að jurtirnar taka upp vatn og næringarefni úr jarðveginum.

Við uppskeru grænmetis stöðvast upptaka vatns og næringarefna og ljóstíllífunin stöðvast einnig. En það ferli sem kallað er **öndun** heldur áfram. Öndun byggist á því að grænmetið nýtir forðanæringu og súrefni andrúmsloftsins til að mynda koldíoxíð og vatn. Jafnframt á sér stað hitamyndun. Rakinn og hitinn geta stuðlað að skemmdum, t.d. vegna myglusveppa. Þetta þýðir að grænmeti og ávextir eru viðkvæm fyrir umhverfinu og hraði niðurbrotsins er háður hitastiginu. Öll viðleitni til að ná fram nægilegu geymsluþoli grænmetisins þarf að taka mið af þessum áframhaldandi efnaskiptum grænmetisins.

Ljóstíllífun:

Ljós, koldíoxíð og vatn → sykrur (forðanæring) og súrefni.

Öndun jurta:

Sykrur (forðanæring) og súrefni → koldíoxíð, vatn og hiti.

Hitastig er einn mikilvægasti þátturinn þegar varðveita á gæði grænmetis. Við lækkun á hitastigi hægir á öndun og vatnstap frá grænmetinu minnkar. Óvarið grænmeti hefur ótakmarkaðan aðgang að súrefni til öndunar og til að gefa frá sér koldíoxíð. Ein aðferð til að hægja á öndun og þar með lengja geymsluþolið er að minnka súrefnið og / eða auka koldíoxíð í umhverfi grænmetisins.

Þar sem grænmeti er lifandi vefur getur of lítið súrefni eða of mikið koldíoxíð truflað öndunina og leitt til skemmda. Í handbók Reid og Serek (1999) má finna upplýsingar um heppilegan styrk súrefnis og

koldíoxíðs fyrir ýmsar tegundir grænmetis og ávaxta. Þessar upplýsingar koma að góðum notum þegar aðstæðum í geymslum eða umbúðum er stýrt.

Þrír þættir ráða mestu um það hversu lengi gæði grænmetis varðveitast (Mercantile Publishers 1989):

- Tegund grænmetis / ávaxta segir til um hraða öndunar. Tegundir eins og kartöflur sem eru í fremur óvirku ástandi hafa hæga öndun og geymast lengi. Aðrar tegundir eins og spergilkál hafa hraða öndun og geymsluþol þeirra er stutt.
- Hraði öndunar jurta vex með hækkandi hitastigi.
- Styrkur súrefnis og koldíoxíðs í loftinu hefur áhrif á framgang öndunar. Lækkun á styrk súrefnis og hækkun á styrk koldíoxíðs dregur úr öndun. Lofttegundin etýlen í lofti hraðar þroska grænmetis og ávaxta (sjá umfjöllun hér að neðan).

Auk handbóka gefa ýmsar vefsíður gott yfirlit um meðferð grænmetis. Sem dæmi má nefna ástralsku vefsíðuna Postharvest Management of Vegetables.⁶

Lofttegundir

Geymsluþol grænmetis er háð súrefnisstyrk og koldíoxíði, etýleni og öðrum efnum í andrúmsloftinu. Í andrúmsloftinu er um 21% súrefni, 0,03% koldíoxíð og köfnunarefni er um 78%. Óvarið grænmeti hefur því nægan aðgang að súrefni fyrir öndun og þar með myndun koldíoxíðs, vatns og hita eins og að framan greinir. Grænmetið sjálft getur myndað eina lofttegund til viðbótar en það er etýlen. Þessi lofttegund getur haft afdrifaríkar afleiðingar fyrir geymsluþol sumra grænmetistegunda.

Etýlen er lofttegund sem grænmeti og ávextir mynda. Mjög misjafnt er eftir tegundum grænmetis og ávaxta hversu mikið etýlen myndast. Í grænmeti og ávöxtum gegnir etýlen því hlutverki að flýta þroska. Því er óheppilegt að geyma saman tegundir sem gefa frá sér mismikið af etýleni. Grænmeti og ávextir eru misjafnlega viðkvæm fyrir etýleni með tilliti til áhrifa á þroskun. Of hröð þroskun getur endað með skemmdum. Etýlen myndast einnig við bruna jarðefnaeldsneytis og þarf að hafa það í huga ef útblástursloft ökutækja kemst inn í afurðageymslur. Algengast mun vera að lyftarar séu rafknúnir. Allar jurtir og jurtahlutar gefa frá sér etýlen en í mjög mismiklum mæli eins og kemur fram í töflu 1.

⁶ <https://www.postharvest.net.au/postharvest-fundamentals/vegetable-physiology/respiration/>

Tafla 1. Etýlenframleiðsla grænmetis.⁷

Dæmi um grænmeti sem gefur frá sér mikið etýlen:	Dæmi um grænmeti sem gefur frá sér lítið eða óverulegt etýlen:
Tómatur	Blaðsalat Blómkál Gulrófa Gulrót Hvítkál Kartafla Steinselja Sveppir

Dæmi um skemmdir sem etýlen getur ýtt undir eru:

- Blaðgrænmeti verður gulleitt og blettir koma fram á blöðum.
- Gúrkur verða gular og þær linast.

Mjög er misjafnt eftir tegundum grænmetis og ávaxta hversu mikil áhrif etýlen í umhverfinu hefur á framgang þroska og þar með lengd geymslupóls. Í töflu 2 má sjá dæmi um grænmeti sem svarar etýleni misvel.

Tafla 2. Áhrif etýlens á grænmeti. ⁷

Etýlen hefur mikil áhrif á þroska	Etýlen hefur takmörkuð eða lítil áhrif á þroska
Blaðsalat	Gulrófa
Blómkál	Kartafla
Gulrót	Sveppir
Gúrka	Tómatur
Hvítkál	
Steinselja	

Kæling

Grænmeti og ávextir geta skemmst ýmist vegna þess að hitastigið er of hátt eða of lágt. Kæliskemmdir (e. chilling injury) verða þegar hitastig í grænmeti og ávöxtum fer niður fyrir ákveðin krítísk mörk en þau eru mjög mismunandi eftir tegundum. Óafturkræfar skemmdir á vefjum afurðanna eiga sér stað. Sjá nánari umfjöllun í kafla 8 og upplýsingar í viðauka 3.

Geymsluskilyrði og gæðarýrnun grænmetis

Vatnstap grænmetis og ávaxta er ein algengasta orsök gæðarýrnunar. Vatnstapið leiðir til léttingar vörunnar og útlitsgalla, auk þess sem verðmæti tapast vegna minni þyngdar vörunnar Nokkuð misjafnt er hversu þolnar hinar ýmsu tegundir grænmetis og ávaxta eru gagnvart vatnstapi. Þannig sést minna

⁷ Sjá nánari upplýsingar í Viðauka 3 en þar er getið um heimildir fyrir upplýsingar í töflum 1 og 2.

á tómötum en salati eftir uppgufun vatns. Til þess að forðast óþarft vatnstap úr grænmeti og ávöxtum er nauðsynlegt að geyma þessar matvörur sem næst kjörgeymsluaðstæðum, sjá töflur í viðauka 3.

Pökkun eða ekki pökkun?

Óvarið grænmeti eftir uppskeru hefur almennt takmarkað geymsluþol. Því er nauðsynlegt að varðveita grænmetið með þeim hætti að geymsluþol sé hámarkað. Ein leið til þess er að pakka grænmetinu. Að lokinni uppskeru missir grænmetið vatn til umhverfisins við útgufun. Mjög misjafnt er eftir grænmetistegundum hversu mikil útgufunin er og ræðst það meðal annars af innri gerð grænmetisins.

Matvælastofnun hefur gefið út leiðbeiningar um viðskipti með matvæli án umbúða.⁸ Ekki er hægt að ganga út frá því að hægt sé að eiga viðskipti með allar viðkvæmar matvörur. Verslanir þurfa að setja sér starfsreglur varðandi umbúðalausla sölu. Kaupendur þurfa að þekkja hvaða umbúðir og ílát henta fyrir matvæli og ábyrgðin á öryggi matvælna er á þeirra herðum.

⁸ Vefsíða Matvælastofnunar. <https://www.mast.is/static/files/import/leidbeiningar/leidbeiningar-matvaeli-afgreidd-i-ilat-vidskiptavina-181126-ij.pdf>

4. Reglugerðir – Kröfur til umbúða

Innflytjendur og framleiðendur umbúða og öll matvælaefyrirtæki bera ábyrgð á að efni og hlutir (þ.m.t. umbúðir) í snertingu við matvæli standist þær reglugerðir sem í gildi eru á hverjum tíma. Hugsanlegt er að efni í umbúðum matvæla geti mengað matvælin. Um efni og hluti í snertingu við matvæli gilda reglugerðir sem taldar eru upp hér að neðan. Á vef Matvælastofnunar má lesa um umbúðir og snertiefni⁹ og leita að reglugerðum.¹⁰

- Grunnreglugerð (reglugerð Evrópusambandsins nr. 1935/2004¹¹ innleidd með reglugerð 398/2008).¹² Reglugerð (ESB) 1935/2004 er almennar reglur um öryggi umbúða sem eru í snertingu við matvæli. Megininntak reglugerðarinnar er að þökkunarefnið leki ekki skaðlegum efnum í matvælið eða breyti efnasamsetningu matvæla eða valdi óæskilegu bragði og lykt af matvælinu. Reglugerðinn hefur einnig ákvæði varðandi virk umbúðaeefni. Sett eru almenn skilyrði um efni og hluti í snertingu við matvæli. Efnin þurfa að vera örugg þannig að ekki flæði frá þeim efnisþættir sem geti skaðað fólk. Þegar um ný efni er að ræða þarf að sækja um leyfi fyrir notkun þeirra. Nánari upplýsingar um grunnreglugerðina má finna á vef Matvælastofnunar.
- Evrópureglugerð 2023/2006¹³ fjallar um góða framleiðsluhætti við framleiðslu á umbúðum. Settar eru kröfur um húsnæði þar sem umbúðir eru framleiddar og reglur um innra eftirlit og skráningar.
- Evrópureglugerð 10/2011¹⁴ fjallar um plastefni sem koma í snertingu við matvæli og samsetningu plastefna. Þar má finna lista yfir efni sem nota má við vinnslu á plastefnum. Reglugerðin var innleidd á Íslandi með reglugerð 374/2012.
- Evrópureglugerð 450/2009¹⁵ fjallar um virk efni sem koma í snertingu við matvæli.

⁹ <https://www.mast.is/is/matvaelafyrirtaeki>

¹⁰ <https://www.mast.is/is/matvaelafyrirtaeki/log-og-reglur>

¹¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R1935-20210327&from=EN>

¹² <https://www.mast.is/is/matvaelafyrirtaeki/umbudir-snertiefni/almennar-reglur#grunnreglugerð>

¹³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R2023-20080417&from=EN>

¹⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02011R0010-20200923>

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0450&from=EN>

- Evrópureglugerð 282/2008¹⁶ um endurunnið plast sem ætlað er að komi í snertingu við matvæli.

Aðrar Evrópugerðir er varða þökkunarefni og pakkningar eru:

- Reglugerð 213/2018¹⁷ varðandi notkun á bispheno-A til húðunar á pakkningum sem koma í snertingu við matvæli.
- Reglugerð 1895/2005¹⁸ um takmörkun á notkun epoxy afleiða í efni sem koma í snertingu við matvæli.
- Reglugerð 284/2011¹⁹ varðandi verklag á innflutningi á plastefnum úr pólýamiði og melamíni (frá Kína).

Enn fremur eru til ýmsar Evróputilskipanir og leiðbeiningar um þökkunarefni og pakkningar.

Auðkenning umbúða fyrir matvæli

Sérstakar reglur gilda um merkingu umbúða fyrir matvæli. Sjá nánar á vefsíðu Matvælastofnunar.²⁰

Matvæli án umbúða

Matvælastofnun hefur gefið út leiðbeiningar um afgreiðslu matvæla í ílát viðskiptavina.²¹ Stjórnvöld hafa tekið skref til þess að draga úr áhrifum umbúða á umhverfið. Nefna má lög um einnota umbúðir²² og reglugerð um meðferð umbúða og umbúðaúrgangs.²³

¹⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0282&from=EN>

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0213&from=EN>

¹⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R1895&from=EN>

¹⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0284&from=EN>

²⁰ <https://www.mast.is/is/matvaelafyrirtaeki/umbudir-snertiefni/merkingar-umbuda>

²¹ <https://www.mast.is/static/files/import/leibeiningar/leidbeiningar-matvaeli-afgreidd-i-ilat-vidskiptavina-181126-ij.pdf>

²² <https://www.althingi.is/lagas/nuna/1989052.html>

²³ <https://www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/609-1996>

5. Pökkunarefni

Ef tekin er ákvörðun um að pakka grænmeti er val pökkunarefna oft flókið viðfangsefni. Pökkunarefnin eru margvísleg og framleiðendur pökkunarefna margir. Pökkunarefnin geta verið úr fleiri en einu lagi og þá er erfiðara að átta sig á eiginleikunum. Skyld pökkunarefni frá hinum ýmsu framleiðendum geta verið mismunandi og því er mikið treyst á vörulýsingarnar (e. data sheet). Íslenskir birgjar hafa oftast milligöngu. Mest framboð er á ýmis konar plastumbúðum samkvæmt vefsíðum umbúðaframleiðenda en það getur átt eftir að breytast nokkuð hratt því nýjar endurvinnanlegar umbúðir eru við sjóndeildarhringinn. Fjallað er um þessa nýju möguleika í þessum kafla en fyrst er gefið yfirlit um hefðbundin pökkunarefni.

Til eru handbækur um pökkun matvæla og má sem dæmi nefna handbók eftir Paine & Paine (1992). Handbækur eru góðar til að skýra undirstöðuatriði. Fræðigreinar og upplýsingar seljenda umbúða gefa nýjustu upplýsingar en þar er um heilan frumskóg að ræða. Margar fræðigreinar eru til um pökkun grænmetis í plastumbúðir, flæði efna gegnum þessar umbúðir og skemmdarferla grænmetisins. Sem dæmi má taka grein eftir Lyijynen o.fl. (2000). Niðurstaða þeirra var að gegndræpi, gerð pökkunarfilmu og hitastig hefðu afgerandi áhrif á geymsluþol grænmetis. Grein Ayhan (2019) gefur gott yfirlit um þá þætti sem skipta máli við pökkun. Þar er komist að þeirri niðurstöðu að velja þurfi gerð umbúða fyrir hverja grænmetistegund og jafnvel yrki til að hægt sé að ná hámarksgeymsluþoli.

Eiginleikar pökkunarefna

Gegndræpi

Samband efna í andrúmsloftinu við matvæli getur haft áhrif á efna- og eðliseiginleika matvæla, og þar af leiðandi gæði vörunnar. Umbúðir aðrar en gler- og málmumbúðir eru gegndræpar í mismiklum mæli fyrir litlum sameindum eins og gösum, vatnsgufu og lífrænum gufum úr andrúmslofti og fyrir öðrum efnum sem hafa lágan mólmassa eins og lyktarefni, bragðefni og aukefni sem eru til staðar í matvælum (Siracusa, 2012). Þekking á leysanleika, dreifingu og gegndræpi þessara efna hefur vakið áhuga síðustu ár og þá sérstaklega á fjölliðum sem notaðar eru í umbúðum matvæla.

Gegndræpi er skilgreint sem magngreining á flæði gas eða gufu í gegnum þolið efni eða umbúðir. Nokkrir þættir geta haft áhrif á hindrunareiginleika umbúða, eins og snerting við matvæli og umhverfisaðstæður eins og hitastig og rakastig. Gegndræpi yfir umbúðir fer síðan eftir lögun og gerð umbúðanna, gegndræpi umbúða fyrir sérstökum lofttegundum eða gufu, þykkt, flatarmáli, hitastigi, þrýstingsmun eða styrkleikahalla yfir umbúðir (Siracusa, 2012). Erfitt er að meta stuðul fyrir gegndræpi

umbúða vegna fjölda breyta sem hafa áhrif á gegndræpi. Gegndræpisstuðlar eru oftast en ekki mældir á litlum fleti af ákveðnari gerð af umbúðum en öll þakningin er ekki tekin til skoðunar. Einnig eru umhverfisaðstæður oft staðlaðar og taka ekki tillit til breytileika á hitastigi og raka í virðiskeðjunni (Acerbi et al., 2016). Engu að síður er þekking á gegndræpi mismunandi umbúða mikilvæg til að hámarka geymsluþol og meta gæðarýrnun þakkaðra vara. Þekking á gegndræpi umbúðaefna fyrir ávexti og grænmeti er nauðsynleg við val á réttu þökkunarefni þar sem þakningin á að fyrirbyggja eða stýra flæði gastegunda og viðhalda þannig gæðum og ferskleika vörunnar (Olsen C.H., 2020).

