



Vraag en antwoord over verpakkingen in relatie tot houdbaarheid en duurzaamheid

Dr. E.U. (Ulphard) Thoden van Velzen; Ir. F.I.D.G. (Fátima) Pereira da Silva;
Ir. M.J.M. (Maxence) Paillart; Ir. V.M. (Victor) Immink; Dr. H.E.J. (Hilke) Bos-Brouwers



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Vraag en antwoord over verpakkingen in relatie tot houdbaarheid en duurzaamheid

Auteurs: Dr. E.U. (Ulphard) Thoden van Velzen; Ir. F.I.D.G. (Fátima) Pereira da Silva;
Ir. M.J.M. (Maxence) Paillart; Ir. V.M. (Victor) Immink; Dr. H.E.J. (Hilke) Bos-Brouwers
Editor: MSc S. (Bas) Hetterscheid

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Food & Biobased Research in opdracht van TKI Topsector Agri & Food, en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Vakcentrum, in het kader van PPS Houdbaarheid Begrepen (projectnummer AF-15291).

Wageningen Food & Biobased Research
Wageningen, 31 maart 2020

Openbaar

Rapport 2045

<https://doi.org/10.18174/521191>

Versie: definitief

Projectnummer: TKI-AF-15291 - 6239117700

Reviewer: Dr. A.M (Anke) Janssen

Goedgekeurd door: Dr. N.J.J.P. (Nicole) Koenderink

Opdrachtgevers: TKI Topsector Agri & Food en Vakcentrum

Financiers: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Vakcentrum

Dit rapport is gratis te downloaden op / of op www.wur.nl/wfbr (onder publicaties).

© 2020 Wageningen Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research.

Postbus 17, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 00 84, E info.wfbr@wur.nl, www.wur.nl/wfbr.
Wageningen Food & Biobased Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

Inhoud

Inhoud	3
Woord vooraf	4
Samenvatting	5
Introductie	7
1 Wat houden de verschillende soorten kunststof verpakkingsmaterialen (biobased, PE, PET, PVC, etc.) in en wat is een duurzame keuze?	11
2 Wat is de relatie tussen verpakkingsmateriaal en de houdbaarheid van producten?	12
3 Welke verpakking is het meest geschikt voor levensmiddelen die ik in mijn winkel (her)verpak?	13
3.1 Noten	14
3.2 Gesneden fruit, fruitsalades en aangemaakte rauwkost	14
3.3 Kaas	15
3.4 Vleeswaren	15
3.5 Vers vlees	16
3.6 Brood en belegd brood	17
3.7 Verse maaltijden	17
3.8 Tapas	18
4 Is de kaas die ik in mijn winkel snijd langer houdbaar in papier of in plastic? Wat zijn de effecten van het verpakkingsmateriaal op het product?	19
5 Welke impact heeft verpakkingsmateriaal op het milieu?	20
6 Is er voor plastic trays, zakjes en folies een geschikt alternatief met een lagere milieu-impact en dezelfde kenmerken ten aanzien van de bescherming van het product?	21
7 Wat is het effect van vacumeren op de houdbaarheid van producten?	22
8 Hoe herken ik de duurzamere keuze bij mijn leverancier van verpakkingsmateriaal?	23
9 Hoe kan ik mijn (lokale) leverancier informeren over geschikt verpakkingsmateriaal voor voorverpakte producten die ik in mijn winkel verkoop?	24
10 Hoe kan ik mijn klanten informeren over noodzakelijke en niet-noodzakelijke verpakkingen van producten?	25
11 Discussie	26
12 Achtergrondinformatie	28
12.1 Vraag 1: Aanvullende informatie	28
12.2 Vraag 3: Aanvullende informatie	29
12.3 Vraag 5: Aanvullende informatie	32
12.4 Vraag 6: Aanvullende informatie	34
13 Literatuurlijst	37

Woord vooraf

Als inleiding op dit rapport is het Vakcentrum gevraagd om een woord vooraf te schrijven, om het vraag- en antwoord document vanuit hun context toe te lichten. Dit woord vooraf is geen onderdeel van het wetenschappelijke gedeelte van het rapport.

Woord vooraf door het Vakcentrum:

Het Vakcentrum is de brancheorganisatie van zelfstandige detaillisten in food, non-food, fast moving consumer goods en franchisenemers. De missie van het Vakcentrum is om MKB-winkeliers en franchisenemers te verbinden, vertegenwoordigen en mobiliseren om hun ondernemerschap, zelfstandigheid en verdienkracht te borgen en daarmee de leefbaarheid van de samenleving te vergroten. Het Super Supermarkt Keurmerk (SSK) is in 2012 ontwikkeld door Vakcentrum in samenwerking met kennisinstituut TNO. Met het SSK Keurmerk ondersteunt en stimuleert Vakcentrum haar supermarktleiden bij het invulling geven aan maatschappelijk verantwoord ondernemen. Het SSK keurmerk staat voor lokaal en maatschappelijk betrokken ondernemerschap.

Het tegengaan van voedselverspilling is een belangrijk thema voor ondernemers die zijn aangesloten bij het Vakcentrum. Het reduceren van voedselverspilling is het hoogst geprioriteerde verduurzamingsdoel voor ondernemers uit de foodsector, zo blijkt uit het Vakcentrum ledenonderzoek duurzaamheid uit 2018. Inzet om verspilling te verminderen komt ook terug binnen de criteria van het SSK keurmerk. Om ondernemers te ondersteunen bij het verminderen van voedselverspilling, initiëren het Vakcentrum en de Stichting SSK diverse activiteiten. Zo is een convenant afgesloten met de Vereniging Voedselbanken Nederland om het doneren van producten te vergemakkelijken, worden winkelacties rondom bewustwording georganiseerd en is het Vakcentrum aangesloten bij relevante netwerken, waaronder het Europese Retailers' Environmental Action Programme (REAP), de Alliantie Verduurzaming Voedsel en MVO Nederland.

Daarnaast is Vakcentrum partner in het publiek-private project 'PPS Houdbaarheid Begrepen'. Doelstelling van dit project is het terugdringen van houdbaarheidsdatum gerelateerde derving op de winkelvloer en verspilling door de consument in de thuisomgeving. Samen met Wageningen University & Research zijn projecten vormgegeven waarmee deze doelstelling wordt bereikt. Eén van deze projecten is de ontwikkeling van een 'Vraag- en Antwoord' rapport over de relatie tussen verpakkingen en houdbaarheid, gezien vanuit het perspectief van de zelfstandig ondernemer in food. Met dit rapport kunnen het Vakcentrum en haar leden gebruik maken van de meest recente informatie over dit onderwerp, ter inspiratie voor het verminderen van voedselverspilling op de winkelvloer, en het informeren van hun klanten ten aanzien van keuzes rondom verpakkingen en verpakkingsmaterialen.

Carline de Jong, Vakcentrum

Samenvatting

Verpakkingen zijn onlosmakelijk verbonden met ons voedsel: vanaf oogst tot aan het bereiden van maaltijden in huis spelen verpakkingen een rol bij het vervoeren, beschermen, portioneren, behouden van kwaliteit, verlengen van houdbaarheid en informeren van de keten en consument. Verpakkingen spelen daarom ook een rol bij het reduceren en voorkomen van voedselverspilling.

De doelstelling van de Publiek Private Samenwerking (PPS) Houdbaarheid Begrepen is het terugdringen van met de houdbaarheidsdatum gerelateerde derving op de winkelvloer en verspilling door de consument in de thuisomgeving. Dit project (zie colofon) draagt bij aan het ontwikkelen van effectieve interventies in de interactie tussen levensmiddelenetailist en consumenten. Vakcentrum is een van de partners binnen de PPS en heeft een onderzoeksvraag ingebracht om de relatie tussen verpakkingen, houdbaarheid en duurzaamheid uit te leggen op basis van wetenschappelijke informatie en recente ontwikkelingen in de praktijk. Om deze relatie uit te leggen is een opzet van vraag-en-antwoord gekozen, waarbij de vragen door (de leden van) Vakcentrum zijn geformuleerd. De vragen omvatten verschillende elementen en gaan in op de verschillende soorten kunststof verpakkingsmateriaal die gebruikt worden, hoe verpakkingen de houdbaarheid van producten (kunnen) beïnvloeden, welke verpakkingsvorm het meest geschikt is voor verschillende soorten levensmiddelen, wat de impact van verschillende verpakkingsmaterialen is op het milieu, welke alternatieven er zijn voor kunststof verpakkingsmateriaal, waarop duurzame keuzes voor verpakkingen gebaseerd kunnen worden, en hoe er met zowel leveranciers als consumenten gecommuniceerd kan worden over nut en noodzaak van verpakkingen.

Veel antwoorden hangen af van het specifieke product dat verpakt moet worden en welke eisen hieraan gesteld worden. Ook kunnen verschillende afwegingen gemaakt worden op basis van die verschillende eisen. Typische dilemma's die terugkomen zijn bijvoorbeeld dat een klant ervaart dat er onnodig plastic wordt toegepast bij verse groenten en fruit (denk aan de folie om komkommers of paprika's, of de voorverpakte appels), of dat een biobased kunststof folie wel beter scoort op het gebied van duurzaamheid, maar minder goed de verdamping uit het verse product kan regelen. Daarnaast kunnen ook financiële overwegingen een rol spelen. Op basis van de bijeengebrachte inzichten wijzen we op een aantal principes voor verpakkingskeuzes die binnen winkels in food gemaakt kunnen worden.

Bij het kiezen van een duurzame verpakking is het eerste advies om rekening te houden met de suggesties zoals die zijn opgesteld door het Kennisinstituut Duurzame Verpakkingen (KIDV). Op basis van de bijeengebrachte inzichten uit dit rapport, vullen wij deze aan met enkele praktische tips in tabel 1 hieronder.

Tips (KIDV)	Praktische tips
1. Stel functionaliteit van de verpakking altijd voorop	<i>Als de verpakking voedselverspilling tegengaat, is het beter om het product te verpakken. Vaak is de milieu-impact van (voortijdige) derving van de betreffende producten vele malen hoger dan die van de verpakking.</i>
2. Vermijd het gebruik van schadelijke stoffen in de verpakking	<i>Altijd voldoen aan de gestelde regelgeving op dit gebied. Daarnaast is het relevant om de toevoeging van additieven (zoals bepaalde kleurstoffen) die een negatief effect hebben op de mogelijkheid tot recycling, zo veel mogelijk te vermijden.</i>
3. Ga zuinig om met materiaal	<i>Duurzame verpakkingen hebben een zo laag mogelijk gewicht bij behoud van functionaliteit.</i>
4. Zorg voor een zuivere materiaal-stroom die goed kan worden gerecycled	<i>Indien de houdbaarheid het toelaat heeft een enkellaagse verpakking de voorkeur. Vermijd materialen met PVC, PVdC, PS, zwarte kunststoffen, PLA en niet-recyclebare laminaten.</i>

5. Gebruik waar mogelijk gerecyclede en hernieuwbare grondstoffen	<i>Diverse kunststoffen zijn goed te recyclen in het huidige systeem. Daarnaast kunnen diverse bio-gebaseerde kunststoffen toegepast worden, zoals PFEF en Bio-PP. Deze zijn overigens niet allemaal bio-afbreekbaar. Gerecycled papier heeft bij voorkeur een FSC of PEFC certificering. Gerecycled PET en bio-PET zijn duurzame keuzes voor flessen.</i>
6. Houd bij de ontwikkeling van verpakking al rekeningen met efficiënte logistiek	<i>Ontwerp de verpakking zodanig dat mogelijke productschade door transport of handling voorkomen wordt.</i>
7. Communiceer duidelijk op de verpakking hoe de consument deze kan afdanken	<i>Gebruik de weggooiwijzer op uw verpakking. Voeg recyclebare etiketten of sleeves toe indien dit de houdbaarheid (in geval van bewaaradviezen) of recyclebaarheid van het product verhoogt.</i>

Tabel 1: Overzicht tips voor duurzame verpakkingskeuze. Aangepast overgenomen van KIDV (2017)

Naast deze tips brengt dit rapport nog extra informatie in kaart voor veelvoorkomende productgroepen in de winkels in food. Bij verpakkingskeuze worden naast duurzaamheid ook afwegingen gemaakt ten aanzien van functionaliteit en bewaartermijn. Tabel 2 brengt deze in kaart voor een aantal productgroepen die veel voorkomen bij detaillisten in food. In het overzicht staan suggesties weergegeven die per product essentiële functies benoemen en welke afwegingen gemaakt kunnen worden tussen korte en langere gewenste houdbaarheid.

Product	Functie verpakking	Verpakking korte termijn	Verpakking lange termijn
Noten	Vocht-, zuurstof- en vetbarrière	Papieren zak (<7 dagen)	Aluminium-laminaat-folie stazakken (pouches)
Gesneden fruit, salades en rauwkost	Vochtbarrière en transparantie	PP-trays	Niet van toepassing
Kaas	Vocht- en zuurstofbarrière	Rekwikkelfolie Gecoat papier	Vacuüm
Kaasblokjes	Vocht- en zuurstofbarrière	PE-folie zakje / PP-trays	Niet van toepassing
Vleeswaren	Vocht, zuurstof en lichtbarrière	Gecoat papier (<8 dagen)	Klappackfolie met lage EVOH barrière
Vers vlees	Vocht, zuurstof en lichtbarrière	Gecoat papier (<2 dagen)	PP-trays met PE-rekwikkelfolie
Brood en belegd brood	Zuurstof doorlatend (warm product). Vochtbarrière (afgekoeld product)	Papier (< 1 dag)	Kunststof zak
Belegde broodjes en snacks	Zoals brood, maar potentieel met vetbarrière	Papier met coating Klemdekselbakjes	Niet van toepassing
Verse maaltijden	Bijhouden product Geschiktheid voor opwarmen Water- en vetbarrière	PP-schaal met deksel (ook voor magnetron) Aluminium schaal (ovenmaaltijden) (< 1 dag)	Beschermde atmosfeer
Tapas	Bijhouden product Vocht-, zuurstof- en vetbarrière	PP-schalen met deksel	PP-schalen met deksel

Tabel 2: Overzicht van producten, benodigde functie van verpakking en geadviseerd verpakkingsmateriaal

Dit vraag-en-antwoorddocument bevat een gestructureerd overzicht voor supermarktondernemers en detaillisten, en roept op in overleg te gaan met toeleveranciers en klanten om keuzes te onderbouwen en toe te lichten. De gegeven antwoorden in deze rapportage bevatten algemene handvatten voor supermarktondernemers en detaillisten, waarbij het mogelijk is dat op detailniveau tot een ander advies moet worden gekomen. In die gevallen kan de specifieke expertise van Wageningen Food & Biobased Research bijdragen om tot een wetenschappelijk onderbouwde keuze te komen.

Introductie

Verpakkingen zijn onlosmakelijk verbonden met ons voedsel: vanaf oogst tot aan het bereiden van maaltijden in huis spelen verpakkingen een rol bij het vervoeren, beschermen, portioneren, behouden van kwaliteit, verlengen van houdbaarheid en informeren van de keten en consument. Verpakkingen spelen daarom ook een rol bij het reduceren en voorkomen van voedselverspilling. De doelstelling van de PPS Houdbaarheid Begrepen is het terugdringen van met de houdbaarheidsdatum gerelateerde derving op de winkelvloer en verspilling door de consument in de thuisomgeving. Dit project draagt bij aan het ontwikkelen van effectieve interventies in interactie tussen de levensmiddelendetaillist en de consument. Het PPS project vindt plaats in opdracht van TKI Topsector Agri & Food en de Consortiumpartners en wordt gefinancierd door bijdragen het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en de Consortiumpartners. Vakcentrum is een van de partners binnen het Consortium en heeft als onderzoeksvraag ingebracht om de relatie tussen verpakkingen en houdbaarheid uit te leggen op basis van wetenschappelijke informatie en recente ontwikkelingen in de praktijk. Er is voor gekozen om in vraag-en-antwoordvorm in te gaan op deze relatie. Dit vraag-en-antwoorddocument is met name gericht op de doelgroep levensmiddelendetaillisten vertegenwoordigd door Vakcentrum. De vragen die zijn opgenomen in het document zijn opgesteld door vertegenwoordigers van Vakcentrum en haar leden. De antwoorden zijn uitgewerkt door verschillende experts van Wageningen Food & Biobased Research, op het gebied van verpakkingen en voedselverspilling.

De volgende vragen worden behandeld in dit document:

1. Wat houden de verschillende soorten kunststof verpakkingsmaterialen (biobased, PE, PET, PVC, etc.) in en wat is een duurzame keuze?
2. Wat is de relatie tussen verpakkingsmaterialen en de houdbaarheid van producten?
3. Welke verpakking is het meest geschikt voor levensmiddelen die ik in mijn winkel (her)verpak?
 - a. Noten
 - b. Gesneden fruit, fruitsalades en aangemaakte rauwkost
 - c. Kaas
 - d. Vleeswaren
 - e. Vers vlees
 - f. Brood en belegd brood
 - g. Verse maaltijden
 - h. Tapas
4. Is de kaas die ik in mijn winkel snijd langer houdbaar in papier of plastic? – Wat zijn de effecten van het verpakkingsmateriaal op het product?
5. Welke impact hebben verschillende verpakkingsmaterialen op het milieu?
6. Is er een geschikt alternatief voor plastic trays, zakjes en folies met een lagere milieu-impact en dezelfde eigenschappen ten aanzien van bescherming van het product?
7. Wat is het effect van vacumeren op de houdbaarheid van producten?
8. Hoe herken ik de duurzamere keuze van verpakkingsmateriaal bij mijn leverancier?
9. Hoe kan ik mijn (lokale) leverancier informeren over geschikt verpakkingsmateriaal voor voorverpakte producten die ik in mijn winkel verkoop?
10. Hoe kan ik mijn klanten informeren over noodzakelijke en niet-noodzakelijke verpakking voor producten?

Bij de uitwerking is gekozen voor een beknopte beantwoording per vraag. Voor een aantal vragen is er tevens aanvullende informatie uit de wetenschappelijke verantwoording in aparte secties opgenomen.

Voordat we overgaan tot het beantwoorden van de vragen, schetsen we eerst de achtergrond van verpakkingen in relatie tot het ontstaan en voorkomen van verspilling. Hieronder gaan we in op de functies van verpakkingen, milieueffecten en percepties over verpakkingen. De vragen zijn beantwoord met als uitgangspunt hoe keuzes ten aanzien van materiaalsoort onderbouwd kunnen worden, en welke overwegingen ten aanzien van milieu en duurzaamheid daarbij een rol kunnen spelen.

Verpakkingen dienen om levensmiddelen te omhullen, zodat zij vervoerd, verzameld, getransporteerd en gebruikt kunnen worden. Zij kunnen van verschillende materialen worden vervaardigd, zoals glas, metaal, papier/karton, aardewerk, kunststof of combinaties daarvan (denk aan drankenkartons die uit karton, polyethyleen en aluminium zijn opgebouwd). Er zijn drie soorten verpakkingsfuncties, namelijk verkoopverpakkingen (in direct contact met het product), verzamelverpakkingen (bevatten een aantal verkoopverpakkingen en dienen om deze eenheden bij elkaar te houden) en transportverpakkingen (die het verladen en vervoeren van verzamelverpakkingen mogelijk maken). Een verpakking wordt gekenmerkt door het type materiaal, inhoud en vorm. Door hun aard hebben verpakkingen een vergaande invloed op het verpakte product.

Functies van verpakkingen

Het verpakken van verse voedingsmiddelen met de juiste beschermende verpakking kan bederf verminderen en de houdbaarheid van deze producten verlengen. Echter, zij hebben door het productieproces en in hun afvalfase invloed op het milieu (gebruik van energie en grondstoffen). Verpakkingen dragen bij aan het borgen van de voedselveiligheid van levensmiddelen. Samen met andere belangrijke parameters als de aanwezige hoeveelheid micro-organismen in of op het product op het moment van verpakken en de omstandigheden van verpakken en bewaren, bepalen verpakkingen de microbiologische veiligheid van het product. Wanneer deze parameters goed op elkaar af worden gestemd kan worden voldaan aan de vereiste normen voor voedselveiligheid. De keerzijde van het gebruik van verpakkingen is echter dat componenten vanuit de verpakking naar de levensmiddelen kunnen migreren. Dit heet ook wel chemische voedselveiligheid. Er bestaat uitgebreide wetgeving om dit risico te beteugelen voor kunststof verpakkingen, voor andere materialen is de wetgeving relatief summier. Desondanks zijn er ook gezondheidsrisico's verbonden aan het gebruik van bijvoorbeeld verpakkingen van gerecycled papier en karton.

Een overzicht van de functies die een verpakking kan hebben:

- **Bijhouden** van producten: (verse) producten zijn verpakt in een bepaald verpakkingsmateriaal om een pakket aan de klant aan te kunnen bieden. Op deze manier wordt het makkelijk om het product op het schap aan te bieden en voor de klant om het te transporteren.
- **Informerend**: delen van productinformatie, zoals voedingswaarden, ingrediënten, gebruiksaanwijzing, houdbaarheidsdatum, hergebruiksinformatie, onderscheid (barcode, waarvan een aantal onderdelen volgens de levensmiddelenwetgeving moeten worden vermeld op het product via het etiket).
- **Conditioneren**: bepaalde type verpakkingen en materialen kunnen zowel een hoge als lage luchtvochtigheid bewerkstelligen, afhankelijk van het product. Een verpakking kan het oxidatieproces vertragen of stoppen. Met name relevant voor producten die gevoelig zijn voor oxidatie (bijvoorbeeld met een hoog vetgehalte). Wanneer deze producten niet of niet goed worden verpakt, kan de smaak ervan ranzig worden of er kan verkleuring van het product optreden. Ook kan een beschermende atmosfeer (gasmengsel) worden toegepast om de houdbaarheid van het product te verlengen.
- **Beschermen**: van fysieke conditie product:
 - Barrièrefunctie: beschermen van het product tegen vocht, micro-organismen / pathogenen, zuurstof, kooldioxide en UV.
 - De verpakking helpt ook om mechanische schade te voorkomen die tijdens transport of handeling kunnen optreden. Beschadiging van een vers product leidt vrijwel zeker tot een forse vermindering van de houdbaarheid ervan.

-
- **Marketing:** verpakking helpt mee in design en kleur om het gewenste marketingverhaal van de producent over te brengen (FNLI, NVG & CBL, 2017). De keuze voor bepaalde verpakkingsoorten kunnen bij de consument emoties oproepen en dus aankoopgedrag beïnvloeden.
 - **Onderscheiden:** verpakking kan ook gebruikt worden om producten van verschillende afkomst zoals biologisch versus conventionele verse fruit of groenten, te onderscheiden.

Milieueffecten van verpakkingen

Verpakkingen kennen grofweg drie levensfasen waarbij milieueffecten optreden: productie, gebruik, afvalverwerking. Tijdens deze levensfasen kunnen meerdere milieueffecten (bijvoorbeeld: broeikasgasemissies, uitputting van grondstoffen, toxische effecten en vorming van zwerfafval) relevant zijn. Bij de productie van verpakkingen worden materialen en energie gebruikt en dus dragen ze bijvoorbeeld bij aan de vorming van broeikasgasemissies en uitputting van grondstoffen. Daar staat tegenover dat ze ook de verspilling van levensmiddelen kunnen voorkomen en daarmee potentiële grotere ongewenste milieueffecten kunnen voorkomen. De laatste fase is de afdanking van de verpakking door de consument en afvalverwerking (waaronder recycling en verbranden met energierecuperatie). Verschillende milieueffecten van verpakkingen kunnen goed berekend worden omdat er een goede rekenmethode voor ontwikkeld is en ook de benodigde parameters bekend zijn, zoals de broeikasgasemissies ten gevolge van de productie van verpakkingen. Daar staat tegenover dat de uitgespaarde broeikasgasemissies door het voorkomen van voedselverspilling, vaak niet betrouwbaar kunnen worden berekend, doordat de benodigde parameters onbekend zijn. Ook kunnen milieueffecten als de bijdrage aan zwerfafval vaak nog niet worden ingeschat, omdat er nog geen breed geaccepteerde en gevalideerde berekeningsmethode bestaat. Dit betekent dat er nu een gefragmenteerd beeld kan worden geschetst van de milieueffecten van verpakkingen; een deel kunnen we goed berekenen, een deel kunnen we slechts inschatten en van een ander deel weten we nog weinig. Wel is bekend dat de broeikasgasemissies ten gevolge van de productie van verpakkingen bijna altijd gering zijn vergeleken met de broeikasgasemissies door de productie van het te verpakken product. Ook de geschatte broeikasgasemissies die worden uitgespaard doordat de verpakking voedselverspilling tegengaat, zijn in het algemeen een stuk groter dan die van de productie van de verpakkingen.

Plastic in de zee wordt wel uitgebreid onderzocht door wetenschappers, maar kan dus nog niet als een milieueffect worden berekend en vergeleken met andere milieueffecten (Agamuthu, Mehran, Norkhairah, & Norkhairiyah, 2019). Wetenschappers zien het vooral als een gevolg van falend overheidsbeleid om afvalbeheerssystemen sluitend te maken, ongewenst menselijk wegwerpgedrag en slechte wetten (in veel westerse landen zoals Engeland, Tsjechië, Estland, Duitsland, USA, etc., telt het verschepen van kunststofafval naar Azië als recycling). De wetenschappelijke reactie hierop is pleiten voor betere regelgeving, reductie van het gebruik van kunststof, waar mogelijk zwerfafval tegengaan, recycling en het gebruik van gerecyclede kunststoffen stimuleren, zoals de Ellen MacArthur Foundation in 2016 schreef in haar oproep tot een 'New Plastic Economy' (Ellen MacArthur Foundation, 2016). Kunststof verpakkingen kunnen echter niet zomaar uit onze maatschappij worden weg gereduceerd zonder dat dit grote nadelige milieueffecten veroorzaakt in de vorm van meer voedselverspilling (White & Lockyer, 2020). Toch zijn er mogelijkheden om het gebruik van kunststof verpakkingen te beperken, deze vereisen dan wel een goede logistieke inbedding en aangepast gedrag van consumenten.

Perceptie van de milieueffecten

Tegenover de rationale wetenschappelijke benadering van de milieueffecten staat de perceptie van burgers. Na de consumptie van een product resteert de verpakking. Daarmee is de verpakking voor veel burgers dan ook het zichtbare resteffect van consumptie. Burgers schatten de milieueffecten van verpakkingen stelselmatig hoger in ten opzichte van andere vormen van consumptie, zoals autorijden, warm douchen en vliegvakantiereizen dan milieukundigen dat doen. De zichtbaarheid van zwerfafval langs de weg en in de natuur versterkt de negatieve perceptie van verpakkingen, welke echter nog niet wetenschappelijk geobjectiveerd kan worden.

Vanaf ongeveer 2015 is een grotere bewustwording in de maatschappij waar te nemen ten aanzien van de negatieve (milieu-)effecten van verpakkingen, en dan met name die van kunststof ('plastic soep') (Rijksoverheid, 2020). Veel burgers vinden de verspreiding van kunststof in de natuur moreel verwerpelijk. Dit heeft geleid tot een vrij brede oproep om het gebruik van plastic verpakkingen te beperken of zelfs te stoppen. Als reactie hierop kwamen verpakkingsvrije winkels op. Deze winkels bleken geen commercieel succes en de meeste zijn ook weer verdwenen (Volkskrant, 2018).