Flokkun umbúða

Umbúðir fyrir matvæli má flokka þannig:

- Gler
- Málmar
- Pappír
 - Eitt lag
 - Marglaga fernur
 - Bylgjupappi
- Plast
 - Filmur
 - Harðplast
 - Plastnet
- Tau
 - Grisja
 - Strigi
- Tré
- Lífplast: Margs konar umbúðir úr lífrænum hráefnum (öðrum en jarðefnaeldsneyti) eru í þróun.

Plast

Eiginleikar plasts. Á markaðnum er fjölbreytt úrval af þökkunarefnum úr plasti. Mikilvægt er að þekkja hversu vel raki og lofttegundir komast gegnum filmurnar. Einnig þarf að taka tillit til þykktar, stífni, skurðarhæfni og suðumöguleika filmanna. Fyrir grænmeti er tærleiki filmnanna sérstaklega mikilvægur. Ókostir plastefna eru helst þeir að jarðefnahráefni eru notuð við framleiðslu þeirra. Til eru ýmsir staðlar (meðal annars ISO staðlar) fyrir þökkunarefni (Paine & Paine 1992).

Ef nota á plast fyrir umbúðir er nauðsynlegt að velja rétta tegund af plasti sem hentar því grænmeti sem á að þakka. Taka þarf tillit til eiginleika plastsins eins og gegndræpi sem er mikilvægasti eiginleikinn. Aðrir eiginleikar eru þykkt og stífni filmunnar ásamt möguleikum á endurvinnslu. Gegndræpi hinna ýmsu tegunda plastfilma er mismunandi gagnvart súrefni, koldíoxíði og vatni.

Varðandi þessi atriði þarf að leita ráða hjá framleiðendum plastsins og hafa í huga mismunandi öndunarhraða grænmetis.

Tegundir plastfilma. Fjallað er um helstu tegundir plastfilma fyrir matvæli hér að neðan. Plast er fjölliða sem framleidd er úr mismunandi grunneiningum og er plastefnið nefnt eftir grunneiningunni. Til dæmis er pólý-etýlen (PE) búið til úr einingunni etýlen (C_2H_4), pólý-própýlen (PP) er búið til úr einingunni própýlen (C_3H_6), í pólýetýlen terephthalat (PET) eru grunneiningarnar etýlen terephthalate ($C_{10}H_8O_4$) og pólývíníll klóríð (PVC) er fjölliða úr einingunni klóróetýlen eða víníllklóríð (C_2H_3Cl). Röðun grunneininganna í fjölliðunni og aukefni sem notuð eru við framleiðsluna ráða eiginleikum plastefnisins.

Pólý-etýlene

Etýlen fjölliður geta raðast upp á mismunandi hátt, sumar beinar og aðrar misgreinóttar. Þessi breytileiki hefur áhrif á eiginleika plastefnisins sem framleitt er. Fimm mismunandi plastefni eru framleidd úr etýlen fjölliðum og einkum þrjár eru notaðar til framleiðslu á plastfilmum til pökkunar á matvælum, i) eðlislétt pólýetýlen (LDPE), ii) línulegt eðlislétt pólý-etýlen (LLDPE) og iii) eðlisþungt pólýetýlen (HDPE).

Eðlislétt pólý-etýlen (e. low density polyethylen, LDPE) er eitt algengasta plastefnið sem er notað í pakkningar. LDPE er mjúkt, teygjanlegt, auðvelt að bræða og móta og er mjög ódýrt miðað við önnur plastefni. LDPE hefur góða mótstöðueiginleika gegn vatnsdræpi, en hleypir í gegnum sig súrefni, koldíoxíði og öðrum lofttegundum. Filmur úr LDPE eru notaðar meðal annars í kartöflu- og grænmetispoka og burðarpoka. Einnig hefur það verið mikið notað í pokaumbúðir fyrir lágmarksmeðhöndlað salat í loftskiptum umbúðum.

Línulegt eðlislétt pólý-etýlen (e. linear low-density polyethylene, LLDPE) er mikið notað til pökkunar. Efnið er mjúkt, teygjanlegt en engu að síður mjög sterkt og hefur skýjaða áferð. LLDPE hefur góða vörn gegn rakafærni en hefur litla vörn gegn dræpni á súrefni, koldíoxíði og ilmsterkum efnum.

Eðlisþungt pólý-etýlen (e. high density polyethylene, HDPE) er sterkara, þykkara og stífara en eðlislétt útgáfan og hefur meiri vörn gegn dræpni á raka og lofttegundum. HDPE filmur hafa þó ekki nægjanlega vörn gegn flæði súrefnis og koldíoxíðs einar og sér. Filmur úr HDPE eru oft notaðar við pökkun á olíum, fitum og öðrum matvælum sem hafa tilhneigingu til að draga í sig lykt en einnig til pökkunar á ávöxtum og grænmeti. HDPE er sjaldnast notað eitt og sér en oft sem þáttur í lagskiptum plastefnum.

Pólýprópýlen (e. polypropylene, PP)

PP er línuleg fjölliða sem er mjög eðlislétt og er þolin gagnvart ýmsum efnum. PP hefur góða vörn gegn rakaflæði og með sérstakri vinnsluaðferð (BOPP) næst góð vörn gegn dræpni á súrefni og koltvísýringi og er þannig notað til gasþökkunar á matvælum (Mangaraj, 2009). Algengt er að plastfilmur gangi undir heitinu polýólefin en þá er oftast um að ræða blöndu af polýetýlen og pólýprópýlen.

Pólý-stýren (e. polystyrene, PS)

PS myndar gegnsæjar filmur sem henta ágætlega til þökkunar á grænmeti og ávöxtum. Flæði súrefnis og koldíoxíðs yfir pólý-stýren filmur er svipað og fyrir etýlen filmur en rakaflæðið er þó mun meira í gegnum pólýstýren filmur. Pólýstýren er stökkt efni en með ákveðinni framleiðslutækni er hægt að ná fram góðum filmueiginleikum. Pólýstýren er notað við framleiðslu á gegnsæjum bökkum til þökkunar matvæla. Pólýstýren er einnig notað við framleiðslu á frauðplasti en þá er lofti blásið inn í efnið við framleiðslu og þannig fæst mjög eðlislétt efni með hátt einangrunargildi. Frauðplastbakkar eru oft notaðir við þökkun á grænmeti og ávöxtum og þá er þeim oft lokað með plastfilmu.

Polý-vínýl klóríð (e. polyvinyl chloride, PVC)

Grunnefnið til framleiðslu á PVC-plasti er vínýlklóríð (eða klóróetýlen) en við framleiðsluna myndar það pólývínýlklóríð fjölliðu. Eitthvað af grunnefninu vínýlklóríði getur orðið eftir í plastinu en það er óæskilegt útfra heilsusjúðarmiði. Sett hafa verið hámarksgildi fyrir vínýlklóríð í plasti en um það má lesa á vef Matvælastofnunar.²⁴ PVC er notað í framleiðslu á ýmsum hlutum svo sem á rörum, plastflöskum og kreditkortum sem allt eru frekar ósveigjanlegir hlutir. Með því að nota aukaefni eins og mýkingarefni (e. plasticisers) við myndun fjölliðanna fæst fram mun mýkra og sveigjanlegra efni sem notað er til að framleiða PVC filmur. Filmurnar hafa marga góða eiginleika, það er til dæmis auðvelt að líma þær saman með hita, þær eru nokkuð sterkar, tærar og hafa ágætis vörn fyrir gegnumflæði gastegunda en í meðallagi fyrir raka. Svokallaðar „cling“ filmur eru oftast framleiddar úr PVC.

Val á plastfilmum

Við val á plastfilmum fyrir grænmeti og ávexti þarf að hafa í huga að eftir uppskeru á sér stað öndun þar sem grænmetið nýtir sér forðanæringu sína og súrefni loftsins til að mynda koldíoxíð og vatn. Jafnframt, að gas flæðir yfir allar plastfilmur en þó mismikið eftir tegund plasts og þykkt þess. Einnig hefur geymsluhitastig áhrif á flæði, þ.e. hærra hitastig leiðir til meira flæðis í gegnum filmuna.²⁵

Ef innstreymi súrefnis og útstreymi koldíoxíðs yfir plastfilmu (loftþéttur poki) er jafnt og gerist við öndun viðkomandi grænmetis/ávaxta, myndast fljótlega við ákveðið hitastig stöðug samsetning

²⁴ <https://www.matis.is/matvaelafyrirtaeki/umbudir-snertiefni/vinylklorid>

²⁵ <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/EID20/EID20020FU1.pdf>

þessara tveggja lofttegunda. Ef slík pakkning væri geymd við bestu skilyrði myndi varan ná góðu geymsluþoli. Best væri því að þróa sérstakar plastfilmur fyrir hverja tegund ávaxta og grænmetis þannig að tekið væri mið af öndunarhraða þeirra, en slíkt ferli væri flókið og útkoman óviss. Best er því að nota þær filmur sem þegar eru á markaði og þar sem ólíklegt er að finna filmu sem hefur sama hlutfallslegt flæði af súrefni og koldíoxíði og viðkomandi ávöxtur/grænmeti, að velja þá filmuna með tilliti til flæðis súrefnis.

Við öndun nýtir grænmetið súrefni inni í umbúðunum og ef súrefni flæðir ekki inn minnkar styrkur þess. Þetta hægir á önduninni og það geta myndast **loftfirrðar aðstæður** þegar súrefnið í pakkningunni hefur gengið til þurrðar. Þetta gæti gerst ef flæði súrefnis inn í umbúðirnar yrði mjög lítið. Slíkar aðstæður geta leitt til óæskilegs niðurbrots á vefjum og jafnvel **eiturmyndunar** af völdum *Clostridium botulinum*, ef sá sýkill er til staðar (Exama o.fl. 1993).

Annar þáttur sem hafa þarf í huga er **flæði raka** yfir plastfilmur. Nauðsynlegt er að sá raki sem myndast við öndun fái að flæða yfir filmuna svo ekki verði daggarmyndun innan á umbúðum því ef það gerist skapast kjöraðstæður fyrir **mygluvöxt**. Rakaflæðið má þó ekki vera of mikið því þá getur varan þornað.

Pappír og pappi

Tveir framleiðsluþættir skipta máli þegar fjallað er um pappír og pappa fyrir matvælaíðnað. Annars vegar hvernig trjákvöðan og pappírinn er meðhöndlaður í framleiðslu og hins vegar eftir löggun og íblöndun ýmissa hjálparefna. Pappír sem kemur í snertingu við matvæli má bara vera svokallaður jómfrúar pappír (e. virgin-paper), en sá pappír er eingöngu búinn til úr „ferskri“ trjákvöðu, þ.e. engin endurunninn pappír eða annað hráefni er notað. Endurunninn pappír getur innihaldið leifar af prentsvertu og hentar því ekki fyrir matvæli. Hér fer á eftir umfjöllun um helstu pappírsgerðir sem í boði eru:

Kraft pappír er framleiddur með því að blanda natríum sulfati í pappírskvöðuna en við það myndast mjög sterkur pappír. Kraft pappír er með gróft yfirborð en hægt er að slétta yfirborðið með sérstakri meðferð. Til eru þrjú flokkar af Kraft pappír:

Flokkur 1 er framleiddur úr óbleiktri sulfat kvöðu.

Flokkur 2 er búinn til með því að bæta hrísgrjóna/hveiti stráum og/eða grasi við trjákvöðu.

Flokkur 3 er búinn til úr 100% pappírs afgangum eða blöndu af pappírs afgangum og hliðarstraumum frá landbúnaði.

Kraft pappír er t.d. notaður við þökkun á þurrkuðum ávöxtum og grænmeti.

Fitupolinn pappír. Við framleiðslu á fituþolnum pappír eru sellulósapræðir kvoðunnar brotnir niður en það veldur því að hún dregur í sig vatn. Við það myndast hlaup sem síðan harðnar og myndar varnarhúð. Þessi tegund af pappír er einkum notuð við þökkun á sælgæti, kexi og fituríkum vörum.

Súlfít pappír er veikari en kraft pappírinn og er gljáður til hann líti betur út og til að bæta styrk og vörn gegn fitu. Hann er líka stundum húðaður til að auðvelda prentun og getur einnig verið notaður í lagskiptar umbúðir.

Fituvarinn pappír er meðhöndlaður á sérstakan hátt sem gerir sellulósa þræðina þolnari gegn fitu. Hann er aðallega notaður til að pakka sælgæti, kexi og fituríkum vörum.

Pergament pappír er framleiddur þannig að pappírs kvoðan fer í gegnum sýrubað sem breytir sellulósapræðunum þannig að þeir verða ógegndræpir fyrir vatni og olíu. Þessi pappírsgerð er aðallega notuð til að pakka fitu eins og smjöri.

Vaxaður pappír er eins og nafnið ber með sér pappír sem er húðaður með vaxi, sem ver pappírinn gegn vatni og hefur hindrandi áhrif á flæði lofttegunda.

Pappi

Pappi er þyngri og þykkari en pappír en grunnefnið er það sama. Pappír verður að pappa þegar þyngd hans er meiri en 250 grömm á fermetra. Nokkrar tegundir af pappa eru til og ræðst gerð hans af því í hvað hann er notaður. Pappi getur verið framleiddur af mörgum gerðum af pappír og er megin reglan sú að ef nota á pappann til að pakka matvælum, þá er það lag sem snýr að matvælunum gert úr 100% jómfrúar pappír. Hægt er að móta pappa á ýmsa vegu og styrkja s.s. með framleiðslu á bylgjupappa. Pappi er oft notaður við þökkun á grænmeti og ávöxtum og þá yfirleitt sem öskjur sem lokaðar eru með plastfilmu, pappírspokar af mismunandi þykkt eða pappakassar sem notaðir eru fyrir stærri einingar. Pappi eða pappír er einnig notaður við framleiðslu á umbúðum fyrir vökva, sem dæmi má nefna Tetra Pak umbúðir sem samsettar eru af sex lögum af pappír og pólýetýleni. Þessar umbúðir eru notaðar fyrir t.d. ávaxtasafa og mjólk, þar er pappír um 70% af umbúðunum.

Gler

Ekkert flæði lofttegunda á sér stað gegnum gler. Gler hentar undir matvæli þegar engin öndun er til staðar og ekki er um að ræða myndun lofttegunda. Gler hentar því ekki til þökkunnar á fersku grænmeti og ávöxtum en það hentar vel sem umbúðir fyrir sultur og sýrðar vörur.

Málmar

Málmar eru notaðir við þökkun matvæla. Stál og ál er notað sem umbúðir fyrir ýmsar tegundir af niðursoðnu grænmeti og ávöxtum. Innra byrði málm dósa er lakkað til að verja snertingu matvælisins við málmyfirborðið. Óæskileg efni geta flætt úr lakkinu, sérstaklega eftir opnun dósarinnar og því er mælt með því að innihald niðursuðudósa sé ekki geymt í dósinni eftir opnun. Álpappír eða álþynnur eru jafnframt notaðar í lagskiptum plast- og bréfumbúðum til að verja innihaldið gegn raka. Þar sem ekkert flæði lofttegunda á sér stað í gegnum málma, hentar það efni líkt og gler einungis þegar engin öndun er til staðar og því ekki fyrir ferskt grænmeti og ávexti.

Sellulósafilmur

Sellulósafilmur er þynna úr efni sem er fengin úr hreinsuðum sellulósa úr viði eða baðmull.²⁶ Hægt er að framleiða þökkunarefni úr þessum filmum með íblöndun efna sem leyfð eru í reglugerð. Gífurlegt magn sellulósa er að finna í trjám og öðrum jurtum en hagnýting fyrir umbúðir er tiltölulega nýtt svið.²⁷ Sellulósaumbúðir á að vera hægt að endurnýta en þær falla þó ekki undir lífplast en um það er fjallað í næsta kafla.