In een reactie op de wereldwijd sterk toenemende consumptie van kunststof en de hoeveelheid plastic dat in de zee belandt, heeft de Europese Unie wetgeving voorgesteld om het gebruik van kunststof voor eenmalig gebruik te beperken, zoals rietjes en wegwerpbestek (Rijksoverheid, 2020). De beschrijving van eenmalig bruikbare kunststofartikelen in de annex van de voorlopige richtlijn (EU COM 2018/0172) is echter voor meerdere uitleg vatbaar. Letterlijk staat er dat deze ook betrekking heeft op verpakkingen voor direct eetbare levensmiddelen, waardoor dit zou kunnen betekenen dat deze richtlijn ook betrekking heeft op verpakkingen voor gangbare levensmiddelen als melk, chocolade, schepijs, sappen, kaas, tapas en tomaten. Dit lijkt op dit moment volstrekt ondenkbaar. Desalniettemin zijn de supermarkten en de toeleverende bedrijven begonnen om het gebruik van kunststof verpakkingen zoveel mogelijk te beperken. CBL heeft zichzelf als doel gesteld het gebruik van verpakkingen met 20% te verminderen (CBL, 2020). Hierbij kiezen verschillende supermarkten verschillende strategieën en leggen ze andere accenten. Daarmee lijkt de reductie van kunststof verpakkingen op het schap nu een doel op zich te zijn geworden.

In een beperkt aantal gevallen kunnen kunststof verpakkingen probleemloos worden weggelaten, denk hierbij aan dubbel verpakte zoetwaren en apart verpakte koekjes. In veel gevallen stuit het streven naar reductie van verpakkingsmateriaal op dilemma's ten aanzien van het voorkomen van verspilling of gewenste kwaliteitsaspecten van een product. Kan de kunststof verpakking wel worden weggelaten zonder dat bepaalde verpakkingsfuncties in het gedrang komen? Veroorzaakt je niet meer voedselverspilling door verpakkingen weg te laten (zie bijvoorbeeld White & Lockyer, 2020), of kan het logistieke proces zo aangepast worden dat de verspilling binnen de perken blijft? En als je overgaat naar een ander verpakkingsmateriaal, accepteren de consumenten dat wel? Of loop je dan juist meer voedselveiligheidsrisico's of neemt de emissie van broeikasgassen toe? In de tien vragen die hierna volgen, wordt op dit soort overwegingen antwoord gegeven vanuit de wetenschap en praktijk.

1 Wat houden de verschillende soorten kunststof verpakkingsmaterialen (biobased, PE, PET, PVC, etc.) in en wat is een duurzame keuze?

Van de honderden soorten kunststof worden in Nederland nu zo'n vijf hoofdsoorten gebruikt om de meeste verpakkingen mee te maken, dit zijn PE, PP, PET, PS en PVC. Tabel 3 geeft een overzicht van deze verschillende kunststofsoorten en hun duurzaamheidsaspecten. Voor uitgebreidere informatie verwijzen we naar de achtergrondinformatie op pagina 28.

Kunststof	Beschrijving	Duurzaamheid
PE	Polyethyleen (PE) is de meest gebruikte verpakkingskunststof, voor flessen, flacons, potjes, hemdtassen en folies.	PE is recyclebaar, maar niet meer geschikt om voedsel in te verpakken. Bio-PE is de duurzamere keuze.
PP	Polypropyleen (PP) wordt gebruikt voor transparante schalen en kuipjes.	PP is recyclebaar, maar niet meer geschikt om voedsel in te verpakken. Bio-PP is slechts zeer beperkt beschikbaar.
PET	Polyethyleentereftalaat (PET) wordt gebruikt voor transparante flessen voor dranken en voor schalen voor vlees en visproducten.	PET van flessen wordt in ruime mate gerecycled. Zowel gerecycled PET (rPET) als bio-PET zijn een duurzamere keuze.
PS	Polystyreen (PS) wordt veel gebruikt voor geperste wegwerkartikelen zoals wegwerpbestek, wegwerpbekers en frietbakjes, maar ook voor koekjesschalen en slagroombekers.	Huishoudelijke kunststof verpakkingen van PS worden op dit moment nog niet gerecycled.
PVC	Polyvinylchloride (PVC) dient niet gebruikt te worden als verpakkingsmateriaal, omdat het de recycling verstoort. Het wordt nog wel aangetroffen in geïmporteerde rekwikkelfolie en folieverpakkingen.	PVC verstoort de recycling van PET, PE en PP, daarom is in 2008 in Nederland afgesproken verpakkingen niet meer van PVC te maken.

Tabel 3: Overzicht kunststoffen voor verpakking, inclusief duurzaamheid

De eigenschappen van kunststoffen variëren en spelen daarmee een bepalende rol in het gebruik en de toepasbaarheid als verpakkingsmateriaal. Bij variërende eigenschappen kan men denken aan de mechanische eigenschappen (slagvastheid), de optische eigenschappen (transparantie), de temperatuurbestendigheid en de gasdoorlaatbaarheid.

2 Wat is de relatie tussen verpakkingsmateriaal en de houdbaarheid van producten?

Elk verpakkingsmateriaal heeft specifieke fysieke eigenschappen die direct invloed hebben op de houdbaarheid van producten. Voor verpakkingen van verse producten zijn met name de vocht- en gasdiffusie door het verpakkingsmateriaal van belang om de optimale en beschermende gassamenstelling binnen de verpakking te waarborgen. Hieronder geven we een uitgebreidere uitleg.

Gasdiffusie door de verpakking

Gasdiffusie is de mate waarin de verpakking gassen doorlaat. Zuurstof en kooldioxide spelen een belangrijke rol in de houdbaarheid van het product. Een hoge hoeveelheid kooldioxide in de verpakking beperkt de groei van micro-organismen. Een lage hoeveelheid zuurstof voorkomt oxidatie en de daaraan gerelateerde verkleuring, geur- en smaakafwijkingen. Bij de keuze voor verpakkingsmateriaal dient de gasdiffusie een belangrijke rol te spelen. De meest gangbare verpakkingskunststoffen (PE en PP) hebben een relatief hoge gasdoorlaatbaarheid. PET heeft een lage gasdoorlaatbaarheid en specialiteitskunststoffen als EVOH hebben heel lage gasdoorlaatbaarheden. Bij voorverpakte producten, zoals kant-en-klaarmaaltijden en vleesproducten wordt gebruikgemaakt van beschermde-atmosfeerverpakkingen, om de groei van microbiële flora onderdrukt te houden. Voor deze toepassing worden verpakkingsmaterialen gebruikt zoals PET-schaal met een PET-topfolie of een meerlaagse PP-schaal met een dunne EVOH-barrièrelaag en een PE- of cPP-seallaag met bijbehorende topfolies (bijvoorbeeld cPP/EVOH/BOPP). Deze materialen hebben een hoge gasbarrière en daardoor weinig gasdiffusie. Vers bereide maaltijden hebben gekoeld een houdbaarheid van enkele dagen, terwijl gepost-pasteuriseerde maaltijden onder een beschermende atmosfeer een houdbaarheid van drie weken kunnen hebben. Deze maaltijden worden vooral in PP-EVOH-cPP-schalen verpakt omdat consumenten ze vaak thuis met de magnetron verhitten en PP voldoende temperatuurbestendig is.

Voorbeelden van oxidatiegevoelige levensmiddelen, die dus rans worden aan de lucht en beter in een beschermende atmosfeer kunnen worden verpakt met bijbehorende gasdichte verpakkingen zijn: bakkerijwaren die men niet dagvers wil verkopen en verse noten. Dus vers afgebakken broodwaren en koekjes kunnen dagvers verkocht worden in een papieren zak (hoge gas en vochtdoorlaatbaarheid) of juist met een houdbaarheid van enkele weken in een barrièreverpakking voor gas en vocht.

Vochtdiffusie door de verpakking

Vochtdiffusie is de mate waarin de verpakking vocht doorlaat. Vochtverlies kan de kwaliteit van een vers product negatief beïnvloeden, de hoeveelheid is afhankelijk van het product. Verpakkingen kunnen helpen dit vochtverlies te beperken, deze eigenschap staat ook wel bekend als de vochtbarrière van de verpakking. Bijvoorbeeld: LDPE-materiaal, laat minder vocht door dan een PP- of PLA-folie. Om deze reden worden komkommers in LDPE-krimpfolie verpakt, om het vochtverlies en daarmee kwaliteitsvermindering te vertragen. Bij producten zoals vers brood worden er juist macro-perforaties aangebracht in de LDPE-zakken, waardoor het vocht uit de verpakking kan ontsnappen en het brood de krokante korst langer behoudt.

Dikte verpakkingsmateriaal

Foliematerialen zijn in verschillende diktes te verkrijgen. Over het algemeen kunnen we stellen dat hoe dikker het verpakkingsfolie is, hoe meer productgewicht het kan dragen. Daarentegen laat dikker verpakkingsfolie minder vocht door (zie vochtdiffusie). Om de juiste combinatie tussen sterkte en vochtdoorlaatbaarheid te kunnen bereiken, kunnen macro-perforaties op het folie worden aangebracht.

3 Welke verpakking is het meest geschikt voor levensmiddelen die ik in mijn winkel (her)verpak?

Kunststof is nu het meest gangbare verpakkingsmateriaal voor levensmiddelen die in de winkel worden verpakt, omdat het op de meeste prestatie-indicatoren goed scoort. Het is lichtgewicht, de gas- en waterdampdoorlaatbaarheid kan naar believen worden ingesteld, het materiaal is desgewenst optisch transparant en in potentie veelal ook recyclebaar. Alleen voor brood en onbewerkte AGF (aardappelen, groente en fruit) producten worden ook papieren zakken gebruikt. Glazen, metalen en houten verpakkingen worden slechts bij uitzondering als winkelverpakking¹ toegepast. Voor de meeste producten zal het veranderen van een kunststof verpakking naar een papieren, glazen of metalen verpakking niet mogelijk zijn, op praktische bezwaren stuiten en het milieueffect vergroten.

Een andere mogelijkheid is om een biobased variant van een kunststof te kiezen, hiermee verlaagt men doorgaans de milieudruk en behoudt men de functionaliteit. Deze kunststoffen hebben echter vaak een hoger prijskaartje en consumenten blijken veelal de voordelen ervan niet in te zien of die te herkennen. Voor producten die veelal onderweg worden geconsumeerd ('on-the-go'), is er een verhoogde kans dat ze worden afgedankt als zwerfafval. Indien dit het geval is, kan op deze basis de overweging gemaakt kunnen worden voor een snel bio-afbreekbare verpakking, zoals papier of specifieke bio-afbreekbare kunststoffen.

Voor een duurzame verpakkingskeuze wordt geadviseerd om de richtlijnen van het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV, 2017) aan te houden, weergegeven in Tabel 4.

Tips (KIDV)	Praktische tips
1. Stel functionaliteit van de verpakking altijd voorop	<i>Als de verpakking voedselverspilling tegengaat, is het beter om het product te verpakken. Vaak is de milieu-impact van (voortijdige) derving van de betreffende producten vele malen hoger dan die van de verpakking.</i>
2. Vermijd het gebruik van schadelijke stoffen in de verpakking	<i>Altijd voldoen aan de gestelde regelgeving op dit gebied. Daarnaast is het relevant om de toevoeging van additieven (zoals bepaalde kleurstoffen) die een negatief effect hebben op de mogelijkheid tot recycling, zo veel mogelijk te vermijden.</i>
3. Ga zuinig om met materiaal	<i>Duurzame verpakkingen hebben een zo laag mogelijk gewicht bij behoud van functionaliteit.</i>
4. Zorg voor een zuivere materiaalstroom die goed kan worden gerecycled	<i>Indien de houdbaarheid het toelaat heeft een enkellaagse verpakking de voorkeur. Vermijd materialen met PVC, PVdC, PS, zwarte kunststoffen, PLA en niet-recyclebare laminaten.</i>
5. Gebruik waar mogelijk gerecyclede en hernieuwbare grondstoffen	<i>Diverse kunststoffen zijn goed te recyclen in het huidige systeem. Daarnaast kunnen diverse bio-gebaseerde kunststoffen toegepast worden, zoals PFEF en Bio-PP. Deze zijn overigens niet allemaal bio-afbreekbaar. Gerecycled papier heeft bij voorkeur een FSC of PEFC certificering. Gerecycled PET en bio-PET zijn duurzame keuzes voor flessen.</i>
6. Houd bij de ontwikkeling van verpakking al rekeningen met efficiënte logistiek	<i>Ontwerp de verpakking zodanig dat mogelijke productschade door transport of handling voorkomen wordt.</i>

¹ Hiermee worden de verpakkingen bedoeld die in de winkel worden afgevuld, niet alle verpakkingen die in de winkel worden verkocht, want uiteraard zijn bijvoorbeeld veel conserven verpakt in glas en blik.

7. Communiceer duidelijk op de verpakking hoe de consument deze kan afdanken	<i>Gebruik de weggooiwijzer op uw verpakking. Voeg recyclebare etiketten of sleeves toe indien dit de houdbaarheid (in geval van bewaaradviezen) of recyclebaarheid van het product verhoogt.</i>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabel 4: Tips KIDV voor keuze duurzame verpakking (overgenomen uit KIDV, 2017)

Naast deze algemene overwegingen ten aanzien van de verpakkingskeuze, gaan we hieronder in op hoe deze keuze beïnvloed wordt door verschillen tussen soorten levensmiddelen. Hierbij gaan we uit van een aantal veelvoorkomende producten van de versafdeling, namelijk noten, fruit, salades, kaas, vleeswaren, vers vlees, brood, belegde broodjes, verse maaltijden en tapas. Bij de beantwoording wordt ingezoomd op de eigenschappen die de verpakking moet hebben voor de conditionering van het product.

3.1 Noten

Bij het verpakken van noten is het belangrijk om de hoeveelheid vocht die de verpakking binnen kan dringen sterk te beperken. Door de aanwezigheid van vocht in de verpakking verliezen de noten de gewenste textuur en kunnen smaak- en geurafwijkingen ontstaan. Bovendien bevordert een hogere hoeveelheid vocht in de noten schimmelgroei. Bepaalde schimmels kunnen chemische stoffen produceren, deze stoffen worden toxinen genoemd. De consumptie van gecontamineerde noten kan ernstige gezondheidseffecten hebben. Daarnaast bevatten noten in de regel veel goede vetten. In de aanwezigheid van zuurstof en licht kunnen deze vetten echter oxideren en ontstaat een ranzige smaak. De houdbaarheid van noten wordt verlengd door de hoeveelheid zuurstof die door de verpakking dringt te verminderen. Eisen voor de verpakking zijn:

- Hoge vocht- en zuurstofbarrière (hoe hoog de barrière moet zijn, is afhankelijk van eventueel gebruik van een beschermende-atmosfeer- of vacuümverpakking).
- Vetbarrière materiaal.