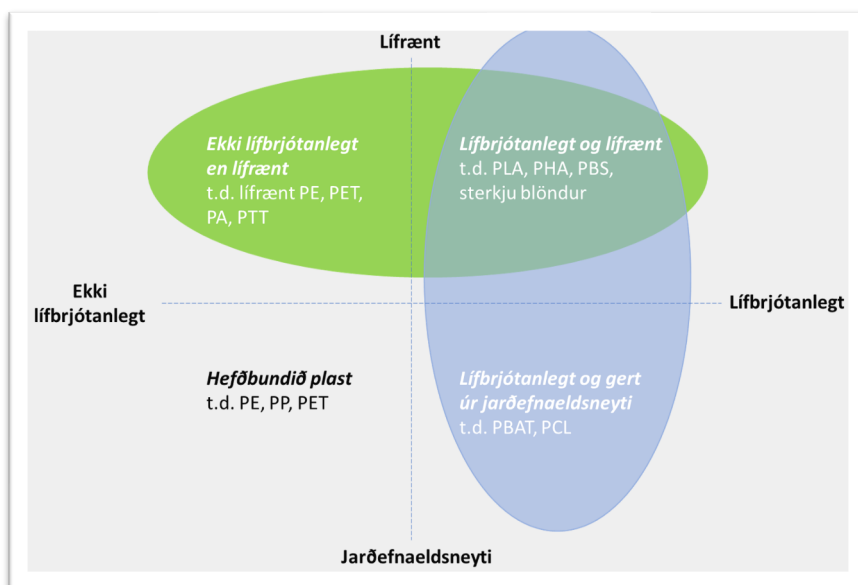
²⁶ <https://www.mast.is/is/matvaelafyrirtaeki/umbudir-snertiefni/sellulosafilmur>

²⁷ Vijay Kumar Thakur (Ed.), Lignocellulosic Polymer Composites, (477–498) 2014 c Scrivener Publishing LLC. https://www.researchgate.net/profile/Behjat-Tajeddin/publication/278318257_Cellulose-Based_Polymers_for_Packaging_Applications/links/5e9d3d9da6fdcca789284cc4/Cellulose-Based-Polymers-for-Packaging-Applications.pdf

Lífplast

Umbúðir úr lífplasti teljast umhverfisvænar og hafa þær komið sterkt inn sem staðgengill plastumbúða. Heimsmarkaður fyrir lífplast hefur verið að beinast inn á almennan markað og áætlað er að hann muni vaxa um 36% á næstu fimm árum. Þá er áætlað að framleiðslugeta fyrir lífplast muni aukast úr um 2,1 milljón tonnum árið 2020 í 2,8 milljón tonn árið 2025. Vöxturinn er drifinn áfram af nýstárlegum líffjölliðum, s.s. lífefnalegu PP (polypropylene) og sérstaklega PHA (polyhydroxyalkanoate). Framleiðsla á fjölsýrum (polylactic acid - PLA) mun einnig vaxa í kjölfar nýrra fjárfestinga í fjölsýruverksmiðjum í Kína, Bandaríkjunum og Evrópu. Lífbrjótanlegt plast (e. biodegradable plastics) er um 60% af heimsframleiðslu lífplasts (Bioplastics, 2020, Markets, 2020).

Hugtökin „líffjölliða“ (e. bio-polymer) eða „lífplast“ (e. bioplastic) hafa verið notuð um margs konar plastefni og hafa oft verið notuð ranglega til að lýsa „lífbrjótanlegu“ (e. biodegradable) eða „jarðgerðarlegu“ (e. compostable) plasti. Plast sem unnið er úr náttúrulegum og endurnýjanlegum auðlindum eins og viði (sellulósa), jurtaolíu, sykri og sterkju má skilgreina sem „lífrænt“ (e. bio-based) plast en er oft ranglega kallað líffjölliður eða lífplast. Ef plast, eða hluti af plasti, er framleitt úr náttúrulegri eða endurnýjanlegri auðlind má vísa til þess sem lífræns plasts. Þess vegna má kalla pólýetýlen úr plöntubundnu etýleni, eða pólýester (PET) sem inniheldur bútandíól úr plöntum, lífrænar fjölliður eða líffjölliður. Hins vegar eru þær ólífbrjótanlegar fjölliður. Skilgreiningin á lífbrjótanlegu / jarðgerðarlegu plasti byggir á því hvernig plastið hegðar sér við lok líftíma þess. Nánar tiltekið, brotnar það hratt niður (affjölliðun) við jarðgerð.



Mynd 1. Uppruni og eiginleikar plasts og lífplasts.

Lífrænt, endurnýjanlegt og ólífbrjótanlegt

Þessar tegundir af ólífbrjótanlegu, lífrænu plasti eru framleiddar á sama hátt og hefðbundið plast framleitt úr jarðefnaeldsneyti, en notaður er lífmassi í stað jarðefnaeldsneytis. Til dæmis notar Ecostore pólýetýlen 100% etýlen einliður úr lífmassa, tiltekið nælon er 100% byggt á byggingareiningum úr laxerolíu og Coca Cola's Plant Bottle er PET sem er búið til úr 30% lífmassa. Þetta plast er **ekki** lífbrjótanlegt og er hannað til að vera eins og hefðbundið plast. Hægt er að endurvinnna þetta plast að fullu með hefðbundnu plasti þar sem endurvinnsla er í boði.

Lífrænt, endurnýjanlegt og lífbrjótanlegt

Þetta plast er að öllu leyti eða að hluta til unnið úr lífmassa. Flest af þessu plasti er hannað til jarðgerðar í iðnaðar jarðgerðarstöð og er lífbrjótanlegt. Sumt er einnig hægt að jarðgera í heimamoltukerfi. Gerð moltukerfis sem hentar fyrir niðurbrot plasticsins ætti alltaf að vera skýrt auðkennt fyrir neytendur með alþjóðlegum stöðlum og viðurkenndum merkingum. Þrátt fyrir að þessar fjölliður (PLA, PBS PHA) tilheyri pólýester fjölliðum, og hægt er að endurvinnna þær, er ekki hægt að endurvinnna þær með hefðbundnum pólýesterum eins og PET. Í sumum tilfellum geta þau meira að segja haft neikvæð áhrif á hefðbundna plastendurvinnsluferla þar sem fjölliðurnar eru næmar fyrir vatnsrofi. Polylactic acid (PLA) er fjölliða búin til úr hráefnum eins og maíssterkju og sykurreyr og hefur svipaða eiginleika og PP og PS og er notað í filmur, flöskur o.fl. PLA og PHA lífplast er unnið úr náttúrulegum efnum en brotnar illa niður í náttúrunni og eru í raun aðeins lífbrjótanlegt við stýrða jarðgerðarferla, mikinn raka og hitastig (>50°C) og hefur tilhneigingu til að safnast upp í náttúrunni (Shah et al., 2008, Irwin, 2018).

Lífbrjótanlegt plast framleitt úr jarðefnaeldsneyti

Til er plast sem er búið til úr jarðefnaeldsneyti en getur brotnað niður og verið jarðgert. Svoleiðis plast er ekki algengt en fáanleg eru t.d. pólýbútýlen adipat tereftalat (PBAT) og pólýkaprólaktón (PCL).

Íslenskar umbúðir og náttúruleg pökkunarefni

Umbúðir úr íslensku hráefni og þekkingu á efnisvinnslu fyrir þær hefur skort, en nokkur nýsköpunarverkefni eru í farvatninu.

Hemp Pack (www.hemppack.is) notar kaldvirkar örverur sem framleiða lífbrjótanlegt pólýhýdroxý-alkanóat (PHA) lífplast úr hampi eða öðrum endurnýjanlegum lífmassa. Hampræktun telst þó varla sjálfbær á Íslandi, þar sem þarf bæði árlega sáningu og áburðargjöf.

Marea (www.marea.is) er sprotafyrirtæki sem er að prófa filmur úr þaraplasti og mótanlegt þaraplast.

Nýlausn (www.nylaussn.is) vinnur að gerð umhverfisvænna fiskikassa úr mýsli (neti sveppþráða) og lífefni s.s. hampi. Mýslið þarf enn sem komið er að flytja inn til að framleiða kassana.

Jonsson & Company (www.jonssonci.is) hafa verið að byggja upp tæknilega innviði á Íslandi hvað varðar framleiðslu umbúða á iðnaðarskala með uppsetningu á tilrauna- og þróunarverksmiðju í Hafnarfirði.

Umbúðir og náttúrulegt pökkunarefni á heimsvísu

Einnig er mikil nýsköpun erlendis tengd umbúðum úr hreinu frumhráefni (e. virgin raw material). Staða þekkingar er þar mun meiri enda mikil fjölbreytni í hráefni á suðrænum slóðum. Mörg fyrirtæki starfa nú þegar við framleiðslu umbúða, ýmist úr endurunnum pappa eða frumhráefni eins og t.d. hampi, bambus, sykurreyr, bagassi og ýmsum stráum. Sum fyrirtækjanna blanda endurunnum pappa við frumhráefni en önnur vinna einungis úr frumhráefni. Má þar nefna fyrirtækin Sana Packaging (www.sanapackaging.com), og Greenolive (www.ecogreenolive.com).

Umbúðir fyrir matvæli úr náttúrulegum fjölliðum eru að sækja í sig veðrið víða um heim. Hér eru nefndar fjórar sem innihalda efni úr stórbörungum:

Notpla (www.notpla.com) er framsækið vörumerki, með þverfaglegt teymi sem hefur m.a. þróað lífbrjótanlegar pappaöskjur með filmu yfir, auk innpökkunarvéla í samstarfi við heimsendingarþjónustu Just Eat (Corbin, 2020).

EvoWare (www.rethink-plastic.com) eru neysluhæfar indónesískar umbúðir, glös, plastblöð o.fl. fyrir Asíumarkað.

Algopack (www.algopack.com) í Frakklandi hefur þróað pakkningar, sem eru lífbrjótanlegar í vatni á nokkrum klukkustundum og á 12 vikum í jarðvegi án þess að losa frá sér mengandi efni.

Sway (www.swaythefuture.com) er einnig nýsköpunarfyrirtæki í Kaliforníu sem þróar umbúðir úr stórbörungum sjávar.

Samsettar umbúðir

Umbúðir matvæla geta verið úr nokkrum lögum. Sem dæmi má taka venjulega mjólkurfirnu sem er samsett úr pappír, plasti, álfilmu, lími og prentlitum. Við framleiðslu á umbúðum getur verið að ýmis efni hafi verið notuð svo sem mýkingarefni við plastframleiðslu til að ná fram heppilegum eiginleikum plastsins.

Til eru flóknari samsettar umbúðir eins og Pringles dós sem dæmi. Meirihluti umbúðanna er pappi en lokið er úr plasti og botninn er úr málm. Með því að fjarlægja botn og lok og setja í tilheyrandi tunnur má setja hólkin í pappírstunnuna. Ef dósin er ekki tekin í sundur þá á hún heima með almennu sorpi.

6. Umhverfisáhrif og matvælaöryggi

Í þessum kafla er lögð áhersla á umfjöllun um förgun umbúða.

Plast

Plast er fullt af hráefnum sem ætti að nota aftur. Eitt af því er olía sem er óendurnýjanleg auðlind en til að búa til 1 kg af plasti þarf tvöfalt magn af olíu. Það sýnir mikilvægi þess að endurvinna plastið til að olían haldist í hringrásinni. Einnig eyðist plast ekki úti í náttúrunni og getur valdið lífríkinu miklum skaða bæði í sjó og á landi. Allar umbúðir úr plasti fara með plastinu nema þær séu hættumerktar, þá eru þær flokkaðar sem spilliefni. Umbúðirnar þurfa að vera tómar og hreinar til að henta til endurvinnslu annars fara þær í almennt sorp. Innan við 10% af því plasti sem notað er um allan heim er endurunnið samkvæmt OECD (www.oecd.org/environment/plastics). Þegar tekið hefur verið tillit til taps við endurvinnslu er aðeins 9% af plastúrgangi á endanum enduruninn, en 19% er brennt og tæp 50% fer í urðun. Eftirstandandi 22% er fargað á eftirlitslausum sorphaugum, brennt í opnum gryfjum eða lekur út í umhverfið.

Tempra (www.tempra.is) sérhæfir sig í framleiðslu á umbúðum og einangrun. Fyrirtækið er í samstarfi með SORPU að endurvinna frauðplast. Frauðplast sem berst til endurvinnslustöðva SORPU og er sérstaklega flokkað og hreint, er nú keyrt til Tempra í Hafnarfirði þar sem plastið er kurlað niður, soðið saman við nýtt og notað í einangrunarplast.

Pappír

Pappír er alltaf endurvinnanlegur en áætluð notkun umbúðanna krefst þess að hann sé í sumum tilfellum húðaður, lagskiptur eða meðhöndlaður á annan hátt til að uppfylla mismunandi kröfur (t.d. fyrir snertingu við matvæli) sem geta gert endurvinnsluferlið flóknara.

Fyrir endurvinnslu þarf að pressa umbúðirnar vel saman. Það sparar pláss og dregur úr akstri. Fjarlægja ber aðskotahluti, t.d. plast eða matarleifar, sem rýra endurvinnslugildi efnisins. Plasttappar mega þó fara með fernum og ekki þarf að rífa plastglugga eða límrönd af umslögum. Hefti, bréfastemmur og smærri gormar mega fara með en engir plastpokar. Úr endurunnum pappír og pappa er t.d. framleiddur salernispappír, eldhúspappír, dagblaðapappír og karton sem notað er til að búa til nýjar umbúðir. Úr endurunnum bylgjupappa er framleiddur nýr bylgjupappi.

Gler

Gler er 100% endurvinnanlegt og hægt er að endurvinna það endalaust án þess að missa gæði eða hreinleika - eitthvað sem fáir aðrir matvæla- og drykkjarumbúðir geta fullyrt. En aðeins 70% af gleri er safnað til endurvinnslu (sem er nú þegar gott, en getur verið betra). Endurvinnslu glers er hægt að auka með því að bæta söfnunarhlutfall þess um allan heim. Eina leiðin til að auka söfnunarhlutfallið er að upplýsa hvern einasta neytanda glers um rétta förgun glers og tala gegn óviðeigandi förgun þess. Til að hægt sé að endurvinna gler þarf að hreinsa það vel. Síðan, allt eftir lokanotkun og staðbundinni vinnslugetu, gæti líka þurft að skipta glerúrganginum eftir stærðir og lit. Margir endurvinnsluaðilar safna mismunandi litum af gleri sérstaklega þar sem gler heldur litnum eftir endurvinnslu. Gler sem er ekki endurunnið heldur mulið dregur úr magni úrgangs sem fer í urðun. Einnig má halda glerúrgangi frá urðunarstað með því að nota það sem fyllingar í vegagerð.

Málmur

Málmur eru náttúruleg efni sem viðhalda eðliseiginleikum sínum að eilífu. Þegar málmur fer inn í efni-til-efni lykkjuna, þar sem hann er endurunninn aftur og aftur, mun hann alltaf vera tiltækur fyrir komandi kynslóðir. Þetta þýðir að málmur er varanlegt efni. Allt að 80% af öllum málmum sem framleiddur hefur verið í heiminum er enn tiltækur til notkunar.

Umhverfisáhrif

Plast er bæði útbreitt og þrávirkt í umhverfinu og hefur fundist í ferskvatns-, sjávar- og landumhverfi frá pólum til miðbaugs, og frá toppum fjalla til setlaga djúpsjárskurða. Vandamálin sem tengjast stórum plasthlutum fyrir sjávardýr og önnur dýr eru vel þekkt, eins og t.d. plastpokar sem líkjast marglyttum og eru étnir af skjaldbökkum. Hins vegar er það aðeins nýlega sem hugað hefur verið að áhrifum smárra plastagna, þar á meðal hvernig þau gætu færst upp fæðukeðjuna og að lokum haft áhrif á heilsu fólks. Plast er nú orðið verulegt mengunarvandamál og getur verið ógn við dýralíf og fólk þegar gagnsemi þess lýkur. Ef plastið hefur ekki verið brennt (bruninn losar mikið af óæskilegum efnum út í andrúmsloftið), er allt plast sem einhvern tíma hefur verið framleitt enn þá til, þó hugsanlega brotni eitthvað niður í smærri hluta (örplast). Plast er almennt ódýrt í framleiðslu og þar af leiðandi er hægt að búa til plasthluti í stórum stíl og henda eftir eina notkun. Um það bil 350 milljónir tonna af plasti eru framleiddar á hverju ári, þar af eru 30% notuð í einnota hluti (Jambeck et al., 2015, Geyer et al., 2017). Gífurlegt magn af plasti er því urðað og milli 5 og 13 milljónir tonna á ári rata í höf og vötn um ár og læki þegar plastinu er ekki fargað á réttan hátt (Jambeck et al., 2015). Áætlað hefur verið að meira en 5 trilljónir plaststykki, sem veiga meira en 250.000 tonn, fljóti í sjónum (Eriksen et al., 2014, Jambeck et

al., 2015). Örpplast (1 µm - 5 mm) er áætlað um það bil 14% af þeim massa (35.000 tonn) (Cózar et al., 2014, Eriksen et al., 2014, Law and Thompson, 2014).

Iðnvædd pappírsgerð hefur áhrif á umhverfið bæði uppstreymis (þar sem hráefnis er aflað og unnið) og niðurstreymis (áhrif af förgun úrgangs). Hvernig getur virðisreðjan sem hluti af alþjóðlegri visthónnunaraðferðafræði, þar á meðal smásalar og vörumerkjaeigendur, hannað pappírsumbúðir sem henta sem best fyrir endurvinnslu, til að draga úr áhrifum þeirra á umhverfið? Samsetning pappírs og pappa við önnur efni verður að vera útfærð á þann hátt að það hamli ekki endurvinnslu, um leið og tryggt sé að væntanlegt hlutverk umbúðanna sé uppfyllt.