Hoe langer de gewenste houdbaarheid is, des te hoger de gestelde eisen aan het verpakkingsmateriaal zijn. De keuze wordt hierbij gebaseerd op de bovenstaande aspecten.

Bij voorverpakte noten worden verpakkingen gebruikt met een beschermde atmosfeer. In deze gasverpakkingen wordt de zuurstof vervangen door andere gassen, waardoor oxidatie wordt geremd en daarmee de langere houdbaarheid mogelijk wordt gemaakt.

Verpakkingskeuze voor noten:

Bij korte houdbaarheid volstaat een papieren zak. Wanneer men de noten langer dan een week houdbaar wil maken dan is een vocht-, gas- en lichtdichte verpakking nodig, waarbij de noten ook nog eens onder een beschermende zuurstofarme atmosfeer moeten worden gebracht. Hierbij kan men denken aan aluminium-laminaatfolie stazakken (pouches) die met stikstofgas worden gespoeld alvorens ze gesloten worden. Helaas zijn deze verpakkingen nu nog niet recyclebaar, wel zijn de noten dan maanden houdbaar. Deze verpakkingswijze kan echter niet of nauwelijks op de winkelvloer plaatsvinden. Producten met deze verpakking kunnen uiteraard wel besteld worden voor verkoop.

3.2 Gesneden fruit, fruitsalades en aangemaakte rauwkost

Fruitsalade en aangemaakte rauwkost worden in sommige winkels vers gemaakt en verpakt op basis van de voorradige producten. Dit vraagt om additionele arbeidsinzet, die bovendien moet plaatsvinden in een 'koude keuken' (onder gecontroleerde omstandigheden waar de benodigde HACCP-maatregelen geborgd kunnen worden). Dit zal daarom niet in elke winkel kunnen. Het kan echter een aanvaardbaar alternatief bieden om derving te beperken van producten die tegen hun houdbaarheid aanlopen, in plaats van deze weg te gooien. De gebruikte producten bevatten vaak veel vocht, zijn van nature kort houdbaar en moeten na de bewerking gekoeld worden bewaard. De PP-tray +

dekselverpakking is hiervoor het meest geschikt (zie ook de paragraaf over kaas). Omdat bij dit type verpakking geen beschermende atmosfeer kan worden aangebracht, moet men een houdbaarheidsperiode van maximaal twee tot drie dagen handhaven om binnen de grenzen voor voedselveiligheid te blijven. Een alternatief voor deze kunststof verpakking, zijn kartonnen bekertjes met een PE-liner (binnenlaagje) als vochtbarrière, in combinatie met een kunststof PP-deksel (ook wel shakers genaamd). Vanwege de voornamelijk kartonnen verpakking lijkt deze shaker milieuvriendelijker dan de geheel kunststof variant. Toch zijn er twee belangrijke nadelen: de kartonnen shaker is niet volledig recyclebaar vanwege de liner, terwijl de PP-schaal met deksel dat wel is. Ten tweede is de zijkant niet transparant, zodat de consument de kwaliteit van het product niet visueel kan beoordelen. In de praktijk blijkt dat verkoop van verse producten in niet-transparante verpakkingen minder goed is dan van volledig transparante verpakkingen.

3.3 Kaas

Gepasteuriseerde, hard geperste kaas, zoals Goudse kaas, is gevoelig voor oxidatieprocessen, uitdroging en schimmelontwikkeling. De verpakkingseisen zijn:

- Hoge vocht- en zuurstofbarrière (zeker in het geval van vacumering).
- Zorgen voor direct contact tussen de kaas en de verpakking; dit helpt tegen de schimmelgroei en uitdroging.
- Voor voorgesneden kaas (plakjes) maakt een plastic velletje tussen de plakjes het voor de consument makkelijker om de kaasplakjes te serveren.

In de winkel kunnen kaasstukken worden verpakt met rekwikkelfolie of met een gecoate papieren verpakking (papier met een kunststof coating aan de binnenkant). In beide gevallen helpt de kunststoflaag om de hoeveelheid lucht tussen de kaas en de verpakking te verminderen. Schimmelgroei, oxidatie en uitdroging worden drastisch verminderd door het direct contact met zuurstof aan het snijvlak zo veel mogelijk te voorkomen. Rekwikkelfolie dient sinds 2008 PVC-vrij te zijn, omdat in PVC-verpakkingen veel weekmakers zitten die een hormoon verstorend effect worden toegedacht. Tegenwoordig wordt er PVC-vrije rekwikkelfolies verkocht, vaak op basis van PE en synthetische rubbers. Voor een langere bewaringsperiode is de vacuümverpakking in een verpakkingmateriaal van kunststof de meeste geschikt verpakking. Wanneer de kaas binnen twee weken wordt geconsumeerd, is de toegevoegde waarde van een vacuümverpakking beperkt.

Blokjes gesneden kaas kan men in de winkel in een kunststof PE-zak of PP-trayverpakking aanbieden. Een kunststofarm alternatief is een shakerverpakking (combinatie karton met liner + kunststof deksel, zie ook de paragraaf over gesneden fruit, fruitsalades en aangemaakte rauwkost). De kunststofschaal met deksels hebben een mooiere uitstraling dan een zakverpakking. Wel zal het verpakkingsgewicht van een PP-tray met deksel al snel een veelvoud zijn van dat van een zakverpakking. Voor een PE-zakverpakking kan men een eenvoudige transparante PE-folie gebruiken en een sealbalk als sluitgereedschap. Voor de trayverpakking zijn transparante PP-trays met deksels het meest geschikt. De milieu-impact van de productie van een PE-zak is lager dan die van een PP-tray met deksel. Beide varianten zijn goed recyclebaar. Bij de PE-zakverpakking kan men desgewenst voor een bio-PE variant kiezen en daarmee het milieueffect van de productie van de verpakking verder verlagen. De kartonnen shaker is niet recyclebaar en niet transparant, wat de verkoopvolumes negatief kan beïnvloeden.

3.4 Vleeswaren

Vleeswaren zijn gevoelig voor oxidatie. Het blootstellen aan lucht leidt tot verkleuringen en vermindert de aantrekkelijkheid op het schap. De oxidatie wordt versneld onder aanwezigheid van zuurstof, licht en bij hogere temperaturen, en wordt sterker bij een combinatie daarvan. Een toename van de hoeveelheid zuurstof in de verpakking in combinatie met meer licht leidt tot meer verkleuring dan dezelfde hoeveelheid licht met een lagere hoeveelheid zuurstof. Omdat consumenten sterk letten op

verkleuringen bij vleeswaar, wordt de overgrote meerderheid aangeboden in een optisch transparante verpakking. De verpakkingseisen zijn:

- Hoge vocht- en zuurstofbarrière.
- Bescherming tegen licht, maar wel optisch transparant.

De gangbare verpakking is een meerlaagse gasbarrièrefolie waarin de vleeswaren worden gebracht en gevacumeerd. Dit heet de klappack. Specifiek voor de winkelvloer worden klappackmachines met gasflessen verkocht. De gebruikte folie is per definitie niet recyclebaar (omdat het uit meerdere soorten en lagen kunststof bestaat). Hiervoor bestaat nu nog geen goed alternatief. Als men duurzaam wil verpakken is het belangrijk dat men op de samenstelling van het klappackfolie let en de variant met een lage EVOH-barrière kiest en niet met de lage PVdC-barrière. Folie met PVdC verstoort het recyclingproces. Een alternatief is het verpakken van vleeswaren in papier met een kunststof laag, hierin blijven vleeswaren maximaal acht dagen goed. Ook deze gecombineerde karton-kunststof folies zijn niet recyclebaar.

3.5 Vers vlees

Vers vlees kent vergelijkbare uitdagingen als vleeswaren en verpakte maaltijden, waarbij het voorkomen van oxidatie een belangrijke rol speelt, evenals het voorkomen van verkleuring. Aanvullend zijn er eisen ten aanzien van het tegengaan van (groei van) micro-organismen en pathogenen. Vers vlees wordt in de supermarkt veelal in een optisch transparante verpakking aangeboden, omdat consumenten de kwaliteit van het product visueel willen beoordelen. De gangbare winkelverpakking is een PP-tray met daaroverheen een rekwikkelfolie. Sinds PVC-rekwikkelfolie niet meer is toegestaan, worden er varianten van PE-folie met rubbers gebruikt. De schaal is te recycleren, zolang deze maar niet zwart is gekleurd. PET-schalen met topfolie worden voornamelijk ingezet bij vleesbedrijven en centrale productielocaties van supermarkten, omdat dit duurdere schalensluitmachines vereist die het vlees kunnen verpakken onder beschermende atmosfeer. Ondanks dat er ook kleine schalensluitmachines met gasflessen bestaan, worden die nauwelijks in winkels toegepast vanwege de hogere kosten van deze apparatuur. Als in de winkel wordt verpakt in een schaal met topfolie, gebeurt dat doorgaans niet onder beschermende atmosfeer, de houdbaarheid is dientengevolge beperkt tot enkele dagen. Bij bepaalde producten wordt daarnaast ook nog een papieren sleeve toegepast. Deze is echter makkelijk te verwijderen en te recycleren via het oud papier.

Bij de versafdeling (slager) is veelal sprake van ter plekke geportioneerd product, dat daarna wordt verpakt in een papier voorzien van een dun LDPE-laagje. Deze wordt gevouwen en/of geseald met een speciaal apparaat. Dit type verpakking bestaat uit minder kunststof materiaal, maar is met de huidige technologische toepassingen niet te scheiden van het papier. Door het papier wordt licht geweerd (voorkomt oxidatie), maar er kan in deze verpakking makkelijker vocht doordringen tot het product. De barrièrefunctie is daarmee minder sterk dan die van kunststof verpakkingen. Dit is echter niet van belang wanneer het vlees binnen twee dagen wordt geconsumeerd.

Een nieuwe optie is toepassen van PLA verpakkingen als duurzaam verpakkingsalternatief. Alhoewel onderzoek heeft aangetoond dat deze PLA voldoende snel afbreekt in Nederlandse composteringsinstallaties², zijn composteringsbedrijven niet enthousiast over het toelaten van PLA verpakkingen in het GFT (groente, fruit en tuinafval). Op dit moment is het standpunt ingenomen dat dat bio-plastics³ mechanisch moeten worden gerecycled om bij te dragen aan een circulaire economie. Ook vrezen zij dat toestaan van PLA verpakkingen zal leiden tot een toename van de hoeveelheid niet-composteerbaar kunststofafval in het GFT door foute sortering bij de consument.

² <https://doi.org/10.18174/514397>

³ <https://www.verenigingafvalbedrijven.nl/standpunten/bioplastics>

3.6 Brood en belegd brood

Over het algemeen geldt dat het verpakkingsmateriaal in grote mate de houdbaarheid van het broodproduct bepaalt. Warm in de winkel afgebakken brood kan het beste in een papieren zak worden verpakt, zodat de warmtedampen door de verpakking worden weggeleid en het brood of broodproduct knapperig blijft. Na afkoeling is juist weer een kunststofzak beter om heropname van vocht uit de buitenlucht te beperken. Echter, vanwege de veelal korte houdbaarheid van de meeste broodproducten maakt dit weinig uit en volstaat de papieren zak. Een papieren zak met kunststof folie als venster dient vanuit duurzaamheidsperspectief zo veel mogelijk vermeden te worden: door de combinatie van materialen is recycling op dit moment niet mogelijk. De verpakkingseisen zijn:

- Verpakking dient vocht- en vetbarrière te leveren, dit kan gerealiseerd worden door plastic.
- Kunststof verpakkingen worden vaak geperforeerd, dit om de vochtbalans in de verpakking goed te houden. Op deze manier helpt de verpakking de korst van het product knapperig te houden. Een papieren verpakking kan deze vochtbalans minder goed reguleren dan kunststof.
- Bij vers afgebakken brood, dient het verpakkingsmateriaal ook de warmte te kunnen weerstaan zonder functieverlies.
- Voor snackbroodjes (saucijzenbroodjes, croissant): een papieren verpakking is geschikt wanneer het broodproduct op dezelfde dag geconsumeerd wordt. De papierverpakking moet idealiter voorzien zijn van een vetbarrière. Kunststof folie heeft een hoge waterbarrière en kan daarmee de knapperige eigenschap van het snackbrood binnen korte tijd aantasten. Een alternatieve oplossing is een plastic klemdekselbakje met openingen tussen de beide helften. In deze verpakking is de vochtigheid een stuk lager dan in een kunststof folie en daardoor beter voor het product. Echter, in vergelijking met kunststof folie is voor de productie van de klemdekselbakjes meer kunststof nodig, onder andere vanwege de vorm en dikte van de verpakking.

3.7 Verse maaltijden

De kwaliteit van verse maaltijden wordt bepaald door een brede range aan aspecten van verkleuringen tot aan de groei van micro-organismen. In de regel hebben verse maaltijden een hoog vocht- en vetgehalte. Verpakkingseisen zijn:

- Schaal/tray met top seal (om het product te kunnen houden en handelen).
- Geschikt voor magnetron- of ovenbereiding.
- Goede water- en vetbarrière.

Verse maaltijden blijven vaak langer vers onder een beschermende atmosfeer (gasverpakking). De samenstelling van die beschermende atmosfeer hangt sterk af van de gebruikte producten en het optredende bederfmechanisme. Over het algemeen levert een verlaging van de hoeveelheid zuurstof en een verhoging van de hoeveelheid kooldioxide een verlenging van de houdbaarheid op. De beschermende atmosfeer remt de ontwikkeling van de meeste micro-organismen af. Niet alleen omdat de bacteriën en schimmels zuurstof nodig hebben om te groeien, maar ook omdat de toepassing van kooldioxide bij bepaalde concentraties een antimicrobieel effect heeft. Bij de toepassing van een gasverpakking is de selectie van de juiste barrièreverpakking belangrijk zodat de beschermende atmosfeer behouden blijft gedurende de gewenste houdbaarheid.

Voor kort-houdbare (één dag) maaltijden kan een eenvoudige PP-schaal met deksel worden gebruikt. Langer houdbare maaltijden zal men of moeten invriezen of moeten verpakken onder beschermende atmosfeer. Hiervoor is een schalensluiser met gasflessen nodig. Bij maaltijden moet men aanvullend rekening houden met de wijze waarop de consument de maaltijd thuis zal verwarmen. In het geval dit de magnetron wordt, dan is een PP-schaal uitstekend geschikt. Wel zal men bij de schalenleverancier er uitdrukkelijk op moeten wijzen dat de PP-schalen geschikt moeten zijn voor verwarming in de magnetron. Als de maaltijd in de oven moet worden bereid, dan kan men beter voor een aluminiumschaal kiezen.

Een recente ontwikkeling zijn de karton-kunststof laminaatschalen voor centraal geproduceerde maaltijden. In de opgenomen weggooi-instructie staat dat consumenten na gebruik het karton van het kunststof moeten scheiden en het karton bij het oud papier en het kunststof bij de PMD moeten werpen. Consumentenonderzoek zou uitwijzen dat meer dan de helft van de consumenten dit ook daadwerkelijk doet. Wanneer deze componenten niet worden gescheiden kan dat echter leiden tot problemen bij recycling. De perceptie van de gemiddelde consument lijkt te zijn dat deze schalen milieuvriendelijk zijn. Dit type verpakking kan ook op de winkelvloer worden toegepast: wanneer een eenvoudige schalensluiser zonder gasinjectie wordt gebruikt, is de houdbaarheid gekoeld enkele dagen.

3.8 Tapas

Vanuit verpakkingsperspectief zijn tapas een complexe productsoort, gezien de grote diversiteit aan producten en ingrediënten. Aspecten die een rol spelen bij het bepalen van een geschikte verpakking voor tapas zijn:

- de samenstelling van tapas;
- de beoogde houdbaarheid en bewaarcondities;
- de aanwezige hoeveelheid vet, aangezien dit ranzig kan worden in aanwezigheid van zuurstof.

Over het algemeen worden de volgende eisen gesteld aan verpakking van tapas:

- Schaal of tray met top seal (om het product goed te beschermen tegen mechanische schade en eventueel uitgelekt vocht of vet te kunnen absorberen).
- Hoge vocht- en zuurstofbarrière (hoe hoog de barrière moet zijn is afhankelijk van eventueel gebruik van een beschermende atmosfeer of vacumering).
- Vetbarrière.

Een langere houdbaarheid kan worden gerealiseerd door een gasverpakking toe te passen. Met een gasverpakking wordt de lucht vervangen door andere gassen die een gunstig effect hebben op het product, zie hiervoor ook de vorige paragraaf over verse maaltijden. Echter, omdat voor de meeste winkels een schalensluiser met gasflessen praktisch of economisch niet haalbaar is, is het gangbaarder om dagverse tapas aan te bieden in PP-schaaltjes met deksel. In het geval men de hoeveelheid kunststof wil beperken, kan men ook kiezen voor kartonnen schaaltes met een PE-liner en een kunststof deksel. Ook hierin zal de houdbaarheid beperkt zijn.

4 Is de kaas die ik in mijn winkel snijd langer houdbaar in papier of in plastic? Wat zijn de effecten van het verpakkingsmateriaal op het product?

Vers gesneden kaaspunten worden in de winkel in twee soorten folie verpakt: papieren kaasfolie en kunststof folie. De papieren kaasfolie bestaat uit een papieren laag en een kunststoflaag. De papieren laag zit aan de buitenzijde en is vaak bedrukt. De kunststoflaag zit aan de binnenzijde en reguleert de vocht- en gasuitwisseling. Deze folie wordt om de kaas gevouwen en gesloten met een plakbandje. Bij verpakken in kunststof folie wordt in de winkel rekwikkelfolie gebruikt.

De volgende aspecten leiden tot kwaliteitsverlies van de gesneden kaas:

- uitdrogen/(witte) korreligheid;
- smaak- en geurverliezen;
- oxidatie van vetten en eiwit (leidt tot ranzigheid en andere smaakafwijkingen);
- groei van schimmels.

Al deze kwaliteitsaspecten worden beïnvloed door de vocht- en gasuitwisseling tussen de kaas en de omgeving. De verpakking kan deze uitwisseling vertragen en daarmee de houdbaarheid verlengen. Nederlandse half-harde kazen kunnen lang bewaard worden in weinig ademende folies, dus zowel kaasfolie als kunststof folie voldoen. Voor buitenlandse kaaspunten variëren de gewenste doorlaatbaarheidseigenschappen sterk. Blauwschimmelkazen zijn robuust en blijven zelfs goed in gasbarrièreverpakkingen, terwijl witschimmelkazen en roodbacteriekazen toch meer gasuitwisseling nodig hebben om smakelijk te blijven. Echter, voor de korte houdbaarheid die aan gesneden kaaspunten wordt gegeven (enkele dagen), voldoen beide verpakkingsoplossingen ook goed genoeg voor deze gesneden kaaspunten.

5 Welke impact heeft verpakkingsmateriaal op het milieu?

Verpakkingen kennen grofweg drie fasen: productie, gebruik, afvalverwerking. Tijdens deze fasen spelen verschillende milieueffecten een rol, waaronder emissie van broeikasgassen, uitputting van grondstoffen en toxische effecten. Voor verpakkingen gemaakt van kunststof geldt dat de productie uit aardolie leidt tot een netto emissie van broeikasgassen. Ook de verbranding van verpakkingen met het restafval leidt tot een netto uitstoot van broeikasgassen. Als de verpakking nuttig wordt gebruikt (fit-for-purpose) om een levensmiddel langer te bewaren, zodat voedselverspilling wordt voorkomen, wordt een netto uitstoot van broeikasgassen voorkomen. Omdat bij de productie van levensmiddelen vaak relatief veel broeikasgassen worden geproduceerd ten opzichte van de meeste verpakkingen, leidt het gebruik van verpakkingen, waarbij voedselverspilling wordt tegengegaan, doorgaans tot minder uitstoot van broeikasgassen.

Er zijn ook milieueffecten die nog niet kunnen worden uitgedrukt in berekende milieueffecten, zoals zwerfafval en plastic soep. Deze milieueffecten hangen samen met weggooigedrag van consumenten en het afvalbeleid van gemeenten en regeringen. Hierdoor heeft een detaillisten slechts indirect invloed op deze milieueffecten. Voor verpakkingen die een bovengemiddeld grote kans lopen om in de natuur te worden geworpen, zoals die voor on-the-go-eetbare levensmiddelen, kan de detaillist kiezen voor snel afbreekbare verpakkingen en zo het effect van zwerfafval beperken.

Door de diversiteit aan milieueffecten hangt een duurzame keuze af van het perspectief dat gekozen wordt. Dit illustreren we aan de hand van de kunststof krimpfolie verpakking bij een komkommer. De houdbaarheid van een komkommer wordt voornamelijk bepaald door de mate van uitdroging. Door een komkommer in een kunststof folie te verpakken wordt uitdroging vertraagd en blijft het product langer goed. Daarmee wordt mogelijke voedselverspilling inclusief het verlies van energie, voedingswaarden en water dat nodig was voor de productie, verwerking en transport, voorkomen. Daar staat tegenover dat veel consumenten zich lijken te storen aan het krimpfolie om de komkommer en het ervaren als een voorbeeld van overmatig verpakken. Zodoende streven winkels in food ernaar om het verpakken van komkommers te beperken. De kwaliteit van komkommers varieert echter door het jaar heen. Rond de wisseling van de productieregio's zijn komkommers relatief slap en is de houdbaarheid het kortst. Daarom zijn veel winkels in food ertoe overgegaan om komkommers alleen nog te verpakken als de houdbaarheid het kortst is. Dit is een compromis tussen het tegengaan van verwacht voedselverlies en reductie van verpakkingsgebruik en de daaraan verbonden negatieve consumentenperceptie. Een mogelijk alternatief voor de krimpfolie is aanbrengen van een coating of het uitstellen onder vernevelingsinstallaties. De vraag is of deze alternatieven even goed de houdbaarheid van komkommers verlengen (in de winkel en thuis bij de consument), of de uitstoot van broeikasgassen niet wordt vermeerderd, er additionele voedselveiligheidsrisico's zijn, en of consumenten deze keuzes accepteren. In het geval de houdbaarheid van de komkommers in de winkel en thuis voldoende wordt verlengd, en er geen ongewenste neveneffecten zijn, zal het milieueffect positief zijn.

Duurzaamheid van de verpakking wordt onder andere bepaald door:

- Oorsprong van de grondstof ('virgin', gerecycled of biobased materiaal).
- De beschermingsfunctie: de mate waarin de houdbaarheid van het verpakte product wordt verlengd.
- De mate van recyclebaarheid, wat weer verband houdt met:
 - scheidbaarheid van de onderdelen van de verpakking;
 - gelaagdheid van het materiaal (mono- vs. multi-layer);
 - al dan niet toepassen van papieren sleeves of etiketten (nut en scheidbaarheid);
 - gebruik van kunststoffen of andere hergebruik versturende toevoegingen (ongekleurd transparant vs. gekleurd ondoorzichtig) (Natuur & Milieu, 2019).
- De waarschijnlijkheid dat het verpakte product on-the-go geconsumeerd wordt en daar afgedankt wordt in andere dan daarvoor bedoelde middelen.

6 Is er voor plastic trays, zakjes en folies een geschikt alternatief met een lagere milieu-impact en dezelfde kenmerken ten aanzien van de bescherming van het product?

Er bestaan alternatieve verpakkingsmaterialen voor kunststof verpakkingen, zoals papier en karton, glas, metaal en kunststof van natuurlijk materiaal (biobased). Er bestaan diverse rapportages met daarin levenscyclusanalyses (LCA), gemaakt om verpakkingen met elkaar te vergelijken. Het vaststellen van duurzaamheid en milieu-impact is echter een complexe zaak. Uitkomsten uit deze analyses moeten daarom ook met de nodige voorzichtigheid worden gezien en niet worden gebruikt voor algemene uitspraken. Dit komt door de grote diversiteit in verpakkingsmateriaal en gerelateerde watervastheid, gasdoorlaatbaarheid, gewicht per verpakkingseenheid, recyclingopties en perceptie van milieuvriendelijkheid. Bijkomende factoren zijn hanteerbaarheid, marketing aspecten, optische transparantie, prijs en beschikbaarheid. Over het algemeen en wanneer juist toegepast, zullen kunststof verpakkingen en biobased kunststoffen een lagere milieu-impact hebben dan hun gangbare alternatieven. Echter, kunststof heeft bij het grote publiek een slecht imago ten aanzien van milieuvriendelijkheid. Daarnaast dragen kunststof verpakkingen meer bij tot de vorming van zwerfafval en plastic in de zee dan de meeste verpakkingen van papier en karton. Dit is vooral relevant voor verpakkingen van producten die onderweg geconsumeerd kunnen worden. Vooral in het bereik van groente en fruit zijn er een paar alternatieven voor kunststof verpakkingen bijgekomen, zoals natural branding en inzetten van vernevelingstechnieken.

“Een nieuwe ontwikkeling is het lasercoderen of natural branding van groente en fruit die voorheen in een (plastic) verpakking zaten. Bij natural branding wordt met een laser een stukje pigment uit het buitenste deel van de schil verwijderd om een merkteken (letters of afbeelding) op een stuk fruit of groente aan te brengen. Niet elke schil leent zich hiervoor, maar het kan toegepast worden op avocado, mango, gember, komkommer, pompoen, zoete aardappel en kokosnoot. Voor sinaasappels, mandarijnen, citroenen en granaatappels is de techniek niet geschikt omdat de schil van die vruchten zich herstelt. Daardoor is het merk na een tijdje niet goed meer te zien.” (Meldpunt verpakkingen, 2019)

Bij verneveling wordt er een fijne mist van waterdruppeltjes over de producten gespoten. Hierdoor wordt het product gekoeld en stijgt de relatieve vochtigheid, hierdoor zullen kwetsbare producten zoals sla en paprika's minder snel uitdrogen of verschrompelen.

7 Wat is het effect van vacumeren op de houdbaarheid van producten?

Het vacuüm verpakken van een product heeft over het algemeen een positief effect op de houdbaarheid. Dit komt omdat voedselbederf en verlies van kwaliteit met name wordt veroorzaakt door:

- de groei van micro-organismen als bacterie en schimmels; en
- vetoxidatie (vetoxidatie leidt tot ranzigheid).

De meeste schimmels en bacteriën hebben zuurstof nodig om te groeien. Daarnaast is zuurstof nodig voor de chemische reacties die de oxidatie van vet, en dus ranzigheid, veroorzaken. Als tijdens bewaring de zuurstof kan worden weggehouden, remt dat zowel het bederf door de micro-organismen als de vetoxidatie. Bij het vacumeren wordt de lucht rond het voedsel grotendeels verwijderd en wordt het product in een luchtdichte folie verpakt. Het resultaat is dat vrijwel geen zuurstof meer in contact is met het product en dus zijn de genoemde negatieve gevolgen van zuurstof uitgeschakeld, met als resultaat een langere houdbaarheid. Op het moment dat het vacuüm verbroken wordt, komt er zuurstof bij het product. Hierdoor kunnen de micro-organismen zich ontwikkelen en daarmee voedselbederf en verlies van kwaliteit veroorzaken.

Over het algemeen geldt dat vacuümverpakking minder milieuvriendelijk is, omdat de totale hoeveelheid plastic groter is dan van gecoate papieren verpakkingen. Verder worden meerlaagse kunststof verpakkingen gebruikt om de gewenste lage zuurstofdoorlaatbaarheid te krijgen, meerlaagse kunststof is op dit moment echter niet te recyclen.

Vacumeren van 'verse' producten zoals fruit en groenten of andere producten die ademen is daarentegen geen geschikte optie. Door de gasuitwisseling te beperken, wordt de houdbaarheid van verse producten drastisch verminderd.