Yfir tonn af náttúruauðlindum sparast fyrir hvert tonn af gleri sem er endurunnið. Eitt tonn af koltvísýringi minnkar fyrir hver sex tonn af endurunnu gleri sem notað er í framleiðsluferlinu. Lífsferill glers byrjar frá vinnslu hráefnis, til dreifingar, notkunar endanlegra neytenda til förgunar/urðunar. Til þess að hjálpa hagkerfinu og umhverfinu vinna vísindamenn að því að útrýma línuleika þessa lífsferils til að vera hringrás þar sem útdráttur hráefnis og urðun eftir endanlega neyslu verður eytt. Gler tekur allt að milljónir ára að brotna niður í umhverfinu og jafnvel lengur í urðun. Sem betur fer er gler 100% endurvinnanlegt, sem gerir það að sjálfbærri auðlind til að framleiða nýjar umbúðir.

Auðlindir heimsins eru takmarkaðar en samt eykst eftirspurn samfélagsins. Hagkvæm stjórnun málm auðlinda sparar hráefni, orkunotkun og CO₂ losun.

Efni í plasti – skaðleg áhrif

Plastfjöllidur eru almennt taldar vera líffræðilega óvirkar og því með lága heilsufarsáhættu fyrir fólk. Hætta sem stafar af plasti er ákvörðuð út frá hættuflokkun á einliðum í plastinu og tekur ekki tillit til aukefna og/eða niðurbrotsefna sem losna allan líftíma plastsins. Auk einliðanna (e. monomers) má nota fjöllidunar hvata og leysiefni til að búa til plastið. Hlutfallsleg heilsufarsáhætta af hráplasti (hráa plastið sem notað er til að framleiða plast hluti) er því tengt losun hættulegra efna við framleiðslu. Aukaefnin sem eru notuð til að breyta eiginleika endanlegu plasthlutanna, til að gera það hentugt til notkunar, eru meðal annars sveiflujöfnunarefni (e. stabilisers), mýkingarefni (e. plasticisers), logavarnarefni (e. flame retardants), litarefni (e. pigments) og fylliefni (e. fillers). Þessi efni geta verið 10-50% af heildarþyngd plastsins (Andrady, 2017). Aukefnin sem notuð eru í framleiðsluferlinu eru dreifð innan fjölliduuppbyggingar plastsins og geta skolast úr plastinu út í umhverfið með tímanum (Lithner et al., 2011). Útskolunarhraði efnanna er háður stærð sameinda, þrívíddarbyggingu fjöllidunnar og umhverfisaðstæðum. Einliður geta líka losnað úr plastinu eftir framleiðslu, annað hvort óvirkt eða sem afleiðing veðrunar (Andrady, 2015). Margvísleg heilsufarsáhætta hefur verið tengd þessum efnum (Koch and Calafat, 2009). Þessi efni hafa fundist í lífverum sem hafa verið ræktaðar á plasti (Jang et al., 2016, Jang et al., 2017) og geta komist inn í fæðukeðjuna.

Plastumbúðir, örplast og matvælaöryggi

Plast er áhrifaríkt til að geyma matvæli en mismunandi tegundir af plasti geta haft áhrif á mat ef það er ekki notað á réttan hátt. Matvælin geta mengast af:

- örplasti í umhverfinu
- örplasti sem myndast við opnun umbúða
- aukaefnum í umbúðunum

Örplast finnst í vötnum og sjó um allan heim. Þaðan getur örplastið komist í mat sem við borðum eins og sjávarfang (fisk, rækjur og skelfisk), hunang, bjór og borðsalt. Örplast finnst líka í flösku- og kranavatni. Sýnt hefur einnig verið fram á að örplast myndast og getur borist í matvæli við opnun matvælaumbúða úr plasti (Sobhani et al., 2020). Ekki er vitað hvort örplastögnunum í matvælum okkar fylgir einhver bein heilsufarsáhætta. Frekari rannsókna er þörf og nú er unnið að því. Hins vegar hafa sumir flokkar aukaefna í plasti verið skilgreindir sem hættulegir heilsu manna. Þrátt fyrir gagnsemi þessara aukaefni fyrir notagildi plasts geta þau hugsanlega flætt úr plastvörunni og haft tilhneigingu til að menga jarðveg, loft, vatn og matvæli en þetta hefur víða verið skjalfest (Hahladakis et al., 2018). Þessi aukaefni geta flætt úr plastumbúðum sem eru í snertingu við matvæli og hugsanlega valdið váhrifum hjá fólki. Nokkur flutningsmörk hafa því verið sett fram hjá Evrópusambandinu (EB) (EC, 2011) fyrir mismunandi plastefni og hluti sem ætlað er að komast í snertingu við matvæli. En almennt má fullyrða að flutningur plastaukaefna úr umbúðum yfir í matvæli sé háður samsetningu matvæla, snertifasa, tíma og hitastigi við útsetningar matvæla fyrir umbúðafilmunni. Upphaflegur styrkur efnanna í plastinu spilar einnig stórt hlutverk. Bhunia et al. (2013) hafa ítarlega farið yfir flutning ýmissa efna úr plastumbúðum við hitun í örbylgjuofni og hefðbundna hitun, við mismunandi geymslu- aðstæður.

Sum þessara efna eru til dæmis grunuð um að trufla hormónakerfið okkar. Vel þekkt efni sem truflar innkirtla (EDC – Endocrine Disruptor Compound), er bisfenól A (BPA) (Kitamura et al., 2005), sem er notað í pólýkarbónatflöskur, dósahúðun, plastílát og fleira. Vegna útbreiddrar notkunar þess hefur BPA greinst í vökva og vefjum manna, þar á meðal í blóði, fylgju, brjóstamjólk og eggþvökva (Lee et al., 2018). Vísbendingar benda til þess að BPA gæti haft hlutverk í meingerð ófrjósemi kvenna (Pivonello et al., 2020). Algengustu mýkingarefnin í PVC, PVA og PE eru þalöt og adipat. Flutningur þeirra yfir í matvæli, við ýmsar aðstæður, hefur víða verið greint frá (Fankhauser-Noti and Grob, 2006, Goulas et al., 2007, Biedermann et al., 2008, Wei et al., 2009, Fasano et al., 2012). PVC hentar t.d. illa til notkunar í snertingu við matvæli við hitun í örbylgjuofni (Badeka and Kontominas, 1998) og vegna mikils flæðis mýkingarefnis yfir í fituríkan mat.

7. Pökkunaraðferðir og vélbúnaður

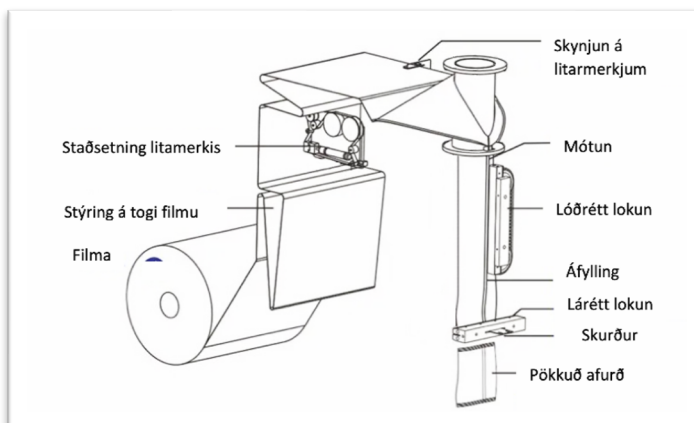
Tilgangur með pökkun grænmetis og ávaxta er margþættur en miðar þó aðalega að því að verja vöru, auka geymsluþol, minnka rýrnun og gefur möguleika á merkingum til að tryggja rekjanleika og koma upplýsingum til neytenda.

Mikill þrýstingur er á að minnka umbúðamagn og/eða nota umbúðaefni sem brotnar hratt niður í umhverfinu og valda ekki mengun. Ópakkað grænmeti og ávextir hafa styttra geymsluþol en vara sem pökkuð er í réttar umbúðir. Þannig gæti ópökkuð vara aukið matarsóun. Nauðsynlegt er því að finna lausn eða jafnvægi milli þessara aðferða. Enn sem komið er hefur ekki verið þróað pökkunarefni sem hefur jafn góða eiginleika og plastefnin hafa hvað varðar geymslu grænmetis og ávaxta en stöðugt er unnið að því.

Vélbúnaði til pökkunar grænmetis og ávaxta má skipta í tvo flokka. Annars vegar lóðréttar pökkunarvélur og hins vegar ýmsar útgáfur af láréttum pökkunarvélum.

Lóðrétt pökkun

Við lóðréttu pökkun er plastfilmu vafið utan um stálrör og plastið brætt saman lóðrétt eftir stálrörinu. Þannig myndast plasthólkur sem síðan er bræddur saman þvert á stálrörið. Ákveðið magn af þeirri vöru sem verið er að pakka er sent í gegnum stálrörið og ofan í plasthólkinn og pökunum sem þá myndast er lokað með því að bræða saman plasthólkinn á sama tíma



Mynd 2. Vélbúnaður fyrir samfellda lóðréttu pökkun.

og næsti poki er undirbúinn með því að loka botninum, sjá mynd 2. Pökkunin er því samfelld og afköst geta verið töluverð og hraðinn aðallega háður því hve hratt er hægt að skammta vöru í pökkunarvélinu. Skammtað er annað hvort eftir rúmmáli eða þyngd. Ef skammtað er eftir þyngd eru oftast notaðir samvals-skammtarar, en þá eru margir litlir skammtar vigtaðir samtímis í mörgum hólfum og þau hólf

sem samanlagt gefa uppgefna þyngd valin í pakkninguna. Þannig fæst nákvæmari þyngd á hverri pakkningu.

Til að uppfylla kröfur um þyngdarkerkingar þarf að velja á milli þess að nota lágmarksþyngd eða meðalþyngd. Lágmarksþyngd þýðir að engin eining má vera léttari en uppgefin þyngd en ef notast er við meðalþyngd þarf að uppfylla ákveðnar reglur, sjá kafla um meðalþyngd.

Lárrétt pökkun

Pökkun í teygjufilmu (e. stretch wrapping)

Vara er sett á bakka og plastfilma lögð yfir með því að teygja á plastinu þannig að það fellur að vörunni. Oftast er notuð PVC filma sem stundum er nefnd „cling“- filma. Til eru pökkunarvélar fyrir þessa pökkun en einnig er hægt að handpakka þessum einingum. Þessi pökkunaraðferð er notuð fyrir grænmeti, ávexti og önnur matvæli sem boðin eru í verslunum í litlum einingum.



Mynd 3. Teygjufilma yfir pappírshakka.

Flæðipökkun (e. flow pack machines)

Lárrétt samfelld pökkun þar sem ópakkaðri vöru er raðað á færiband sem matar pökkunareininguna. Filmu er vafið utan um eininguna, annað hvort ofan frá eða að neðan og filman brædd saman á leið sinni í gegnum pökkun og endarnir svo innsiglaðir í lokin. Hægt er að setja þá vöru sem á að pakka á bakka fyrir pökkun.



Mynd 4. Flæðipakkað grænmeti.

Bakka lokunarvél (e. tray sealing machines)

Í þessum vélum er vara sett í bakka og plastfilma lögð yfir og brædd við kanta bakkans. Þessi pökkunartækni býður einnig upp á möguleika á loftskiptri pökkun þar sem andrúmslofti er skipt út fyrir ákveðna gasblöndu með því að blása blöndunni yfir pakkninguna fyrir lokun. Þessi pökkunartækni býður einnig upp á svokallaðar „skin-pack“ lokun, þar sem plastfilman leggst þétt að vörunni.



Mynd 5. Bakkalokun, filma brædd yfir kanta.

„Thermoforming“ pökkunartækni

Þessi pökkunartækni býr til bakka sem framleiðsluvörum er pakkað í og þeim lokað með því að bræða yfir bakkann plastfilmu. Bakkinn er framleiddur með frekar þykku plasti, sem geta verið filmur úr pólýprópylen (PP), pólýetylen terephthalat (PET), pólývinyl klóríð (PVC) og pólýstyren (PS) eða öðru plastefni sem heldur lögun eftir mótun. Þykk plastfilma er dregin yfir mót og hituð að ákveðnu marki og síðan dregin inn í stálmót með lofttæmi. Þannig myndast bakkar sem síðan eru fylltir með þeirri vöru sem pakka á og bökkunum lokað með því að bræða plastfilmu yfir bakkann. Þessi tækni hentar vel fyrir pökkun í loftskiptar umbúðir. Plastið sem myndar bakkann hleypir litlu af gastegundum í gegnum sig en filman sem lögð er yfir bakkann og brædd við kanta bakkans hleypir þó lofttegundum og raka í gegn og þarf því að velja þá filmu með tilliti til þeirrar vöru sem verið er að pakka.

Virk pökkun

Virk pökkun byggir á því að hafa bein áhrif á loftsamsetningu innan umbúða til að viðhalda gæðum og öryggi vörunnar og auka geymsluþol hennar. Við pökkun á grænmeti og ávöxtum er tæknin einkum notuð til að minnka styrk súrefnis og etýlens og raka innan pakkningar. Einnig getur verið um að ræða tækni sem dælir koldíoxíði og etanóli inn í umbúðirnar og jafnframt er hægt að útbúa plastfilmu sem inniheldur rotvarnarefni sem minnkar örverufjölda á yfirboði grænmetisins og/eða ávaxta.

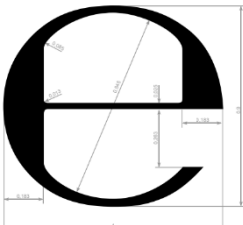
Etýlen gleypir og virk rakastýring geta aukið geymsluþol í loftskiptum umbúðum og einnig mætti nota að auki plastfilmur sem innhalda örveruhemjandi efni til að varna mögulegum yfirborðsvexti á örverum í slíkum pakkningum.

Etýlen gleypar geta verið litlir pokar sem pakkað er með grænmeti og/eða ávöxtum. Etýlen sem myndast inn í pakkningunni sogast inn í þennan litla poka sem inniheldur efni sem óvirkjar etýlen. Yfirleit er kalíum permanganat notað sem oxar og óvirkjar etýlenið. Önnur leið til að eyða etýleni í virkum pakkningum er að dreifa ögnum af zeoliti, virkum kolum eða vikri o.fl. á milli lagskiptrar polýetýlen filmu sem er svo notuð sem pökkunarefni. Þessi efni draga í sig etýlen auk þess að breyta jafnframt dræpnieiginleikum filmunnar þannig að etýlen og koldíoxíð flæða betur út í gegnum hana og súrefnisinnstreymi verður einnig meira. Etýlen gleypar geta lengt geymsluþol ýmsra ávaxta svo sem mangó og avókadó og grænmetis eins og gulróta, kartafla, gúrkna, tómata og aspás.

Daggamyndun eða þétting vatngufu er sérlega varasöm í loftskiptum umbúðum vegna hættu á **myglu** og **bakteríu vexti**. Besta vörnin er að fyrirbyggja hitasveiflur í birgðakeðjunni en til að bregðast við óvæntum hitasveiflum og þar með mögulegri daggamyndun er rakadrægum efnum oft pakkað með vörunni. Um getur verið að ræða efni eins og sorbitól, xylítól, salt (NaCl), kalíum klóríð og kalsíumklóríð, sem pakkað er í polýetýlen poka og þeir settir með inn í pakkninguna til að draga í sig vatn.

Rannsóknir hafa sýnt að tómötum sem pakkað var í loftskiptar umbúðir ásamt NaCl til rakastýringar lengdi geymsluþol við 20°C um 10 daga miðað við pakkningar sem ekki höfðu rakagleypi, þ.e. geymsluþol varð 15-17 dagar í stað fimm daga við 20°C (Ayhan 2019).

Vigtun og e-reglurnar (meðalþyngd)



e - merkis skal að sjálfisögðu uppfylla ákveðin viðmið

Tilgangur e-reglnanna er tvíþættur, það er að gæta hagsmuna neytenda (kaupenda) annars vegar og taka tillit til hagsmuna framleiðenda hins vegar.

Á árum áður var almennt miðað við að sérhver pakkning innihéldi að minnsta kosti merka þyngd, þetta kom sér einkar vel fyrir kaupandann en var slæmt fyrir framleiðandann þar sem hann varð að tryggja rétta vigt með því að yfirpakka, þ.e. að hafa ákveðna yfirvigt. Magn yfirvigtar var mjög háð nákvæmni við vigtun og áfyllingaraðferð.

Það er nánast útilokað annað en að vigta alltaf með einhverri yfirvigt, þrátt fyrir fullkomnasta vigtunarbúnað þá verður aldrei alveg komist hjá því.

En það eru til ýmsar aðferðir til þess að lágmarka yfirvigt og sumar hverjar kosta ekki mikið annað en smá yfirlegu og skoðun á því hvernig vigtunin hefur verið að undanfögnu. Slík skoðun felur fyrst og fremst í sér að meta þyngdardreifingu og hvort hægt sé að minnka yfirvigt án þess að eiga á hættu að brjóta einhverja af vigtunarreglunum.

Oftast eru fyrir hendi ákveðnar vinnslulýsingar (pökkunarreglur) áður en vara er framleidd og eru þessar vinnslulýsingar nokkurs konar samningur milli framleiðanda og kaupanda um hvaða skilyrði varan á að uppfylla.

Almennar opinberar reglur, hvort sem það eru vigtunarreglur eða aðrar, segja til um lágmarksviðmið, kaupendur geta síðan sett inn strangari viðmið í vöru- eða vinnslulýsingar sínar, viðmið sem verður þá að taka tillit til við verðlagningu. Við túlkun á reglunum er stuðst við umfjöllun Páls Gunnars Pálssonar.²⁸

Íslenskar reglur

Með innleiðingu ESB reglugerðar nr 1169/2011 var eftirfarandi landsregla sett í íslensku reglugerðina nr. 1294/2014.

Nettómagn (4. grein): Nettómagn matvæla, skv. 23. gr. reglugerðar Evrópuþingsins og ráðsins (ESB) nr. 1169/2011, skal vera sem hér segir:

- a) Nákvæmt magn: Hver eining af vöru er mæld og síðan merkt og verðlögð eftir magni. Krafa um nákvæmni fer eftir kröfum, sem gerðar eru til löggiltra mælitækja til slíkra nota.
- b) Meðalmagn: Ef framleiðslulutum er pakkað eftir meðalmagn skal fara eftir ákvæðum reglugerðar nr. 437/2009 um e-merktar forpakningar að því er varðar heimilað neikvætt frávik.
- c) Lágmarksmagn: Tilgreina skal sérstaklega að um lágmarksmagn sé að ræða með merkingunni „a.m.k.“ eða „minnst“ á undan nettómagni á hinni forpökkuðu vöru.

Um 1980 tóku e-reglurnar gildi innan Evrópusambandsins (ESB) þar sem miðað er við meðalþyngd (e. average system). Reglur ESB krefjast þess að varan standist viðmiðunarpróf, en einnig bjóða reglurnar upp á sérstakt eftirlit með áfyllingu og mega þá framleiðendur slíkra vara merkja vöru sína með e-merki. Slík merking þýðir að varan sé með einskonar vegabréf innan Evrópu, þannig verður hún lögleg í öllum löndunum. Þessi regla er komin inn í íslenska reglugerð, eins og kom fram hér fyrir framan. Leyfð frávik eru háð merktri þyngd eininga eins og fram kemur í töflu 3.

²⁸ Páll Gunnar Pálsson. Lagmetishandbókinn. Matis 1-2019. [Lagmetishandbok.pdf \(matis.is\)](#).

Tafla 3. Leyfð frávik vöru út frá merktri þyngd.

Merkt þyngd g eða ml			Leyfð frávik	
			% af merktri þyngd	g eða ml
5	til	50	9	-
50	til	100	-	4,5
100	til	200	4,5	-
200	til	300	-	9
300	til	500	3	-
500	til	1.000	-	15
1.000	til	10.000	1,5	-
10.000	til	15.000	-	150
meira en		15.000	1	-

Miðað er við þrjár grundvallarreglur sem framleiðendum ber að fara eftir auk skipulegs eftirlits. e-reglurnar þrjár eru þessar:

- Regla 1: Innihald má ekki vera minna að meðaltali en merkt þyngd.
- Regla 2: Allt að 2,5% (1 af 40) eininga mega vera léttari en merkt þyngd að frádregnu leyfðu fráviki, T1 (sjá dæmi síðar). Þær einingar eru kallaðar „non-standard.“
- Regla 3: Engin eining má vera léttari en merkt þyngd að frádregnu tvöföldu leyfðu fráviki T2. Slíkar einingar eru kallaðar ófullnægjandi (e. inadequate).

Dæmi um notkun þessara reglna:

- Pakkning er merkt þannig að innihald sé 115g, það þýðir samkvæmt töflunni hér fyrir framan að leyft frávik er 4,5%.
- “Non-standard” einingar eru þá einingar sem eru léttari en $115g - (115 \times 0,045) = 115g - 5,2 = 109,8g$ og þær einingar sem eru ófullnægjandi eru léttari en $115g - 2 \times 5,2g = 104,6g$.
- Til þess að fullnægja reglunum þremur þá þarf meðaltalið að vera meira en 115g og einungis 1 af hverjum 40 (2,5%) einingum má vera léttari en 109,8g og að síðustu þá má engin pakkning vera léttari en 104,6g.

Svo ábyrg niðurstaða fáist og hægt sé að staðfesta að varan eða framleiðslulotan standist þessar kröfur um vigtun, þá þarf að fylgja viðurkenndum aðferðum við sýnatöku t.d. stærð og fjölda sýna.

Í samskiptum milli kaupenda og framleiðenda er oft vísað í þessar reglur og er þá mjög algengt að talað sé um T1 annars vegar og T2 hins vegar. T1 í dæminu hér að ofan svarar til 109,8g og T2 er 104,6g. Vert

er að hafa það í huga að einstaka kaupendur geta verið með stífari kröfur en þessar hér að ofan og verður þá að taka tillit til þess þegar vigtað er.

Nokkuð er um að nútíma vigtunarbúnaður sé með e-reglurnar á hreinu og gæti þess að vinnsluloturnar standist öll viðmið, en engu að síður þarf að fylgjast með og taka sýni til að koma í veg fyrir tjón af völdum rangrar vigtunar. Það eru til fleiri vigtunarreglur en e-reglurnar og því þarf að skoða vel hvaða viðmið eru notuð á þeim mörkuðum sem varan á að fara á.

Í Bandaríkjunum má finna reglur hjá „National Institute of Standards and Technology“ og þar má finna vigtunarreglur í „Handbook 133 – 2018; Checking the Net Contents of Packaged Goods.“

8. Geymsluþol og geymsluskilyrði

Geymsluþol er sá tími sem gæði (bragð, útlit, lögun o.fl.) matvæla eru í lagi og þau eru örugg til neyslu. Geymsluþol matvæla er háð ýmsum þáttum eins og vatnsinnihaldi, vatnsvirkni, sýrustigi, hreinlæti við meðhöndlun og geymsluskilyrðum. Fyrir grænmeti eru það oft geymsluskilyrðin sem ráða úrslitum, sérstaklega hitastigið og samsetning geymsluloftsins og á það jafnt við um hvort sem grænmetið er pakkað eða ekki.

Andrúmsloftið er um 21% súrefni, 0,03% koldíoxíð og afgangurinn er að mestu köfnunarefni. Það er því ljóst að grænmeti og ávextir hafa nægt súrefni fyrir framgang öndunar nema ráðist sé í aðgerðir til að breyta samsetningu loftsins í geymslum eða lokuðum pakkingum. Óheft öndun grænmetis leiðir að lokum til skemmda og þar með til styttingar geymsluþols. Aðgerðir til að lengja geymsluþol grænmetis geta falist í:

- Stjórnun á hita og raka.
- Stjórnun á samsetningu lofts í umbúðum eða geymslum.

Stjórnun á samsetningu lofts

Hægt er að draga úr öndun, og þar með lengja geymsluþol, með því að minnka styrk súrefnis eða auka styrk koldíoxíðs í geymslurými eða pakkingum. Það er kostnaðarsamt að stýra samsetningu lofts í geymslum og því er mjög lítið um að þessari aðferð sé beitt á Íslandi. Þetta getur þó átt eftir að breytast því tækniframfarir hafa orðið og betri og ódýrari búnaður komið á markaðinn.

Í hefðbundnum lokuðum grænmetisgeymslum nýtir grænmetið súrefni loftsins við öndun og myndar koldíoxíð. Mikið magn grænmetis í lokaðri geymslu getur því smám saman leitt til hægari öndunar og lengra geymsluþols. Kæling er þó lykilatriði til að geymsluþol grænmetis verði sem lengst. Nú eru fánleg mælitæki sem skrá styrk lofttegunda, hitastig og rakastig.

Stjórnun á hita og raka

Stjórnun á hitastigi og rakastigi er lykilatriði til að ná sem lengstu geymsluþoli grænmetis og ávaxta. Heppilegasta hita- og rakastig er mismunandi eftir tegundum grænmetis og ávaxta. Því getur verið æskilegt að hafa fleiri en eina kæligeymslu til ráðstöfunar. Í viðauka 3 má finna töflu yfir heppilegustu geymsluskilyrði helstu grænmetis- og ávaxtategunda.

Nægjanlega hátt rakastig í geymslum er mikilvægt til að vinna gegn uppgufun vatns úr grænmeti og ávöxtum. Rakastigið ætti þó aldrei að verða það hátt að rakinn setjist utan á vörunar. Uppgufun vatns úr grænmeti og ávöxtum getur orðið töluverð með tilheyrandi léttingu á vörunum og útlitsgöllum. Fjárhagslegt tjón getur orðið umtalsvert enda er 20-30% léttung grænmetis vel þekkt eins og fram kemur í kafla 9.

Við stýringu á kæligeyslum fyrir grænmeti og ávexti þarf að hafa í huga mögulegar kælskemmdir (e. chilling injury) á vörunum. Skemmdir af þessu tagi verða þegar hitastig í grænmeti og ávöxtum fer niður fyrir ákveðin krítísk mörk en þau eru mjög mismunandi eftir tegundum. Almennt eru grænmeti og ávextir af suðrænum slóðum viðkvæmust fyrir kælskemmdum og á þetta einkum við um ávexti. Nefna má að mörkin fyrir gúrkur eru 7-12 °C og fyrir tómata 7-14 °C (Mercantila Publishers 1989). Kælskemmdir í gúrkum geta komið fram sem niðurbrot plöntuvefsins og kælskemmdir á tómtum sem stöðvun á proskaferli og skemmdarbragð. Upplýsingar um krítísku mörkin og viðkvæmni einstakra tegunda má sjá í töflu í viðauka 3. Hversu miklar skemmdirnar verða ræðst af tímalengd undir krítísku mörkunum og hversu nálægt frostmarki hitastigið er.

Einstakar grænmetistegundir

Þegar lagt er á ráðin um þökkun eða enga þökkun grænmetistegunda er gagnlegt að styðjast við viðauka 3 og þær heimildir sem hann byggir á (Reid & Serek 1999; Mercantila Publishers 1989, Fruktrádet 1994; Postharvest Center n.d.).

9. Athugun á pökkun grænmetis á íslenskum markaði

Í verslunum má sjá að framboð á ópökkuðu grænmeti hefur aukist á seinustu árum. Nefna má ópakkaða papriku og ýmsar tegundir eins og tómata og kartöflur sem eru á boðstólum bæði pakkaðar og ópakkaðar. Pökkun á gulrófum í plastfilmu hefur aukist og hefur það skilað lengra geymsluþoli og mun minna þyngdartapi samkvæmt upplýsingum frá Sölufélagi garðyrkjumanna. Athugasemdir frá neytendum hafa borist verslunum vegna þessarar pökkunar í plast. Mjög er misjafnt hve grænmetis-tegundir hafa mikla tilhneigingu til að tapa vatni og því er ekki hægt að yfirfæra niðurstöður fyrir gulrófur á allt grænmeti. Hafa þarf í huga að pakkað grænmeti getur skemmst vegna of mikils raka inni í umbúðum og þá nær mygla sér á strik. Mjög mikilvægt er að velja heppilegar umbúðir fyrir hverja grænmetistegund.

Í rannsókn á geymsluþoli gulrófna, blómkáls og spergilkáls (Ólafur Reykdal o.fl. 2022) var þyngdartap grænmetis mælt í geymslu við 2 °C og 95% raka. Afgerandi munur var á þyngdartapi pakkaðs og ópakkaðs grænmetis. Gæði gulrófna í plastfilmu héldust í að minnsta kosti 12 vikur og þær töpuðu ekki þyngd. Heildargæði ópakkaðra gulrófna minnkuðu á tveimur mánuðum og þær töpuðu verulegri þyngd vegna uppgufunar vatns. Léttingin nam 33-52% af upphaflegri þyngd. Blómkál og spergilkál pakkað í plastfilmu léttist óverulega á 6 vikum. Ópakkað spergilkál léttist um 12-35% og ópakkað spergilkál um 45% af upphaflegri þyngd á 6 vikum. Létting grænmetis í verslun þýðir minni sölutekjur fyrir verslunina ef það er selt kaupanda eftir vigt. Hægt er að beita vatnsúðun í verslunum til að draga úr léttingu og gæðarýrnun grænmetis, sjá upplýsingar í viðaukatöflu 3-2.

Athugun á rýrnun sveppa, gúrkna og gulrófna var gerð hjá Matra á Iðntæknistofnun (Valur N Gunnlaugsson 2001). Geymsluaðstæður voru (a) 12 °C og 91% raki í kælikáp, (b) stofuhiti um 20 °C og raki 40%. (c) stofuhiti um 20 °C og raki 40% með vatnsúðun tvisvar á dag. Sveppir án umbúða entust í 8 daga og höfðu þá myglað og misst 50-57% af upphaflegri þyngd eftir geymsluaðstæðum. Ópakkaðar gulrófur töpuðu 25-28% af upphaflegri þyngd á 10 dögum. Gúrkur í götuðum plastpokum töpuðu aðeins 2-5% af upphaflegri þyngd á 10 dögum.

Í verkefninu *Áskoranir við pökkun grænmetis* voru gerðar athuganir á grænmeti í ýmsum tegundum umbúða. Grænmetið var geymt í kælum á Matís og fylgst var með þyngdarbreytingum og útliti.

Ópakkað grænmeti lítur almennt vel út í verslunum. Spurningar hafa vaknað um það hvort ópakkað grænmeti flutt um langan veg sé eins öruggt til neyslu og pakkað grænmeti. Lítil athugun var gerð á heildargerlafjölda í pökkuðu og ópökkuðu grænmeti á markaði í desember 2022. Sjá má niðurstöðurnar

í töflu 4. Ekki er hægt að draga almennar ályktanir af þessum takmörkuðu niðurstöðum en engin vísbending er um að heildargerlafjöldinn í ópakkaða grænmetið sé óeðlilegur. Til samanburðar má geta þess að samkvæmt vinnuhaldbók Hollustuverndar er heildargerlafjöldi undir 10 milljón í grammi af skornu grænmeti talinn eðlilegur (Hollustuvernd 2002). Taflan sýnir að ópakkaða grænmetið kom frá fjarlægum löndum en í flutningum er það varið í stórum pakkningum (pappakössum).

Tafla 4. Heildargerlafjöldi í sýnum af grænmeti.

Tegund og uppruni	Pökkun	Gerlafjöldi við 30 °C í 1 grammi
Tómatar, Ísland	Pakkað	<10
Tómatar, Spánn	Ekki pakkað	31.000
Spergilkál, Spánn	Pakkað	270.000
Blómkál, Danmörk	Ekki pakkað	33.000
Toppkál, Portúgal	Ekki pakkað	140.000

Tómatar, gúrkur og spergilkál

Framkvæmd var sérstök athugun á pökkun tómata, gúrkna og spergilkáls: Sýni og umbúðir voru eftirfarandi:

- Tómatar: 3 bakkar. Teygjuplast yfir bakka
- Tómatar: 3 bakkar. Plastfilma yfir bakka
- Gúrkur: 3 stk. Herpifilma
- Spergilkál: 1 stykki, teygjuplast fast að kálhaus – Innflutt frá Spáni

Sýni voru keypt í verslunum 10. júní 2022 og var þeim komið fyrir í kæli sem var stilltur á +2 °C en ekki var hægt að stilla rakastig. Nemi (logger) skráði hita og raka í kæliklefanum í eina viku. Hitastig í kæliklefanum var nokkuð stöðugt, 2,6±0,3 °C en rakstig var 95±2% (meðaltal ± staðalfrávik, n=83). Kjörhitastig tómata er mun hærra eða 10-12 °C, fyrir gúrkur er kjörhitastigið 12 °C og fyrir spergilkál er kjörhitastig 0-2 °C. Aðstæðunum var ætlað að skapa áraun fyrir grænmetið og umbúðirnar.

Að einni viku liðinni var útlit grænmetisins gott, sjá mynd 6. Þyngd sýna með umbúðum hélst því sem næst óbreytt. Sýnin voru geymd áfram við sömu aðstæður. Eftir þrjár vikur til viðbótar voru öll sýnin ónýt. Gúrkurnar voru linar og myglublettir á yfirborði voru áberandi. Tómatarnir litu sæmilega út en höfðu linast. Mygla var á sumum tómetum og á pappabakka. Spergilkálið var með áberandi myglublettum. Gúrkurnar höfðu lést um rúmt prósent á 4 vikum. Hin sýnin höfðu þyngst um 2% eftir 4 vikur, væntanlega vegna rakapéttingar.