8 Hoe herken ik de duurzamere keuze bij mijn leverancier van verpakkingsmateriaal?

Er bestaan op dit moment geen generieke keurmerken voor duurzame verpakkingen, omdat dit begrip zoveel verschillende betekenissen kan hebben. Volgens de keurmerkenwijzer van Milieucentraal (2020) zijn er zestien verschillende keurmerken die te maken hebben met verpakkingen en afval. De meeste logo's geven aan in welke afvalbak verpakkingen bij voorkeur afgedankt dienen te worden. Er zijn dus geen logo's of keurmerken die rekening houden met een minimaal verpakkingsgewicht, met een maximale productbescherming of met hoe weinig broeikasgassen de productie tot gevolg had. Daarmee zeggen de bestaande keurmerken en logo's weinig over de duurzaamheid van verpakkingen zelf.

Ondanks deze beperking, kan de ondernemer wel letten op de bepaalde aspecten van een verpakking om tot een duurzamere keuze te maken: beschermt de verpakking het product in voldoende mate, is deze relatief licht in gewicht en is deze afkomstige van een betrouwbare leverancier? In het geval de verpakking als 'duurzaam' wordt verkocht, is het relevant om te toetsen of deze bewering juist kan zijn en relevant is. Een biobased PVC-rekwikkelfolie is bijvoorbeeld minder relevant, omdat er is afgesproken om PVC niet meer als levensmiddelverpakkingsmateriaal te gebruiken. Bij zeer innovatieve verpakkingsvormen, zoals optisch transparant papier of food-grade gerecycled PE is er vaak nog geen voldoende wetenschappelijk bewijs ten aanzien van de functionaliteit en duurzaamheid van het nieuwe materiaal. Bij twijfel kan men altijd contact opnemen met de onderzoekers van Wageningen Food & Biobased Research.

Voor een duurzame verpakkingskeuze adviseren we de zeven tips voor duurzaam verpakken van het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (2017) aan te houden, welke zijn weergegeven in Tabel 4 op pagina 13 en 14.

9 Hoe kan ik mijn (lokale) leverancier informeren over geschikt verpakkingsmateriaal voor voorverpakte producten die ik in mijn winkel verkoop?

Levensmiddelen detaillisten hebben door hun inkoopkracht een belangrijke stem in het toelaten van bepaalde verpakkingen op het schap. Naast de contacten met A-merkleveranciers, kunnen ook gezamenlijk verdergaande afspraken worden gemaakt met huismerkleveranciers. Bij het inkoopproces kunnen afspraken worden gebaseerd op een aantal onderwerpen. Richtlijnen hiervoor zijn te vinden in Tabel 4 op pagina 13 en 14.

In aanvulling hierop hebben CBL⁴, Groente en Fruithuis⁵ en Horeca Nederland⁶ een brancheplan verduurzaming verpakkingen voor de periode 2019 – 2022 ontwikkeld. In deze documenten worden algemene ambities geformuleerd inclusief specifieke doelen en activiteiten. Deze kunnen van toepassing zijn voor de verpakkingskeuze die gemaakt wordt met de leverancier.

⁴ <https://www.kidv.nl/item/8732>

⁵ <https://www.kidv.nl/item/8736>

⁶ <https://www.kidv.nl/9206/out-of-home-brancheplan-finale-versie.pdf?ch=DEF>

10 Hoe kan ik mijn klanten informeren over noodzakelijke en niet-noodzakelijke verpakkingen van producten?

Voor de functie van de verpakking verwijzen we naar de introductie, waarin we de verschillende functies hebben beschreven. De functies van verpakkingen zijn voor verse producten in vraag 3 uitgewerkt. De berekenbare milieu-impact van het weggooien van een product is in veel gevallen groter dan de berekende milieu-impact van de verpakking zelf. Het is daarom ook belangrijk om de klant over de functie van de verpakking te informeren. Dit kan het beste gedaan worden met steekwoorden relevant voor de productverpakkingcombinatie, zoals:

- 'Bewaar in originele verpakking voor optimale houdbaarheid'.
- 'Deze verpakking verlengt de houdbaarheid'.
- 'Deze verpakking zorgt voor behoud van smaak'.

Klantinformatie betreffende een gekozen (duurzame) verpakking, kun u geven op basis van de tips voor duurzame verpakkingkeuze in Tabel 4 op pagina 13 en 14.

Naast direct informeren, is de verpakkende industrie een initiatief gestart om het bedrijfsleven vragen van de consumenten te laten beantwoorden: Meldpunt Verpakkingen⁷.

Betreffende de communicatie over het weggooien van verpakkingen door consumenten, kunt u onder andere de volgende bronnen raadplegen:

- Consumentenperspectief afvalscheiding en recycling⁸;
- de weggooiwijzer op uw verpakking, om goede scheiding van afval te stimuleren⁹;
- de afvalscheidingswijzer, via de website of de app¹⁰.

⁷ <https://meldpuntverpakkingen.nl/>

⁸ <https://www.kidv.nl/7431>

⁹ <https://www.kidv.nl/7349/weggooiwijzer-handleiding-november.pdf?ch=DEF>

¹⁰ <https://www.afvalscheidingswijzer.nl/>

11 Discussie

Slechts enkele producten hebben van zichzelf al zo'n goede verpakking dat ze geen aanvullende verpakking nodig hebben, zoals watermeloenen, hele kolen en citrusfruit. Bijna alle andere producten hebben een verpakking nodig. Dit is vanzelfsprekend voor vloeibare producten, maar ook direct duidelijk voor kwetsbare en besmettelijke producten als gebak, vers vlees en kaas. Bij de keuze voor de meest geschikte verpakking voor het product, spelen meerdere aspecten tegelijkertijd:

- beschermend vermogen en houdbaarheid en de daarmee samenhangende voedselverspilling in de winkel en bij de consumenten thuis;
- complementair met logistieke systemen in distributie en de winkels;
- lage kosten;
- verkoopondersteunend zodat het verse product zichtbaar is en door de klant visueel beoordeeld kan worden;
- minimale impact voor de berekenbare milieueffecten zoals broeikasgasemissies inclusief de onzekerheid over het niveau van voedselverspilling in de winkel en thuis, die grotendeels onbekend is;
- snelle degradatie als de verpakking onverhoopt als zwerfafval wordt weggeworpen, zodat deze nauwelijks bijdraagt tot de vorming van zwerfafval.

Elk product stelt andere eisen aan de verpakking ten aanzien van bescherming (gasdoorlaatbaarheid, etc.) en gebruik (sterkte, temperatuurbestendigheid), waardoor er ook veel verschillende verpakkingen in aanmerking komen. Geen enkele verpakkingsmogelijkheid zal optimaal presteren in al deze aspecten. Zodoende zal de inkoper van de verpakking moeten prioriteren welk aspect hij het belangrijkste vindt. Dit zal hij voor elk product apart moeten beoordelen, hierbij kunnen we een zeer generieke indeling maken.

Bij de eerste groep producten is de resterende houdbaarheid van in de winkel verpakte producten rond of korter dan een dag. Voor dagverse producten zoals afgebakken broodjes kan men het beste een papieren verpakking kiezen. De houdbaarheid zal een dag zijn en de communicatie op de verpakking moet dit verwachte gebruik ondersteunen, zodat voedselverspilling wordt voorkomen. Verder zal men de consument moeten oproepen de papieren verpakking leeg bij het oud papier te werpen en in geval er productresten aan vastzitten het bij het restafval te werpen.

Bij een tweede groep producten is de houdbaarheid beperkt tot enkele dagen. Voor een aantal van deze producten zal een dunne kunststof verpakking ideaal zijn vanuit het perspectief van productbescherming, houdbaarheid en beperking van de broeikasgasemissies voor productbederf, bijvoorbeeld PE-rekwikkelfolie of PE-krimpfolie om een vers gesneden punt kaas. Deze verpakking is goedkoop, laat de consument het product goed visueel beoordelen en kan gerecycled worden. Een dergelijke verpakking zal echter niet degraderen als zwerfafval en weinig consumenten zullen het als milieuvriendelijk percipiëren. Daarom zullen veel winkeliers toch de voorkeur geven aan een papier-plastic combinatie dat milieuvriendelijker oogt. Deze keuze is een kwestie van prioriteren en informeren. In het geval men kiest voor de dunne kunststof verpakking zal men consumenten moeten oproepen deze verpakking in de PMD of restafvalbak te werpen. In het geval men kiest voor de duurzamer ogende papier-plastic-laminaat verpakking, zal men moeten uitleggen dat deze verpakking niet kan worden gerecycled en het beste in de restafvalbak kan worden geworpen en niet bij de PMD.

Bij een beperkt aantal producten die in de winkel worden verpakt zal de houdbaarheid langer dan één week zijn, zoals vers gesneden vleeswaren in een Klappack. In het geval men vasthoudt aan de gewenste houdbaarheid, kan dit product alleen verkocht worden in dunne kunststof folie dat uit verschillende materialen is opgebouwd en dientengevolge een zeer lage gas- en vochtdoorlaatbaarheid bezit. Deze verpakking is niet recyclebaar. Omdat met de productie van de vleeswaren relatief veel berekenbare milieueffecten wordt veroorzaakt is het belangrijk dat het product ook daadwerkelijk geconsumeerd wordt. Vanuit het perspectief van het voorkomen van de berekenbare milieueffecten is het dus van belang dat de voedselverspilling minimaal is.

Vanuit het perspectief van het voorkomen van zwerfafval is het relevant dat de verpakking na consumptie in het restafval wordt geworpen. De winkelier kan ook voor een risicovollere benadering kiezen: het vleeswaar alleen nog dagvers aanbieden in papier-plastic-laminaatfolie. Dit vereist dan wel personeel en een snijapparaat. Dit past het beste bij een klantengroep die meermalen per week een kleine boodschap komt doen en minder goed bij een klantengroep die een keer per week de boodschappen doet. Deze keuze zal dus sterk van lokale omstandigheden afhangen.

12 Achtergrondinformatie

Ten behoeve van de vraagstelling is uitgebreid literatuur en expertise vanuit Wageningen Food & Biobased Research geraadpleegd. Om de leesbaarheid te behouden kon niet bij alle antwoorden volledig worden ingegaan op de beschikbare kennis. Daarom is ervoor gekozen om een hoofdstuk toe te voegen die bij de betreffende antwoorden aanvullende achtergrondinformatie geeft, deels is dit hoofdstuk in het Engels.

12.1 Vraag 1: Aanvullende informatie

PE is een afkorting voor polyethyleen. Het is de meest gebruikte verpakkingskunststof. Van deze hoofdkunststofsoort bestaan verschillende ondersoorten. HDPE (hogedichtheidspolyethyleen) is geschikt voor flessen, flacons en potjes. Het is een sterke soort kunststof. LDPE (lagedichtheidspolyethyleen) is daarentegen geschikt voor folies. Eenvoudige zakverpakkingen in de winkel, zoals de hemdtasjes zijn meestal gemaakt van LDPE. Zowel HDPE als LDPE wordt gerecycled. Dit gerecyclede materiaal is echter niet geschikt voor levensmiddelen. Van zowel HDPE als LDPE bestaan bio-PE varianten die dus dezelfde eigenschappen hebben, maar gemaakt zijn uit hernieuwbare grondstoffen. Binnen de PE-groep zijn de bio-PE varianten de duurzamere keuzes.

PP is een afkorting voor polypropyleen. Het wordt voornamelijk gebruikt voor trays, schalen en kuipjes. Het is goed bestand tegen zowel diepvries als verhoogde temperaturen. We zien het in de winkel vaak voor transparante trays met fruitsalade, rauwkost, blokjes kaas en tapas. Ook PP verpakkingen worden gerecycled. Ook dit recyclaat is (voorlopig) niet geschikt voor levensmiddelenverpakkingen. Verschillende bedrijven werken aan bio-PP gemaakt van groene grondstoffen; dit is verkrijgbaar, maar nog niet in de grote hoeveelheden als bij PE.

PET is een afkorting voor polyethyleentereftalaat (in kort: poly). Het wordt gebruikt in transparante flessen voor frisdrank en water, maar ook in schalen voor vers vlees, kip en vis. De PET-flessen worden in ruime mate gerecycled. Daaruit wordt ook food-grade gerecycled PET gemaakt. Zodoende is een ruime keuze in verschillende soorten gerecycled PET op de markt voor levensmiddelenverpakkingen. Daar bovenop zijn verschillende bedrijven bezig om PET te maken uit hernieuwbare grondstoffen. In sommige gevallen zijn beide bouwstenen gemaakt van groene grondstoffen, dan noemen we het bio-PET. In andere gevallen is alleen het ethyleenglycol uit groene grondstoffen gemaakt. Zowel gerecycled PET als bio-PET zijn duurzame keuzes.

PVC is een afkorting voor polyvinylchloride. Het wordt gebruikt in constructiekunststoffen, bij elektrische apparaten en in speelgoed. De brandwerende eigenschappen maken het zeer gewenst bij toepassingen in huizen en elektrische apparaten. Omdat PVC de recycling van PET verstoort en de bijproducten van de recycling van PE en PP onverkoopbaar maakt, is al in 2008 besloten verpakkingen in Nederland niet meer van PVC te maken. Desalniettemin treffen we nog steeds PVC in verpakkingen aan, als rekwikkelfolie en in folieverpakkingen voor importartikelen uit Azië. PVC past niet in een duurzame verpakkingskeuze.

12.2 Vraag 3: Aanvullende informatie

Relevante wetenschappelijke literatuur over verpakking en houdbaarheid voor verse noten:

- 1) *Leufven, A., Sedaghat, N. & Habibi, M. B., American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 2010 Vol.8 No.5 pp.576-581 ref.18*

Influence of different packaging systems on stability of raw dried pistachio nuts at various conditions.
In this study the influence of packaging system on stability during storage of raw dried pistachio nuts were studied. The pistachio nuts were packed in plastic multilayer pouches (PE/PA/PE) at different conditions (Atmosphere, Vacuum and oxygen scavenger). Accelerated (Shelf Life Testing ASLT) method was used for evaluation of the storage of pistachio at 20, 35 and 50°C. Samples were analyzed at 4, 8 and 12 weeks by using of split-plot design. To follow the oxidation profile, the formation of volatile oxidized products (Hexanal) was determined by GC-MS. The results showed that the formation of hexanal under all conditions was significant ($p < 0.05$) and the oxidative process could be quantitatively controlled by decreasing the oxygen concentration surrounding raw dried pistachio nuts by the using of packaging systems, pistachio nuts stored in oxygen scavenger system had a lower hexanal amount than both of vacuum and atmospheric systems.