Mynd 6. Sýni af tómötum, gúrkum og spergilkáli.

Ýmsar grænmetistegundir

Upplýsingar um grænmetissýni og umbúðir eru í töflu 5. Sýna var afluð 19. ágúst og voru þau höfð í kæli í 12 daga til að fylgjast með gæðum og umbúðum og síðan áfram í einn mánuð til að fylgjast með skemmdum. Hitastig og rakastig voru nokkuð stöðug við $14 \pm 0,2^\circ\text{C}$ og $60 \pm 4\%$ (meðaltöl og staðalfrávik, n = rúmlega 4 þúsund mælingar á síríta).

Tafla 5. Grænmetistegundir og umbúðir til skoðunar.

Grænmetistegund	Kjörhiti °C	Umbúðir
Blómkál	2 °C	a. Plastpoki, opinn (1 sýni) b. Plasterpífíla þétt að (1 sýni) c. Pappírshakki, lokað plast yfir (1 sýni)
Gulrætur	2 °C	a. Plastpoki, lokaður (2 sýni)
Íssalat	2 °C	a. Plastbakki og lokaður skjáfplastpoki (1 sýni)
Kryddjurtir	10 °C	a. Opinn plastpoki fyrir kryddjurtir í potti (3 sýni) b. Plastbakki og lokaður plastpoki c. Lokaður plastpoki
Paprika	12 °C	Án umbúða (1 sýni, 2 paprikur)
Sveppir	2 °C	a. Plastbakki og lokun með teygjuplasti (1 sýni)
Spergilkál	2 °C	a. Plasterpífíla þétt að (2 sýni) b. Plastfilma, laus (1 sýni)
Spergilkál frá Afríku		a. Plastbakki, plastfilma (1 sýni)
Spínatkál	12 °C	a. Plastbakki og lokað filma (2 sýni)
Tómatar, plómu-	2 °C	a. Pappírshakki, lokun með teygjuplasti (1 sýni)

Hafa þarf í huga að 14°C og 60% raki eru áraun á vörurnar þar sem kjörhiti er í flestum tilfellum lægri og lágt rakastig er almennt óheppilegt fyrir grænmeti. Eftir þrjá daga mátti sjá blaðskemmdir á kryddjurtum í pottum og sveppirnir þoldu ekki þessar aðstæður þar sem raki hafði myndast innan á þökkunarfilmu. Óþökkuð paprika hafði byrjað lítið eitt að skorpna vegna hins lága raka. Spergilkálið var ónothæft eftir 10 daga vegna guls litar, spergilkálið frá Afríku var hins vegar í lagi. Sveppum og

kryddjurtum í pottum þurfti einnig að henda á þessu stigi. Kryddjurtir í pottum höfðu tapað 46-64% af upphaflegri þyngd á 10 dögum og er þá mold í potti og plastpoki hluti af þyngdinni.

Að hálfum mánuði liðnum var spínatkál ónýtt vegna blaðskemmda, blöð á blómkáli voru skemmd. Paprikan var krumpuð en leit að öðru leyti vel út. Að mánuði liðnum leit afríska spergilkálið enn vel út nema blómendar voru brúnir. Ætla má að afríska spergilkálið hafi verið pakkað í loftskiptar umbúðir. Mygla var undir tómtunum og svartir flekkir voru á blómkálínu.

Íslenskar kryddjurtir í lokuðum plastpokum töpuðu fjórðungi þyngdar sinnar en innflutt kryddjurt tapaði engri þyngd á sama tíma. Hér er það gerð plastfilmunnar sem skiptir sköpum.

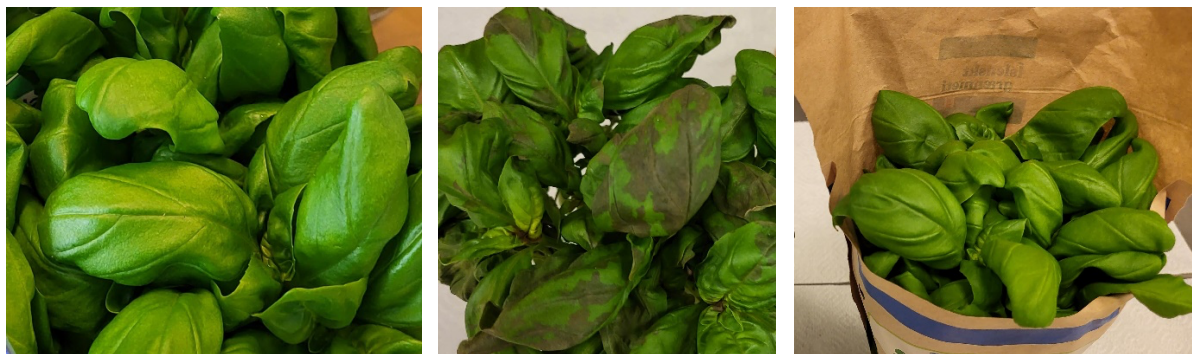
Að lokum eru hér nokkrar athugasemdir um breytingar á þyngd sýna í umbúðum á 10 dögum í kæligeymslunni. Innflutt spergilkál, gulrætur og kryddjurtir (lokaðir pokar) héldu 100% af upphaflegri þyngd en samsvarandi íslenskar vörur náðu því ekki. Öll sýni af blómkáli, spínatkáli og íssalati varðveittu 100% af upphafsþyngd.

Plast eða pappír - Kryddjurtir

Gerðar voru geymsluprófanir á basilíku í potti með mold og opnum pokum úr plasti og tvenns konar pappírspokum. Sýnin (3 plöntur fyrir hverja tegund umbúða) voru sett í kæliklefa sem var stilltur á kjörhitastig basilíku, 14 °C. Sýnin voru metin gallalaus og umbúðir óskemmdar við móttöku 24. maí 2022. Sýnin voru vigtuð með umbúðum og moldarpotti og var vatnstap 10-12% af heildarþyngd á fyrsta sólarhringnum. Hitastig í klefanum var $14,3 \pm 0,3$ (11,6 – 15,6) °C og rakastig 70-84%.

Eftir þrjá sólarhringa var sýnunum komið fyrir við stofuhita og eftir nokkrar klukkustundir í kæliklefa við 2 °C. Með þessu móti er líkt eftir mögulegri meðferð í verslunum. Eftir stutta geymslu við 2 °C komu í ljós afgerandi kælikemmdir á basilíkunni. Skemmdirnar komu fram sem dökk eða svört blöð.

Plast- og pappírspokarnir voru vigtaðir sérstaklega. Í ljós kom að pappírspokarnir tóku upp örlítinn raka. Pappírspokarnir krumpuðust ekki eftir alla meðferðina á Matís. Hins vegar mátti sjá í verslunum að sams konar pappírspokar voru verulega krumpaðir og fráhrindandi fyrir neytendur. Af þessari ástæðu ákvað framleiðandi kryddjurtanna að hætta að nota pappírspoka og skipti yfir í plastpoka sem voru áður notaðir.



Mynd 7. (a) Til vinstri. Fersk basilíka. (b) Í miðju. Basilíka. Kæliskemmdir eftir geymslu við 2 °C. (c) Til hægri. Basilíka í potti og pappírsumbúðum sem hafa krumpast í verslun.

Niðurstöður fyrir kryddjurtir eru þessar:

- Kryddjurtir í pottum eru viðkvæmar fyrir hnjaski og kulda og mikilvægt er að geyma þær við réttar aðstæður til að varðveita gæðin.
- Kryddjurtir eru alls ekki kælivara og eiga ekki að fara í kæliskáp eða kæligeymslu verslana.
- Kjörhiti fyrir kryddjurtir er 8-14 °C svo stofuhiti er betri en kælirinn.
- Kryddjurtir eru viðkvæmar fyrir hnjaski og því þarf að meðhöndla þær varlega í verslunum.
- Taka má basilíku sem dæmi. Hún geymist best við 14 °C. Ef basilíkan er geymd í venjulegum kæliklefa fyrir grænmeti verða blöðin dökk og varan ósöluhæf eftir aðeins einn sólarhring í kæli.

Nýjungar - Umbúðir úr lúpínuhráefni

Umbúðir (bakkar) úr hráefni alaskalúpínu og þara bárust frá Efnasmiðjunni í júní 2022. Geymsluprófun var framkvæmd með tómtum og bláberjum í þessum bökkum og plastfilma sett yfir. Til hliðsjónar voru gerðar samsvarandi prófanir með pappírsmökkum undan tómtum. Sýnum var komið fyrir í kæliklefa við 2-3 °C og 87-99% raka í 5 sólarhringa. Þetta lága hitastig og mikli raki reyndi mikið á umbúðirnar. Þar sem raki var til staðar í lúpínubökkunum voru þeir orðnir linari en héldu þó alveg formi sínu. Lúpínubakki með krömdum bláberjum hafði tekið upp lit úr berjunum. Svo virðist sem lúpínubakkarnir taki upp ívið meiri raka en pappírsmökkarnir. Allir bakkarnir voru óskemmdir og héldu formi sínu. Það er Efnasmiðjan og Sedna Biopack sem vinna saman að þróun matvælaumbúða úr efnum lúpínu og þara en Matís tengist þessari þróunarvinnu.



Mynd 8. (a) Til vinstri. Tómur bakki úr lúpínuhráefni. (b) Til hægri. Grænmeti í lúpínubökkum og pappírsbökkum í geymslutilraun.

10. Ráðleggingar – Pökkun grænmetis

Lykilatriði

- Leitast þarf við að geyma grænmeti og ávexti við þær aðstæður sem best henta til að ná fram ásættanlegu geymsluþoli og sem mestum gæðum þegar afurðirnar koma á borð neytenda. Bæði kemur til greina að selja grænmetið ópakkað eða í viðeigandi umbúðum.
- Á síðustu árum hafa neytendur í vaxandi mæli sett fram óskir um að framleiðendur hætti að nota plast í umbúðir matvæla og dragi úr magni umbúða. Skýringanna er að leita í niðurstöðum rannsókna sem sýna að plast sé skaðlegt í umhverfinu og efni í því geti verið skaðleg fyrir fólk.
- Mjög mikilvægt er að gæta hreinlætis við alla meðhöndlun grænmetis og alveg sérstaklega við meðhöndlun á ópökkuðu grænmeti.
- Til er fjölbreytt úrval plastumbúða en ókostir þeirra eru meðal annars að jarðefnahráefni eru notuð við framleiðsluna. Umbúðir úr lífplasti teljast umhverfisvænar og hafa þær komið sterkt inn sem staðgengill plastumbúða.
- Umbúðir geta dregið úr rýrnun og lengt geymsluþol grænmetis og þannig dregið úr matarsóun. Þá er bæði átt við vatnstap úr grænmetinu og skemmdir sem geta komið fram fyrr í ópökkuðu grænmeti en pökkuðu grænmeti. Þessir þættir eru mismunandi eftir grænmetistegundum. Umbúðir bjóða upp á merkingar og aðgreiningu innlands og innflutts grænmetis.
- Ýmsar framtíðarlausnir fyrir umhverfisvænar umbúðir eru við sjóndeildarhringinn og unnið er mikið þróunarstaf á þessu sviði bæði á Íslandi og erlendis. Umbúðir úr íslensku hráefni og þekkingu á efnisvinnslu fyrir þær hefur skort, en nokkur nýsköpunarverkefni eru í farvatninu. Einnig er mikil nýsköpun erlendis tengd umbúðum úr hreinu frumhráefni. Nefna má þróun á umbúðum úr stoðvef plantna og þörungum. Því er rétt að fylgjast vel með nýjungum sem líta dagsins ljós.

Mikilvægt að hafa í huga

- Mikilvægt er að hafa í huga að öndun grænmetis heldur áfram eftir uppskeru. Öll viðleitni til að ná fram nægilegu geymsluþoli grænmetisins þarf að taka mið af þessum áframhaldandi efnaskiptum grænmetisins.

- Við öndun nýtir grænmetið forðanæringu sína og súrefni í umhverfinu til að mynda vatn og koldíoxíð. Jafnframt verður til hiti. Rakinn og hitinn geta stuðlað að skemmdum, t.d. vegna myglusveppa.
- Öndun hinna ýmsu grænmetistegunda er misjafnlega hröð og öflug. Það getur jafnvel verið munur á yrkjum sömu grænmetistegundar. Þetta þarf að hafa í huga við val á pökkunarefnum eða hvort vænlegt sé að sleppa umbúðum. Gegndræpi umbúða²⁹ þarf að henta viðkomandi grænmetistegund og yrki.
- Hafa þarf í huga að pakkað grænmeti getur skemmst vegna of mikils raka inni í umbúðum og þá getur mygla náð sér á strik.
- Við lækun á hitastigi hægir á öndun og vatnstap frá grænmetinu minnkar. Kæling er því lykilatriði til að ná sem lengstu geymsluþoli grænmetis.
- Ein aðferð til að hægja á öndun og þar með lengja geymsluþolið er að minnka súrefnið og / eða auka koldíoxíð í umhverfi grænmetisins. Slíkar aðgerðir kalla á sérhæfðan tækjabúnað.
- Etýlen er lofttegund sem grænmeti og ávextir mynda. Mjög er misjafnt eftir tegundum grænmetis og ávaxta hversu mikið etýlen myndast. Í grænmeti og ávöxtum gegnir etýlen því hlutverki að flýta þroska. Því er óheppilegt að geyma saman tegundir sem gefa frá sér mismikið af etýleni. Grænmeti og ávextir eru misjafnlega viðkvæm fyrir etýleni með tilliti til áhrifa á þroskun. Of hröð þroskun getur endað með skemmdum. Sjá viðaukatöflu 3-2.
- Vatnstap grænmetis og ávaxta er ein algengasta orsök gæðarýrnunar. Vatnstapið leiðir til léttingar vörunnar og útlitsgalla. Nokkuð misjafnt er hversu þolnar hinar ýmsu tegundir grænmetis og ávaxta eru gagnvart vatnstapi. Þannig sést minna á tómtum en salati eftir uppgufun vatns. Til þess að forðast óþarft vatnstap úr grænmeti og ávöxtum er nauðsynlegt að geyma þessar matvörur sem næst kjörgeymsluaðstæðum, sjá töflur í viðauka 3.

Verklag þegar velja þarf pökkunarefni

Hér fara á eftir nokkur atriði sem vænlegt er að vinna eftir þegar velja þarf umbúðir fyrir grænmeti eða velja þann kost að sleppa umbúðum.

- Rétt er að byrja á að afla sér upplýsingar um þá grænmetistegund og yrki sem um ræðir. Lykilatriði eru kjörgeymsluskilyrði, etýtenmyndun, öndunarhraði og vatnstap. Þessi skýrsla og viðaukar hennar geta komið að notum við upplýsingaleit.

²⁹ Með gegndræpi er átt við það hversu greiðlega lofttegundir (súrefni, koldíoxíð, vatnsgufa) komast gegnum umbúðirnar.

- Síðan mætti velta fyrir sér hvort grænmetistegundin henti til sölu ópökkuð eða hvort pökkun sé nauðsynleg. Byrja mætti á lítilli athugun heima með því að geyma nokkur sýnishorn í kæli í hálfan mánuð og vigta og skoða útlit reglulega.
- Oft er leitað til íslenskra fyrirtækja sem flytja inn pökkunarefni frá erlendum framleiðendum. Sjá lista yfir fyrirtæki í viðauka 1. Nauðsynlegt er að gefa upp grænmetistegund og yrki ásamt væntanlegum aðstæðum við feril vörunnar frá framleiðanda til verslunar.
- Birgjarnir bjóða nú fyrst og fremst upp á hefðbundin pökkunarefni eins og plast. Sjálfsagt er að spyrja um nýjungar hjá erlendum eða íslenskum framleiðendum.
- Rétt er að biðja um vörulýsingar (e. data sheets) fyrir öll pökkunarefni sem keypt eru til notkunar og hafa þær tiltækar í gæðahandbók þar sem fyrirspurnir geta komið frá heilbrigðiseftirliti og neytendum. Í vörulýsingum eiga að koma fram upplýsingar um eiginleika pökkunarefnanna og vottanir sem efnin hafa. Einnig eiga að koma fram upplýsingar um mögulega endurvinnslu.
- Á seinni árum hafa orðið miklar framfarir í framleiðslu pökkunarvéla fyrir matvæli. Einnig er boðið upp á mismundandi aðferðir við pökkun og getur þá verið mögulegt að lengja geymslupól. Oft eru þessar lausnir ekki aðgengilegar fyrir litla matvælaframleiðendur vegna kostnaðar.
- Mikilvægt er að koma notuðum umbúðum í réttan farveg fyrir endurvinnslu eða aðra nýtingu en forðast urðun og að umbúðirnar dreifist í náttúrunni.
- Oft er þörf á að útbúa leiðbeiningar fyrir dreifingaraðila og verslanir.

11. Lokaorð og þakkir

Vitundarvakning hefur orðið um mikilvægi þess að draga úr notkun einnota umbúða. Þetta á sérstaklega við um plastnotkun. Neytendamarkaðurinn kallar á umhverfisvænar pakkningar og hávær krafa er uppi um minni notkun á plasti í virðiskeðju grænmetis. Framleiðendur og seljendur standa frammi fyrir því að plast er auðveldasta leiðin til að draga úr rakatapi grænmetis og þar með varðveita gæði og geymsluþol. Plastið er einnig notað til að aðgreina vörur og til að raða stykkjum saman í sölueiningar.

Í þróun eru ýmsar umbúðir úr jurtum eða þörungum (lífplast) sem brotna niður í náttúrunni og eru því áhugaverðar lausnir. Þessar lausnir eru margar hverjar enn á rannsóknastigi og því erfitt fyrir framleiðendur að taka ákvörðun um hvenær óhætt sé að skipta yfir í nýjar tegundir umbúða.

Plast er nú orðið verulegt mengunarvandamál og getur verið ógn við dýralíf og fólk þegar gagnsemi þess lýkur. Ef plastið hefur ekki verið brennt (bruninn losar mikið af óæskilegum efnum út í andrúmsloftið), er allt plast sem einhvern tíma hefur verið framleitt enn þá til, þó hugsanlega brotni eitthvað niður í smærri hluta (örplast). Ljóst er að gífurlegt magn af plasti er urðað. Sumir flokkar aukaefna í plasti hafa verið skilgreindir sem hættulegir heilsu manna.

Í samtölum við framleiðendur, dreifendur og verslunarfólk hefur komið greinilega fram að þökkun grænmetis er þeim ofarlega í huga og þessir aðilar standa frammi fyrir vanda þegar velja þarf tegund umbúða. Af þessum sökum er ljóst að vinna þarf áfram við þökkunarmál grænmetis.

Við þökkum Matvælasjóði fyrir stuðninginn við verkefnið. Án stuðningsins hefði þessi vinna ekki verið möguleg. Einnig þökkum við Bændasamtökum Íslands, Sölufélagi garðyrkjumanna, garðyrkjubændum og umbúðafyrirtækjum fyrir ánægjulegt samstarf og ábendingar.

12. Heimildir

- Acerbi, F., Guillard, V., Gontard, N., 2016. Assessment of gas permeability of the whole packaging system mimicking industrial conditions. *Food Packaging and Shelf Life* 8: 81-85. [Assessment of gas permeability of the whole packaging system mimicking industrial conditions \(daneshyari.com\)](https://doi.org/10.1016/j.foodpack.2016.08.008)
- Andrady, A.L. (2015). Persistence of Plastic Litter in the Oceans. *Marine Anthropogenic Litter*. M. Bergmann, L. Gutow and M. Klages. Cham, Springer International Publishing, 10.1007/978-3-319-16510-3_3: 57-72.
- Andrady, A.L., 2017. The plastic in microplastics: A review. *Mar Pollut Bull.* 119, 12-22. 10.1016/j.marpolbul.2017.01.082.
- Ayhan, Z., 2019. Packaging and the shelf life of fruits and vegetables. Reference Module in Food Science. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22649-8> Sótt 9.12.2022 á: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965226498>
- Badeka, A.B., Kontominas, M.G. (1998). Effect of microwave heating on the migration of dioctyladipate and acetyltributylcitrate plasticizers from food-grade PVC and PVDC/PVC films into ground meat. *Developments in Food Science*. E. T. Contis, C. T. Ho, C. J. Mussinan et al., Elsevier. **40**: 759-765.
- Bhunia, K., Sablani, S.S., Tang, J., Rasco, B., 2013. Migration of Chemical Compounds from Packaging Polymers during Microwave, Conventional Heat Treatment, and Storage. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 12, 523-545. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12028>.
- Biedermann, M., Fiselier, K., Grob, K., 2008. Testing migration from the PVC gaskets in metal closures into oily foods. *Trends in Food Science & Technology*. 19, 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.08.008>.
- Bioplastics, E. (2020) "Market update 2020: Bioplastics continue to become mainstream as the global bioplastics market is set to grow by 36 percent over the next 5 years."
- Corbin, T., 2020. Just Eat and Notpla develop takeaway sector's first seaweed-lined box. *Packaging News*. <https://www.packagingnews.co.uk/news/environment/biodegradable-compostable/just-eatnotpla-develop-takeaway-sectors-first-seaweed-lined-box-25-02-2020>.
- Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J.I., Irigoien, X., Ubeda, B., Hernández-León, S., Palma, A.T., Navarro, S., García-de-Lomas, J., Ruiz, A., Fernández-de-Puelles, M.L., Duarte, C.M.,

2014. Plastic debris in the open ocean. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 111, 10239-10244. 10.1073/pnas.1314705111.
- EC, 2011. Commission implementing regulation (EU) No 1282/2011 of 28 November 2011 amending and correcting commission regulation (EU) No 10/2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food. *Off J Eur Commun.* L328, 22–29.
- Eriksen, M., Lebreton, L.C., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G., Reisser, J., 2014. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS One.* 9, e111913. 10.1371/journal.pone.0111913.
- Exama, A., Arul, J., Lencki, R.W., Lee, L.Z., Toupin, C., 1993. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Journal of Food Science* 58 (6): 1365-1370. Sótt á: [\(PDF\) Suitability of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables \(researchgate.net\)](#)
- Fankhauser-Noti, A., Grob, K., 2006. Migration of plasticizers from PVC gaskets of lids for glass jars into oily foods: Amount of gasket material in food contact, proportion of plasticizer migrating into food and compliance testing by simulation. *Trends in Food Science & Technology.* 17, 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.10.013>.
- Fasano, E., Bono-Blay, F., Cirillo, T., Montuori, P., Lacorte, S., 2012. Migration of phthalates, alkylphenols, bisphenol A and di(2-ethylhexyl)adipate from food packaging. *Food Control.* 27, 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.005>.
- Frugtrådet, 1994. Frug tog grönsaker. Handbok 2. Stockholm. Sverige.
- Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L., 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances.* 3, e1700782. doi:10.1126/sciadv.1700782.
- Goulas, A.E., Zygoura, P., Karatapanis, A., Georgantelis, D., Kontominas, M.G., 2007. Migration of di(2-ethylhexyl) adipate and acetyltributyl citrate plasticizers from food-grade PVC film into sweetened sesame paste (halawa tehineh): Kinetic and penetration study. *Food and Chemical Toxicology.* 45, 585-591. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.10.003>.
- Hahladakis, J.N., Velis, C.A., Weber, R., Iacovidou, E., Purnell, P., 2018. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *J Hazard Mater.* 344, 179-199. 10.1016/j.jhazmat.2017.10.014.
- Hollustuvernd ríkisins og heilbrigðiseftirlit sveitarfélaga, 2002. Vinnuhandbók fyrir örverurannsóknir á matvælum og neyslumatni.

- Irwin, A., 2018. How to Solve a Problem Like Plastics. *New Scientist*. 238, 25-31.
[https://doi.org/10.1016/S0262-4079\(18\)30884-4](https://doi.org/10.1016/S0262-4079(18)30884-4).
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 347, 768-771.
 doi:10.1126/science.1260352.
- Jang, M., Shim, W.J., Han, G.M., Rani, M., Song, Y.K., Hong, S.H., 2016. Styrofoam Debris as a Source of Hazardous Additives for Marine Organisms. *Environmental Science & Technology*. 50, 4951-4960. 10.1021/acs.est.5b05485.
- Jang, M., Shim, W.J., Han, G.M., Rani, M., Song, Y.K., Hong, S.H., 2017. Widespread detection of a brominated flame retardant, hexabromocyclododecane, in expanded polystyrene marine debris and microplastics from South Korea and the Asia-Pacific coastal region. *Environ Pollut*. 231, 785-794. 10.1016/j.envpol.2017.08.066.
- Kitamura, S., Suzuki, T., Sanoh, S., Kohta, R., Jinno, N., Sugihara, K., Yoshihara, S.i., Fujimoto, N., Watanabe, H., Ohta, S., 2005. Comparative Study of the Endocrine-Disrupting Activity of Bisphenol A and 19 Related Compounds. *Toxicological Sciences*. 84, 249-259.
 10.1093/toxsci/kfi074.
- Koch, H.M., Calafat, A.M., 2009. Human body burdens of chemicals used in plastic manufacture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364, 2063-2078.
 doi:10.1098/rstb.2008.0208.
- Law, K.L., Thompson, R.C., 2014. Microplastics in the seas. *Science*. 345, 144-145.
 doi:10.1126/science.1254065.
- Lee, J., Choi, K., Park, J., Moon, H.B., Choi, G., Lee, J.J., Suh, E., Kim, H.J., Eun, S.H., Kim, G.H., Cho, G.J., Kim, S.K., Kim, S., Kim, S.Y., Kim, S., Eom, S., Choi, S., Kim, Y.D., Kim, S., 2018. Bisphenol A distribution in serum, urine, placenta, breast milk, and umbilical cord serum in a birth panel of mother-neonate pairs. *Sci Total Environ*. 626, 1494-1501.
 10.1016/j.scitotenv.2017.10.042.
- Lithner, D., Larsson, Å., Dave, G., 2011. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of The Total Environment*. 409, 3309-3324. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.038>.
- Lyijynen, T, T Luoma, R Ahvenainen, 2000. Self-life of some vegetables in novel, MA and active packages. *Horticulture and Post-Harvest Processing*. 251-255.
- Mangaraj, S., Goswami, T.K., Mahajan, P.V., 2009. Application of plastic films for Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: A Review. *Food Eng. Rev.* 1: 133-158. Sótt á: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12393-009-9007-3.pdf>

Markets, M.a. (2020) "Bioplastics & Biopolymers Market by Type (Non-Biodegradable/Bio-Based, Biodegradable), End-Use Industry (Packaging, Consumer Goods, Automotive & Transportation, Textiles, Agriculture & Horticulture), Region - Global Forecast to 2025."

Mercantila Publishers, 1989. Guide to food transport. Fruit and vegetables. USA. ISBN 87 89010 98 1.

Olsen, C.H., Augestad, M., Helland, I. Moldestad, B.MpE., Eikeland, M.S., 2020. Diffusion of CO₂ through polymer membranes. WIT Transactions on Ecology and the Environment. 245. doi:10.2495/EID200201. [\(PDF\) DIFFUSION OF CO 2 THROUGH POLYMER MEMBRANES \(researchgate.net\)](#)

Ólafur Reykdal, Didar Farid Kareem, Kolbrún Sveinsdóttir, Aðalheiður Ólafsdóttir, Guðjón Þorkelsson, 2022. Bætt gæði, geymsluþol og minni soun í virðisdeðju íslensks grænmetis. Skýrsla Matis 13-22. ISSN 1670-7192. <https://matis.is/skyrsla/baett-gaedi-geymsluthol-og-minni-soun-i-virdiskedju-islensks-graenmetis/>

Paine, F.A., Paine, H.Y., 1992. A handbook of food packaging. 2nd edition, The Institute of Packaging. Springer-Science+Business Media, B.V. ISBN 978-1-4615-2810-4 (eBook).

Pivonello, C., Muscogiuri, G., Nardone, A., Garifalos, F., Provisiero, D.P., Verde, N., de Angelis, C., Conforti, A., Piscopo, M., Auriemma, R.S., Colao, A., Pivonello, R., 2020. Bisphenol A: an emerging threat to female fertility. Reproductive Biology and Endocrinology. 18, 22. 10.1186/s12958-019-0558-8.

Postharvest Center, University of California, n.d. Produce fact sheets. Retrieved 9.12.2022 from [Produce Fact Sheets - UC Postharvest Technology Center \(ucdavis.edu\)](#)

Reid, M.S, M. Serek, 1999. Guide to food transport. Controlled atmosphere. Mercantila Publishers. Copenhagen Denmark. ISBN 87 890 1096-5.

Shah, A.A., Hasan, F., Hameed, A., Ahmed, S., 2008. Biological degradation of plastics: A comprehensive review. Biotechnology Advances. 26, 246-265. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.12.005>.

Siracusa, V., 2012. Food Packaging Permeability Behaviour. A Report. Review Article. International Journal of Polymer Science. doi:10.1155/2012/302029.

Sobhani, Z., Lei, Y., Tang, Y., Wu, L., Zhang, X., Naidu, R., Megharaj, M., Fang, C., 2020. Microplastics generated when opening plastic packaging. Scientific Reports. 10, 4841. 10.1038/s41598-020-61146-4.

Valur Norðri Gunnlaugsson, 2001. Könnun á rýrnun grænmetis við geymslu við mismunandi

aðstæður. Matra, Iðntæknistofnun. Óbirtar niðurstöður.

Valur Norðri Gunnlaugsson og Ásbjörn Jónsson (2001). Geymsla og þökkun grænmetis. Staða þekkingar. Matvælarannsóknir Keldnaholti. Rit MATRA 01-25.

Valur Norðri Gunnlaugsson, Ólafur Reykdal og Guðrún Hallgrímsdóttir, 2003. Meðferð grænmetis og ávaxta. Kennslubók. 92 bls. Iðntæknistofnun og Samtök verslunar og þjónustu.

Wei, D.Y., Wang, M.L., Guo, Z.Y., Wang, S., Li, H.L., Zhang, H.N., Gai, P.P., 2009. GC/MS Method for the Determination of Adipate Plasticizers in Ham Sausage and Its Application to Kinetic and Penetration Studies. Journal of Food Science. 74, C392-C398.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01183.x>.

Viðauki 1 – Birgjar fyrir matvælaumbúðir

Samhentir umbúðalausnir (<http://www.samhentir.is/>). Boðið er upp á heildarlausnir fyrir pökkun matvæla ásamt vélum og pökkunarefnum. Sjá vörulista. Samhentir eru í samvinnu við Tri-Pack Plastics, Vest Pack og Vörumerkingu. Samhentir reka sérstaka garðyrkjudeild.

Multivac A/S, [MULTIVAC - More than 60 years of packaging competence](http://www.multivac.com), útibú á Íslandi ([MULTIVAC International](http://www.multivac.com)).

Nokk (<http://www.nokk.is/>) selja umbúðir í færri einingum en flestir aðrir birgjar.

PMT, plast, miðar og tæki (<https://pmt.is/>)

Saltkaup, Saltkaup Nordic (<https://www.saltkaup.is/product-category/umbudir/>) selur margar tegundir umbúða og ílát í margvíslegum stærðum.

Sigurplast (<http://sigurplast.is/voruflokkur/>) framleiðir flöskur og dósir.

Viðauki 2 – Enskur – íslenskur orðalisti

Enskt heiti	Íslenskt heiti
Active modified atmosphere packaging	Gaspökkun, virk loftskipt pökkun
Active packaging	Virk pökkun
Anaerobic respiration	Loftfirrð öndun, gerjun
Bioplastics	Lífplast
Chilling injury	Kæliskemmdir
Controlled atmosphere packaging	Stýrð loftskipt pökkun
Controlled atmosphere storage	Stýrð loftskipt geymsla
Equilibrium modified atmosphere	Jafnvægisloftskipti
Food additive	Aukefni
Leak indicator	Lekavísir
Microplastics	Örplast
Migration	Flæði
Migration	Flæði
Minimal processing	Lágmarksvinnsla
Modified atmosphere packaging	Loftskipt pökkun
Modified humidity packaging	Rakatempruð pökkun
Passively modified atmosphere packaging	Náttúruleg loftskipt pökkun
Permeability	Gegndræpi
Permeation	Gegnumstreymi
Plastic additive	Aukaefni í plasti
Polymer	Fjöllíða
Relative humidity	Rekjuhlutfall
Sorption	Innleysing
Vacuum packaging	Lofttæmipökkun, vakúmpökkun

Viðauki 3 – Kjörgeymsluskilyrði fyrir grænmeti, ávexti og krydd

Töflurnar í þessum viðauka voru upphaflega unnar af Vali Norðra Gunnlaugssyni í verkefnavinnu hjá Matra á Iðntæknistofnun. Þær hafa verið yfirfarnar og eru byggðar á fjórum heimildum (Reid & Serek 1999; Mercantila Publishers 1989; Frugtrádet 1994; Postharvest Center, University of California). Sjá einnig Valur N. Gunnlaugsson og Ásbjörn Jónsson (2001). Athugið að kjörgeymsluskilyrði eru háð þroska og aðstæðum í geymslum. Því er ekki fullkomið samræmi milli heimilda varðandi kjörgeymsluskilyrði.