- 2) *Shakerardekani, A. & Karim, R. J Food Sci Technol (2013) 50: 409.*
<https://doi.org/10.1007/s13197-012-0624-0>

Effect of different types of plastic packaging films on the moisture and aflatoxin contents of pistachio nuts during storage

Pistachio nut (*Pistacia vera* L.) is one of the popular tree nuts in the world. Proper selection of packaging materials is necessary to prevent absorption of moisture and aflatoxin formation which will influence the overall product quality and safety. This research is undertaken to study the effect of different types of flexible packaging films on the moisture and aflatoxin contents of whole pistachio nuts during storage at ambient temperature (22–28 °C) and relative humidity of 85–100%. Five types of plastic films tested were low density polyethylene (LDPE) which serves as the control, food-grade polyvinyl chloride (PVC), nylon (LDPE/PA), polyamide/polypropylene (PA/PP) and polyethylene terephthalate (PET). The moisture content and aflatoxin content of pistachio nuts were measured using oven drying method and HPLC, respectively. Samples were analysed at 0, 2, 4, 6, 8 and 10 months during the storage period. Results showed that there was an increase in moisture content with the increase in storage time of pistachio nuts. The increase in moisture content was associated with the aflatoxin level of pistachio nuts during storage time. All the packaging materials except LDPE delayed the moisture absorption and aflatoxin formation of the product. The most suitable packaging materials for maintaining the quality and safety of pistachio nuts is PET films followed by nylon, PA/PP and PVC. The shelf-life of pistachio can be extended from 2 months (Control) to 5 months when PET is used as the packaging material.

- 3) *Vildes Maria Scussel, Barbara Nantua Giordano, Vanessa Simao, Daniel Manfio, Simone Galvao, and Manuel Nazaré Ferreira Rodrigues. International Journal of Analytical Chemistry.*

Effect of Oxygen-Reducing Atmospheres on the Safety of Packaged Shelled Brazil Nuts during Storage
This work reports the application of oxygen-(O₂-) reducing atmosphere methods on stored shelled Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) packs aiming to evaluate the degree of aflatoxin degradation, nuts lipid oxidative stability, fungi control, and hygienic conditions improvement. The methods applied were (a) ozone: O₃, (b) carbon dioxide: CO₂, and (c) O₂ absorber pads with and without vacuum. From all modified atmospheres evaluated, the best performance was obtained with O₃, either with or without vacuum. It was the only nut treatment that was able to degrade aflatoxins. None of the spiked (AFLs: 15 µg·kg⁻¹) nut samples O₃- treated had aflatoxins detected up to the LC-MS/MS method LOQ (0.36 µg·kg⁻¹ for total AFLs), thus producing safer nuts. Also it kept the fatty acid oxidation indicator—malondialdehyde stable and improved the sensory attributes for consumer acceptance. In addition, the destruction of fungi and yeast was observed since the O₃ application (from 1.8 × 10⁴ cfu/g to NG = no growth). All other treatments stabilized and/or inhibited microorganisms' growth

only. By adding CO₂ gas also played an important role in the nut quality. Regarding cost, gaseous O₃ showed to be of low cost for application in the nut packs.

4) *Abayomi P Adebisi Isaac A Adebisi Ayodele O Olorunda*

Effects of processing conditions and packaging material on the quality attributes of dry-roasted peanuts

Five different processing conditions of raw shelled unblanched peanuts were investigated. The first two treatments involved soaking the peanuts in tap water for 10 and 30 min respectively, then mixing thoroughly with dry NaCl before roasting. Another two treatments involved soaking the peanuts in saturated brine solution for 10 and 30 min respectively before roasting. Unsalted roasted peanuts served as the control. Packaging and storage studies were carried out by packaging the differently treated dry-roasted peanuts in four different packaging materials and storing them under three different relative humidities for 3 months at ambient temperature. Proximate composition, NaCl content, peroxide value and thiobarbituric acid value were determined and sensory evaluation tests were carried out. Salting was found to improve the taste, flavour and overall acceptability of dry-roasted peanuts but had no effect on shelf-life. Peanuts treated in saturated brine solution for 30 min before roasting were the most preferred. The control packaging material, 18 µm transparent polyethylene, was found to be inadequate for protecting the quality attributes of dry-roasted peanuts, with mould growth being observed on the 42nd day of storage at 80% relative humidity. However, acceptable results were obtained with 45 µm transparent polypropylene. The mean sensory scores and objective tests were found to be negatively correlated.

5) *Williams O. Ellis, James P. Smith, Benjamin K. Simpson, Hosahalli Ramaswamy, Gilles Doyon; International Journal of Food Microbiology Volume 22, Issues 2-3, May 1994, Pages 173-187;*

Growth of and aflatoxin production by Aspergillus flavus in peanuts stored under modified atmosphere packaging (MAP) conditions

The combined effects of water activity (aw), storage temperature, headspace oxygen and carbon dioxide concentrations on the growth of, and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* on sterile peanuts were examined using a process optimization technique termed response surface methodology (RSM). Regression analysis of the data indicated that aw, storage temperature and initial headspace oxygen concentration were all significant factors ($P < 0.001$) affecting the growth of, and aflatoxin production by *A. flavus*. Extensive growth and aflatoxin production occurred during the first week of storage in most treatment combinations. Maximum growth occurred in peanuts with an aw of 0.97, a storage temperature of 25°C and headspace oxygen of 10% (balance 60:40 carbon dioxide: nitrogen), after 21 days of storage while maximum aflatoxin production occurred at a lower aw of 0.94, after 21 days under similar storage/gaseous conditions. In several treatment combinations, where high levels of aflatoxin (> 20 ng/g) were initially detected, aflatoxin concentration decreased during storage to levels less than the current regulatory limit of 20 ng/g. This study has shown that *A. flavus* can grow and produce aflatoxin in carbon dioxide enriched atmospheres in the presence of oxygen. It also emphasizes the combined effect of several 'barriers' to inhibit and reduce aflatoxin in MAP products containing various levels of residual oxygen.

Relevante wetenschappelijke literatuur over verpakking en houdbaarheid voor verse maaltijden:

1) *Kevin C. Spencer "12 - Modified atmosphere packaging of ready-to-eat foods"; Innovations in Food Packaging; Food Science and Technology; 2005, Pages 185-203*

Modified atmosphere packaging (MAP) is the imposition of a gas atmosphere, typically containing an inert gas, such as nitrogen combined with an antimicrobially active gas, such as carbon dioxide, upon a packaged food product to extend its shelf life. MAP can significantly extend the shelf life of food products, thus prolonging the distribution chain and diminishing the need for centralized production. MAP provides an added barrier against spoilage, and can therefore improve shelf life and enhance product safety. MAP is inexpensive, easy to apply, and suitable for a wide range of packaging machinery and production venues. However, food manufacturing and transport to the end user is a complex process to which MAP contributes only a partial solution regarding shelf-life problems:

a constant chill chain and good hygiene in manufacture remain keys to maintaining the efficacy of the MAP process. Applying MAP to ready meals, in fact, presents considerable practical difficulties.

2) *M. Antonia Murcia, Magdalena Martínez-Tomé, M. Carmen Nicolás, Ana M. Vera*

"Extending the shelf-life and proximate composition stability of ready to eat foods in vacuum or modified atmosphere packaging"

The stability of the proximate composition (moisture, proteins, lipids and ash) and the microbiological state of cooked 'ready to eat' foods in vacuum or modified atmosphere packaging were examined and compared with conventionally packaged (in air) foods. The study was carried out for 7 and 29 days, during which time the food products were stored at 3°C. Vacuum or modified atmosphere packaging were effective for prolonging the shelf-life of the studied products up to 29 days with minimal changes in the proximate composition. Aerobic mesophilic, psychrotrophic microorganisms, and yeasts and moulds increased with time regardless of packaging type but more rapidly under conventional packaging.

3) *Silberbauer, A. & Schmid, M. J*

"Packaging Concepts for Ready-to-Eat Food: Recent Progress"

During recent years the market for convenience foods has grown rapidly. More and more consumers prefer ready-to-eat (RTE) products because of their advantageous minimal input of time and effort. The increasing awareness of health means there is a need for nutritious, high quality ready meals. Due to technological developments, the packaging industry is continuously coming up with innovative packaging. This is being driven by ecological challenges, policy, and consumer demands. However, only a few studies have hitherto been published on innovative packaging concepts for RTE food. The purpose of this review is to evaluate the status quo and recent progress in this area. It is important to understand the crucial factors for food packaging for RTE food, namely food safety and quality. Packaging concepts have focused on preventing microbial growth, so protecting consumers from food-borne diseases. Bio-based packaging materials such as polylactic acid and chitosan have limited mechanical properties. The use of nanomaterials or natural essential oils to replace synthetic additives could alleviate this. The combination with modified atmosphere packaging showed improvements and prolongation of the shelf life.

12.3 Vraag 5: Aanvullende informatie

Verpakkingen worden geproduceerd, gebruikt en afgedankt tot afval. Dit zijn verschillende levensfasen van de verpakkingen met elk sterk verschillende milieueffecten. Deze worden hieronder toegelicht.

Milieueffecten van productie

Elke productie van materialen leidt tot milieueffecten. Voor de productie van kunststof verpakkingen domineren de emissies van broeikasgassen, maar er zijn ook andere milieueffecten als de uitputting van grondstoffen, toxische effecten, watergebruik, landgebruik en zwerfafval. Deze effecten zijn niet voor alle kunststof verpakkingen even relevant [Pongrácz 2007, Nessi et al 2018].

De uitputting van grondstoffen is uiteraard relevant voor alle kunststoffen die gebaseerd zijn op aardolie. Echter in sommige kunststoffen zijn kleine hoeveelheden katalysator nodig die gebaseerd zijn op zeldzame metalen als antimoon (PET) en dat is dan specifiek relevanter voor dat type kunststof.

Toxische effecten die verband houden met gangbare kunststoffen zijn doorgaans gerelateerd aan additieven, monomeren en afbraakproducten. De chemische veiligheid van food-grade verpakkingkunststoffen wordt streng gereguleerd middels de voedselcontactmaterialenwetgeving, zodat deze toxische effecten doorgaans gering zijn. De hormoon verstorende werking van weekmakers uit PVC-gebruiksartikelen (zwembadjes, speelgoed, etc.) is een bekend geworden effect. Maar PVC wordt nauwelijks meer in verpakkingen gebruikt. Ook het styreenmonomeer uit polystyreen is een bekend ongewenst effect dat gereguleerd wordt [Geueke et al. 2018A, Geueke et al. 2018B, Hahladakis et al. 2018].

Watergebruik is pas vrij recent ontdekt als relevant milieueffect en daarover is nog relatief weinig bekend. Landgebruik is een ander milieueffect dat vooral speelt bij verpakkingen gemaakt van hernieuwbare grondstoffen [Jeswani et al. 2018].

Voor alle verschillende milieueffecten zijn of al maatstaven bedacht of worden deze ontwikkeld. Verder worden ze vaak met elkaar gecombineerd tot overall milieueffecten en soms worden deze gecombineerde effecten uitgedrukt in schaduw prijzen [Ligthart & Ansems 2019]. Hiermee wordt uitgedrukt met hoeveel geld dit milieueffect kan worden voorkomen. Een alternatieve aanpak is om te kiezen voor één dominante maatstaf. Huijbregts et al. laten zien dat de emissie van broeikasgassen en de daaraan verwante NREU (gebruik van niet-hernieuwbare energiebronnen) vaak de belangrijkste milieu-indicator is voor kunststof verpakkingen [Huijbregts et al., 2006].

Bij de vergelijking tussen verschillende verpakkingmaterialen naar het milieueffect van de productie speelt het stuksgewicht van de verpakking een grote rol. Bij vergelijkingen voor het verpakken van dezelfde hoeveelheid soep tussen bijvoorbeeld een metalen blik, glazen pot en een meerlaagse laminaatfolieverpakking, was de laatste het lichtste en veroorzaakte die ook het minste milieueffect van productie [Ligthart & Ansems 2019].

Naast conventionele kunststoffen zijn er ook hernieuwbare kunststoffen, ook wel biobased kunststoffen genoemd. Een voorbeeld van deze categorie zijn de 'drop-ins': dit zijn kunststoffen die niet uit aardolie maar uit natuurlijke hulpbronnen (suikerriet, glucose, stro, houtresten, etc.) zijn gemaakt, maar voor de rest dezelfde eigenschappen kennen als de conventionele kunststoffen. Een bekend voorbeeld hiervan is bio-PE van het petrochemische bedrijf Braskem dat gemaakt is van suikerriet. Omdat er plantaardig materiaal voor de productie van dit kunststof wordt gebruikt en planten koolzuurgas opnemen tijdens hun groei, wordt er netto koolzuurgas opgenomen voor de productie van deze kunststoffen [Molenveld & Bos 2019, Molenveld & Oever van den 2014, Oever van den et al. 2017, Odegaard et al. 2017].