Viðaukatala 3-1 – Kjörgeymsluskilyrði: Hitastig og rakastig

Tegund	Enskt heiti	Latneskt heiti	Kjörgeymsluhitastig	Lágmarksrakastig
Ananas	Pineapple	<i>Ananas comosus</i>	7-13°C	85%
Appelsína	Orange	<i>Citrus sinensis</i>	0-8°C	90%
Apríkósa	Apricot	<i>Prunus armeniasa</i>	10-12°C	90%
Banani	Banana	<i>Musa x paradisiaca</i>	14-15°C	90%
Basilika	Basilicum	<i>Ocimum basilicum</i>	10°C	90%
Blaðkál	Pak-soy	<i>Brassica chinensis</i>	0-4°C	90%
Blaðlaukur	Leeks	<i>Allum porrum</i>	0-2°C	95%
Blaðsalat			0-2°C	95%
Blómkál	Cauliflower	<i>Brassica oleracea var. Botrytis</i>	0-2°C	90%
Blöðrukál	Savoy cabbage	<i>Brassica oleracea var. Sabauda</i>	0-2°C	90%
Chilli	Chilli	<i>Capsicum annuum var. Longum</i>	8-12°C	90%
Daðla	Date	<i>Phoenix dactyfera</i>	0-2°C	90%
Dill	Dill	<i>Anethum graveolens</i>	0-2°C	95%
Eggaldin	Eggplant/aubergine	<i>Solanum melanogena</i>	8-10°C	90%
Eikarlauf		<i>Lactuca sativa var. Crispa</i>	0-2°C	95%
Engifer	Ginger	<i>Zingiber officinale</i>	13°C	65%
Epli	Apple	<i>Malus x domestica</i>	0-4°C	90%
Fenníka	Fennel	<i>Foeniculum vulgare</i>	0-2°C	90%
Ferskja	Peach	<i>Prunus persica</i>	0-2°C	90%
Fíkja	Fig	<i>Ficus carica</i>	0-4°C	85%
Garðablóðberg (timian)	Thyme	<i>Thimus vulgaris</i>	0°C	90%
Garðbaunir	Beans	<i>Phaseolus vulgaris</i>	4-8°C	90%
Granatepli	Pomegranate	<i>Punica granatum</i>	8-10°C	90%
Grasker	Pumkin	<i>Curbita maxima</i>	12-15°C	50%
Graslaukur	Chives	<i>Allum schoenoprasum</i>	0-1°C	95%
Greipaldin	Grapefruit	<i>Citrus paradisi</i>	10-15°C	85%
Grænkál	Kale	<i>Brassica oleracea var. Acephala</i>	0-2°C	95%
Gulrófa	Swede, rutabaga	<i>Brassica napus var. Napobrassica</i>	0-2°C	95%
Gulrót	Carrots	<i>Daucus carota</i>	0-2°C	95%
Gúrka	Cucumber	<i>Cucumis sativus</i>	12°C	95%
Háraber	Rambutan	<i>Nepheleum lappaceum</i>	12-14°C	90%
Hestabaunir	Horse bean, faba	<i>Vicia faba</i>	0°C	90%

Tegund	Enskt heiti	Latneskt heiti	Kjörgeymsluhitastig	Lágmarks rakastig
Hnúðkál	Kohlrabi	<i>Brassica oleracea var. Gongylodes</i>	0°C	98%
Hnúðsilla (sellerírót)	Celeriac	<i>Apium graveolens var. Rapaceum</i>	0°C	98%
Hreðka (radísa)	Radish	<i>Raphanus sativus</i>	0-2°C	95%
Hunangsmelóna	Honeydew melon	<i>Cucumis melo var. Melitensis</i>	8-10°C	90%
Hvítkál	White cabbage	<i>Brassica oleracea var. Alba</i>	0-2°C	90%
Hvítlaukur	Garlic	<i>Allum sativum</i>	0-6°C	65%
Höfuðsalat	Lettuce	<i>Lactuca sativa var. Capitata</i>	0-2°C	90%
Íssalat, jöklasalat	Iceberg	<i>Lactuca sativa var. Capitata</i>	0-2°C	90%
Jam	Yam	<i>Dioscorea ssp.</i>	15°C	70%
Jarðarber	Strawberries	<i>Fragaria ananassa</i>	2-8°C	90%
Jólasalat	Endive, chicory	<i>Cichorium intybus</i>	0-2°C	95%
Kakíaldin	Persimmon	<i>Diospyros kaki</i>	8-10°C	90%
Kantalúpmelóna	Cantaloupes	<i>Cucumis melo var. Cantalupa</i>	2-5°C	95%
Kantarella	Chanterelle	<i>Cantharellus sp.</i>	0-1°C	85%
Karsí	Cress	<i>Lepidium sativum</i>	0-2°C	95%
Kartafla	Potato	<i>Solanum tuberosum</i>	0-4°C	95%
Kirsuber	Cherries	<i>Prunus avium/P. Cerasus</i>	8-10°C	90%
Kínakál	Chinese cabbage	<i>Brassica pakinensis</i>	0-2°C	95%
Kíví	Kiwi	<i>Actinidia chinensis</i>	1-2°C	90%
Kúrbítur	Squash, zucchini	<i>Cucurbita pepo</i>	12-14°C	90%
Lárpera (avókadó)	Avocado	<i>Persea americana</i>	10-15°C	90%
Litkaaldin	Lychee	<i>Litchie chinensis</i>	4-8°C	90%
Lollo Rosso salat	Lollo Rosso		0-2°C	95%
Mandarína	Mandarins	<i>Citrus reticulata</i>	6-8°C	85%
Mangóáväxtur	Mango	<i>Mangifera indica</i>	8-15°C	90%
Laukur, matlaukur	Onion	<i>Allum cepa</i>	0-2°C	65%
Nektarína	Nectarine	<i>Prunus persica var. Nucipersica</i>	0-2°C	90%
Netmelóna		<i>Cucumis melo var. Reticulatus</i>	2-5°C	95%
Næpa	Turnip	<i>B. Rapa</i>	0-2°C	95%
Paprika	Sweet (bell) peppers	<i>Capsicum annuum</i>	7-12°C	90%
Passíualdin/ástríðuáväxtur	Passion fruit	<i>Passiflora edulis</i>	12-15°C	90%
Pera	Pear	<i>Pyrus communis</i>	1-2°C	95%
Píparrót	Horse radish	<i>Armoracia rusticana</i>	0°C	98%
Plóma	Plum	<i>Prunus domestica</i>	5-8°C	90%
Rabarbari	Rhubarb	<i>Rheum rhabarbarum</i>	4-6°C	90%
Rauðkál	Red cabbage	<i>Brassica oleracea var. Capitata f. Rubra</i>	0-2°C	95%
Rauðrófa	Beetroot	<i>Beta vulgaris</i>	2-4°C	90%
Rómverskt salat		<i>Lactuca sativa var. Longifolia</i>	0-2°C	95%
Rósakál	Brussels sprouts	<i>Brassica oleracea var. Gemmifera</i>	0-2°C	95%
Salatffíll	Endive	<i>Cichorium endivia</i>	0-2°C	95%
Salatlaukur	Spring onions	<i>Allum cepa</i>	0°C	95%
Salvía	Sage	<i>Salvia officinalis</i>	0°C	90%
Seljurót	Celeriac	<i>Apium graveolens</i>	0°C	98%
Síkoría (rauðsalat)	Witloof chicory	<i>Cichorium intybus</i>	0-2°C	95%
Sítróna	Lemon	<i>Citrus limon</i>	12-14°C	90%
Sjörnualdin	Carambola, starfruit	<i>Averrhoa carambola</i>	8-10°C	85%
Skalottlaukur	Shallots	<i>Allium cepa var. Ascalonicum</i>	0-2°C	65%
Spergilkál	Broccoli	<i>Brassica oleracea var. Italica</i>	0-2°C	95%
Spergill	Asparagus	<i>Asparagus officinalis</i>	7-10°C	95%

Tegund	Enskt heiti	Latneskt heiti	Kjörgeymslu- hitastig	Lágmarks rakastig
Spínat	Spinach	<i>Spinacia oleracea</i>	0-2°C	95%
Steinselja	Parsley	<i>Petroselinum crispum</i>	0-2°C	95%
Stilksilla (stilksellerí)	Celery stalks	<i>Apium graveolens var. Dulce</i>	0-2°C	95%
Súraldin (læm)	Lime	<i>Citrus aurantifolia</i>	10-12°C	90%
Svartrót	Salsify, vegetable oyster	<i>T. porrifolius</i>	0°C	95%
Sveppir	Mushrooms	<i>Agaricus campestris</i>	0-2°C	90%
Sykurertur	Mangetout	<i>Pisum sativum</i>	2-4°C	95%
Sykurmaís (maís)	Sweetcorn	<i>Zea mays</i>	0-2°C	90%
Sætkartöflur/Sætuhnúður	Sweet potato	<i>Ipomoea batatas</i>	4-6°C	85%
Toppkál	Early cabbage	<i>Brassica oleracea var. Capitata</i>	0-2°C	95%
Tómatur	Tomato	<i>Lycopersicon esculentum</i>	10-12°C	90%
Vatnsmelóna	Watermelon	<i>Citrullus lanatus</i>	8-10°C	90%
Vínber	Grapes	<i>Vitis vinifera</i>	0-2°C	90%
Vorsalat		<i>Valerianella locusta</i>	0-2°C	95%
Ætipistill	Globe artichoke	<i>Cynara scolymus</i>	6-8°C	90%

Viðaukatafla 3-2 – Geymsluþol, kælisKemmdir og etýlen

Geymsluþol í þessari viðaukatöflu er miðað við kjörgeymsluskiyrði. Sjá viðaukatöflu 3-1.

Etýlen – Viðkvæmt: Táknað að viðkomandi tegund hætti til skemmast vegna etýlens í umhverfinu.

Etýlen – Framleiðsla: Táknað etýlenframleiðslu viðkomandi tegundar.

Úðist með vatni: Upplýsingar um það hvort úðun sé gagnleg til að varðveita gæði, sérstaklega í verslunum.

Tegund	Geymsluþol	Hætta á kælisKem.	Etýlen		Úðist með vatni
			Viðkvæmt	Framleiðsla	
Ananas	2-4 vikur	8°C	Lítill	Meðal	Nei
Appelsína	nokkrar vikur	0°C	Lítill	Meðal	Örlítið
Apríkósa	1-3 vikur	8°C	Lítill	Mikil	Nei
Banani	1-4 vikur	12°C	Mikil	Mikil	Nei
Basilika	7 dagar				
Blaðkál		(-1,5°C)	Mikil	Lítill	Já
Blaðlaukur	2 mánuðir	(-2°C)	Mikil	Lítill	Já
Blaðsalat		0°C	Mikil	Lítill	Já
Blómkál	3-4 vikur	(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Blöðrukál		(-1,5°C)	Mikil	Lítill	Já
Chilli	2-3 vikur	5°C	Lítill	Lítill	Örlítið
Daðla	6-12 mánuðir		Lítill	Lítill	Nei
Dill	1-2 vikur	0°C	Mikil	Lítill	Já
Eggaldin	1-2 vikur	5°C	Mikil	Lítill	Já
Eikarlauf		0°C	Mikil	Lítill	Já
Engifer	6 mánuðir		Lítill	Lítill	
Epli		0°C	Meðal	Mjög mikil	Já
Fenníka	2-3 vikur	(-1°C)	Meðal	Lítill	Já
Ferskja	2-4 vikur	0°C	Meðal	Meðal	Nei
Fíkja	7-10 dagar	0°C	Lítill	Lítill	Nei
Garðablóðberg (timian)	2-3 vikur				
Garðbaunir	7-10 dagar	0°C	Meðal	Mikil	Já
Granatepli	2-3 mánuðir	5°C	Lítill	Meðal	Nei
Grasker	2-3 mánuðir		Meðal	Lítill	
Graslaukur	2-3 vikur	(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Greipaldin	6-8 vikur	8°C	Lítill	Meðal	Nei
Grænkál		(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Gulrófa	4-6 mánuðir	(-1°C)	Lítill	Lítill	Já
Gulrót	6-8 mánuði	0°C	Mikil	Lítill	Nei
Gúrka	10-14 daga	11°C	Mikil	Lítill	Nei
Hárabær		10°C	Lítill	Meðal	Nei
Hestabaunir	1-2 vikur				
Hnúðkál	2-3 mánuðir		Lítill	Lítill	
Hnúðsilla (sellerírót)	6-8 mánuði		Lítill	Lítill	
Hreðka (radísa)	1-2 mánuðir	(-1°C)	Meðal	Lítill	Já
Hunangsmelóna	3-4 vikur	5°C	Lítill	Meðal	Nei
Hvítkál	5-6 mánuðir	(-1,5°C)	Mikil	Lítill	Já

Tegund	Geymsluþol	Hætta á kælisk.	Etýlen		Úðist með vatni
			Viðkvæmt	Framleiðsla	
Hvítlaukur	6-7 mánuðir	(-1°C)	Lítill	Lítill	Nei
Höfuðsalat	2-3 vikur	(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Íssalat, jöklasalat		(-1,5°C)	Mikil	Lítill	Já
Jam	2-7 mánuðir		Lítill	Lítill	
Jarðarber	7-10 dagar	0°C	Meðal	Lítill	Nei
Jólasalat	2-4 vikur	0°C	Mikil	Lítill	Örlítið
Kakíaldin	1-3 mánuðir	8°C	Lítill	Lítill	Nei
Kantalúpmelóna	2-3 vikur		Meðal	Mikil	
Kantarella					
Karsi		(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Kartafla	5-10 mánuðir	4°C	Lítill	Lítill	Nei
Kirsuber	1-3 vikur	5°C	Lítill	Lítill	Já
Kínakál	2-3 mánuðir	(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Kíví	3-5 mánuðir	0°C	Mikil	Meðal	Nei
Kúrbítur	1-2 vikur	11°C	Lítill	Lítill	Já
Lárpera (avókadó)	2-8 vikur	5°C	Mikil	Mikil	Nei
Litkaaldin		10°C	Lítill	Meðal	Nei
Lollo Rosso salat		0°C	Mikil	Lítill	Já
Mandarína	2-4 vikur	5°C	Lítill	Meðal	Örlítið
Mangóávöxtur		5°C	Meðal	Meðal	Nei
Laukur, matlaukur	1-8 mánuðir	1°C	Lítill	Lítill	Nei
Nektarína	1-2 vikur	0°C	Mikil	Mikil	Nei
Netmelóna	2-3 vikur		Meðal	Mikil	
Næpa	4-5 mánuðir		Lítill	Lítill	
Paprika	2-3 vikur	8°C	Lítill	Lítill	Nei
Passíualdin/ástríðuávöxtur	3-4 vikur	10°C	Meðal	Mjög mikil	Nei
Pera	(2-7 mánuðir)	0°C	Mikil	Mikil	Já
Piparrót	10-12 mánuðir		Lítill	Lítill	
Plóma	2-5 vikur	0°C	Meðal	Meðal	Nei
Rabarbari	2-4 vikur	0°C	Lítill	Lítill	Já
Rauðkál		(-1°C)	Meðal	Lítill	Já
Rauðrófa	4 mánuðir	0°C	Lítill	Lítill	Örlítið
Rómverskt salat		0°C	Mikil	Lítill	Já
Rósakál	3-5 vikur	0°C	Mikil	Lítill	Já
Salatffíll	2-4 vikur	0°C	Mikil	Lítill	Já
Salatlaukur	3 vikur		Mikil	Lítill	Já
Salvía	2.3 vikur				
Seljurót			Lítill	Lítill	
Síkoría (rauðsalat)	2-4 vikur	0°C	Mikil	Lítill	Já
Sítróna	1-6 mánuðir	10°C	Lítill	Meðal	Já
Sjörnualdin	3-4 vikur	5°C	Lítill	Meðal	Örlítið
Skalottlaukur			Lítill	Lítill	Nei
Spergilkál	10-14 dagar	(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Spergill	2-3 vikur	5°C	Meðal	Lítill	Já
Spínat	10-14 dagar	0°C	Mikil	Lítill	Já
Steinselja	1-2 mánuðir	(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Stilksilla (stilkcellerí)	1-2 mánuðir	(-1°C)	Mikil	Lítill	Já
Súraldin (læm)	6-8 vikur	10°C	Meðal	Mikil	Nei
Svartrót	2-4 mánuðir		Lítill	Lítill	

Tegund	Geymsluþol	Hætta á kælisk.	Etýlen		Úðist með vatni
			Viðkvæmt	Framleiðsla	
Sveppir	Nokkrir dagar	(-0,9°C)	Meðal	Lítið	Nei
Sykurertur		0°C	Meðal	Lítill	Já
Sykurmaís (maís)		0°C	Lítill	Lítill	Já
Sætkartöflur/Sætuhnúður		4°C	Lítill	Lítill	Nei
Toppkál	3-6 vikur	(-1,5°C)	Mikil	Lítill	Já
Tómatur	1-3 vikur	8°C	Meðal	Mikil	Nei
Vatnsmelóna	2-3 vikur	8°C	Lítill	Lítill	Nei
Vínber	2-8 vikur	0°C	Lítill	Lítill	Nei
Vorsalat		0°C	Mikil	Lítill	Já
Ætipistill	2-3 vikur	4°C	Lítill	Lítill	Nei