Milieueffecten tijdens gebruik

Verpakkingen en verpakkingmaterialen worden gemaakt met een doel, namelijk om producten als levensmiddelen te bevatten en te beschermen. Bij grote consumentenartikelen is de situatie vaak relatief overzichtelijk. Dan weet het producerende bedrijf dat als ze hun tv's of koelkasten zonder

verpakking naar de winkels sturen dat ze bijvoorbeeld 5% van die artikelen beschadigd terugkrijgen, tegen bijvoorbeeld maar 0,2% als ze de artikelen goed verpakt sturen. Omdat die duurzame consumentenartikelen zo duur zijn, is het voor de producent een eenvoudig rekensommetje om met een goed beschermende verpakking van € 2,- productuitval van circa € 24,- (€ 500,- productprijs maal een verschil in uitval van 4,8%) te voorkomen. Deze artikelen vertegenwoordigen echter niet alleen een economische waarde, maar ook een milieueffect van productie. Het milieueffect van de productie is voor duurzame consumptiegoederen veel groter dan die van de beschermende verpakkingen en dus heeft het gebruik van de verpakking een netto positief milieueffect. De verpakking voorkomt de uitval van het product en daarmee het verlies aan milieueffect. Dus stel dat bij de productie van een duurzaam consumptieartikel 100 kg CO₂ wordt geproduceerd en voor de productie van de verpakking 1 kg CO₂ werd geproduceerd, dan zal bij de bovengemelde uitvalpercentages door de beschermende verpakking toch 3,8 kg CO₂ worden bespaard. Voor verpakte levensmiddelen geldt in principe dezelfde logica, al liggen de prijzen en uitstootwaarden per artikel en verpakking lager. De emissie van broeikasgassen is voor verpakkingen typisch 1–12% van de totale emissies in een levensmiddelverpakkingssysteem [Silvenius 2014]. Een groot verschil met duurzame consumptiegoederen is desalniettemin dat de aan de verpakking gerelateerde verliezen aan levensmiddelen minder goed bekend zijn, omdat ze verspreid door de keten plaatsvinden en meestal niet gedocumenteerd worden [Wohner et al. 2019, Thoden van Velzen & Linnemann 2008].

Milieueffecten na afdanking

In Nederland worden verpakkingen gerecycled die in de daarvoor bestemde gescheiden inzamelbakken worden geworpen (PMD, glas, OPK). Al deze recyclingketens kennen uitval, toch wordt het grootste deel van al deze stromen gerecycled naar of nieuwe verpakkingen of andere consumentenproducten [Thoden van Velzen et al. 2016, Brouwer et al. 2019]. In de meeste gemeenten wordt het restafval gestuurd naar afvalverbrandingsinstallaties (AVI). Een groeiende groep gemeenten laat hun restafval nascheiden, waarbij dan kunststoffen, drankenkartons en in sommige gevallen ook metalen vooraf uit het restafval worden gehaald en naar sorteer- en recyclingbedrijven worden gestuurd. Tijdens de verbranding in Nederlandse AVI's wordt energie teruggewonnen, in de vorm van elektriciteit en warmte. Na de verbranding worden uit de bodemassen van de AVI's metalen teruggewonnen. Bij al deze verwerkingsstappen treden milieueffecten op. In geval van recycling is het belangrijk om vast te stellen welke primaire grondstof de gerecyclede secundaire grondstof vervangt; deze vervanging vertegenwoordigt namelijk een positief milieueffect. Uiteraard moeten de milieueffecten van alle handelingen van inzameling, sortering en mechanische recycling wel hiervan afgetrokken worden. Doorgaans zijn deze milieueffecten gering ten opzichte van die van de vervanging van primaire grondstoffen [Geyer et al. 2015, Nessi et al. 2018, Haupt & Hellweg 2019] zodat recycling vaak een netto positief milieueffect vertegenwoordigt. Bij de verbranding van papieren en kunststof verpakkingen wordt dus energie teruggewonnen; dit kan worden ingeschat met de calorische waarde van de materialen en het gemiddelde energie-terugwinningsrendement van Nederlandse AVI's. Daarbovenop moet dan worden bekeken welke elektriciteit vervangen wordt; vervangen van energie uit kolen heeft immers een veel positiever milieueffect dan die uit windenergie. Omdat de energiemix in elk land anders is, is de uitkomst van een berekening van de milieueffecten in principe ook voor elk land anders [Thoden van Velzen 2011, Nessi et al. 2018]. Ook zijn er indirecte milieueffecten. Door de invoering van de gescheiden inzameling en recycling van huishoudelijke kunststof verpakkingen en drankenkartons is er verbrandingscapaciteit vrijgekomen bij de Nederlandse AVI's. Deze vrijgekomen capaciteit wordt gevuld met Engels en Iers huisvuil. Het netto effect is dus dat er minder huisvuil hoeft te worden gestort en meer kan worden verbrand, dit is een fors positief overall milieueffect [Ligthart et al. 2013].

Kortom, in het algemeen geldt dat hoe meer verpakkingen worden gerecycled, des te positiever het milieueffect is van de afdankfase. Grofweg is er dus een relatie tussen het recyclingpercentage van een verpakkingmateriaal en het positieve milieueffect in de afdankfase.

In het geval dat van tevoren bekend is dat een verpakking of consumptieartikel in de natuur zal worden afgedankt, of er geen goede methode bestaat om de restanten uit de natuur te verwijderen na gebruik (ballonnen, kleiduiden, golf tees, veel zwerfafval door fastfood restaurants) dan kan een bio-afbreekbare verpakking of gebruiksartikel toch nog een oplossing bieden. Hiervoor kunnen dan papier, karton en biologisch afbreekbare kunststoffen worden gebruikt [Molenveld & Bos, 2019, Molenveld & Oever van den 2014].

Resume

De milieu-impact van verpakkingsmaterialen wordt bepaald door de som van de effecten tijdens productie, gebruik en afdanking. Netto levert het gebruik van verpakkingsmaterialen bijna altijd een negatief milieueffect op, maar dit kan in het algemeen worden beperkt door het gebruik van zo licht mogelijke verpakkingen, biobased drop-ins te gebruiken, deze verpakkingen zoveel mogelijk te laten recycleren en de verpakkingen levensmiddelen te laten beschermen zodat de voedselverspilling wordt beperkt. Omdat doorgaans de milieueffecten van lichtere verpakkingen geringer zijn dan die van zwaardere, leidt het gebruik van kunststof verpakkingen tot minder milieueffecten dan die van papier, karton, glas en metaal.

Dit wetenschappelijk berekende milieueffect loopt echter niet gelijk op met sommige consumentenpercepties. Veel burgers denken dat papier, glas en metaal veel duurzamer zijn dan kunststof. Daarom kiezen sommige marketeers er ook bewust voor om kunststof verpakkingen er als papier te laten uitzien (paper-look). Dat zou de waardering van de consumenten verbeteren, waardoor deze eerder tot een aanschafbesluit zouden overgaan.

Zwerfafval wordt nu nog niet standaard in levenscyclusanalyses (LCA's) meegenomen als milieueffect [Nessi et al. 2018]. Zwerfafval van kunststof wordt vooral veroorzaakt doordat er geen afvalbeheersysteem is in een regio, of dat de burgers niet al het afval in de daarvoor bestemde afvalbakken werpen. De ontdekking van plastic soep in de Stille Oceaan heeft tot grote, brede verontwaardiging geleid. Het heeft tot bewustzijn geleid bij alle betrokkenen dat de kunststofketen beter moet worden gesloten, opdat er geen materiaal meer naar de natuur kan weglekken. Het leidt tot een veelvoud van maatregelen, waaronder het verbieden van eenmalige bruikbare kunststof artikelen (de zogenoemde SUP's), beter recyclebaar maken van kunststof verpakkingen, meer inzetten van recyclelaar in verpakkingen, opkopen van kunststofafval van junk-buyers in ontwikkelingslanden, etc.

12.4 Vraag 6: Aanvullende informatie

James P. Smith, Hosahalli S.Ramaswamy, Benjamin K.Simpson; Trends in Food Science & Technology; volume 1, July 1990, Pages 111-118

"Developments in food packaging technology. Part II. Storage aspects"

The shelf life of many perishable foods, such as meat, eggs, fish, poultry, fruits, vegetables and baked products, is limited in the presence of atmospheric oxygen due to three important factors: the chemical effect of atmospheric oxygen, the growth of aerobic spoilage microorganisms and attack by insect pests. Each of these factors, alone or in conjunction with one another, results in changes in colour, flavour and odour, and leads to an overall deterioration in food quality. In Part I of this two-part series, recent developments in packaging technology, with reference to selected processing methods, such as aseptic packaging and packaging innovations related to microwavable foods, were discussed. Part II reviews modified atmosphere packaging (MAP) and sous-vide (vacuum cooking) processing. Both of these preservation techniques are used extensively for the extension of food shelf life in Europe, and are now gaining acceptance as preservation techniques in the USA and Canada.

2) *B.P.F. Day, Chilled Foods (Third Edition), 2008*

"Modified atmosphere and active packaging of chilled foods"

Vacuum packaging

Vacuum packaging involves the simple evacuation of air from within a pack prior to hermetic sealing. Hence, vacuum packaging does not involve the replacement of the evacuated air with a gas mixture, as is the case with MAP. Notwithstanding, vacuum packaging does reduce the partial pressure of atmospheric gases within the vacuum packs and hence is capable of extending the shelf-life of perishable foods. Vacuum packaging is an established technique for packaging chilled foods such as primal red meats, cured meats and cheese. Similar to MAP, vacuum packaging extends the shelf-life of food by removing O₂ (and allowing build-up of CO₂ if there is microbial respiration) and thus inhibits the growth of aerobic spoilage micro-organisms and reduces the rate of oxidative deterioration (Yamaguchi, 1990).

Packaging materials

In order to maintain a vacuum around the food, high O₂ barrier materials and high levels of seal integrity are required. Although the requisite O₂ barrier for vacuum packaging depends on the type of food packaged, O₂ transmission rates of less than 15 cm³ m⁻² day⁻¹ atm⁻¹ are generally required. Also, packaging materials with low WVTRs must be used. Typical vacuum packaging materials consist of coextruded or laminated films such as OPP/EVOH/PE, PA/PE, PET/PE, OPP/PVDC/PE, OPP/PVDC/OPP and PVC/EVOH/PVC (Yamaguchi, 1990).

Vacuum skin packaging

Vacuum skin packaging is a technique which was developed to overcome some of the disadvantages of the traditional vacuum pack and MAP (White, 1990). The vacuum skin packaging concept relies upon a highly ductile plastic barrier laminate which is gently draped over a food product, thereby moulding itself to the actual contours of the product to form a second skin. The product's natural shape, colour and texture are highlighted and, since no mechanical pressure is applied whilst drawing the vacuum, soft or delicate products are not crushed or deformed. Successes of vacuum skin packaging in the UK market include sliced cooked and cured meats, pâté and fish products (e.g. peppered mackerel). Unlike vacuum packaging, vacuum skin packaging and MAP allow pre-sliced meats to be easily separated after pack opening. In vacuum skin packaging, the appearance of the product is enhanced and the wrinkle-free skin prevents product movement, thereby enabling vertical retail display. Also, since the bottom and top web films are sealed from the edge of the pack to the edge of the product, pack integrity is maximised and juice exudation is limited. Finally, vacuum skin packaging saves space in domestic refrigerators compared with MA packs and is ideally suited for freezing since the second skin prevents formation of ice crystals on the product surface, thereby eliminating freezer burn and dehydration (White, 1990).

3) M. Rossi, in *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, 2003

"CHILLED STORAGE | Packaging Under Vacuum"

Cheese

Vacuum packaging is mainly applied to hard and semihard types of cheese, for both industrial and consumer units, and its effect in storage-life extension is due mainly to:

- elimination of surface drying;
- slowing down of fungal growth;
- limitation of oxidation of fatty substances.

An interesting application of vacuum packaging is the curing in the package technology that is utilized for certain types of cheeses (Emmenthal, Gouda, Edam). The cheese is vacuum-packaged at an early curing stage and cured inside the package. This technique improves yield (limiting rind formation and water loss) and allows a certain product standardization. Curing in the package is particularly demanding in terms of gas transmission properties of the packaging material; a good compromise is necessary between a sufficiently high carbon dioxide permeability to allow the escape of gas formed inside the cheese during curing and a sufficiently low oxygen transmission rate to avoid mold growth. The gas-transmission rate requirements can vary from cheese type to cheese type and also depend upon production conditions, which are often variable among different dairies.

4) A. Embleni, in *Trends in Packaging of Food, Beverages and Other Fast-Moving Consumer Goods (FMCG)*, 2013

"Modified atmosphere packaging and other active packaging systems for food, beverages and other fast-moving consumer goods"

Vacuum packaging refers to the technique of removing air from a pack prior to sealing and it predates the use of gases as a means of food preservation. Its principal purpose is to remove oxygen by pulling the packaging material into intimate contact with the product. It works particularly well for frozen poultry such as turkeys, where the exclusion of air helps to reduce freezer burn, and for fatty fish such as salmon. Hand and semi-automatically operated vacuum packaging chamber machines are available, offering a relatively low cost option (vs. MAP gas packaging), for small- and medium-sized companies such as farms selling their own fresh meat and bacon.

A significant advantage of vacuum packaging is that the pack volume is virtually the same as the product volume, with no 'empty' space inside the pack. However, this also means that products such as joints of meat are of unequal size, making them difficult to display. Dry goods such as pasta (provided the product can withstand the force of the packaging material being pulled around it without breaking up) lend themselves well to vacuum packaging. Products such as ground coffee and dried yeast can be packed in regular brick-shaped packs, thus minimising storage and distribution costs. Moderate vacuum packaging (MVP) is a variation of traditional vacuum packaging, used for respiring products such as prepared fruit and vegetables. The product is packed in a rigid airtight container or a pouch and is surrounded by normal air, but at a reduced pressure (around one-third of normal atmospheric pressure). This slows down the metabolism of the product and the growth of spoilage organisms (Laurila and Ahvenainen, 2002).

13 Literatuurlijst

- Adebiyi, A., Adeyemi, I., & Olorunda, A. (2020, October). Effects of processing conditions and packaging material on the quality attributes of dry-roasted peanuts. *Science of food and agriculture*, 82(13), pp. 1465-1471. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1192>.
- Agamuthu, P., Mehran, S., Norkhairah, A., & Norkhairiyah, A. (2019, May 14). Marine debris: A review of impacts and global initiatives. *Waste Management & Research*, 37(10), pp. 987-1002. <https://doi.org/10.1177/0734242X19845041>.
- Brouwer, M., Picuno, C., Thoden van Velzen, E., Kuchta, K., De Meester, S., & Ragaert, K. (2019, December). The impact of collection portfolio expansion on key performance indicators of the Dutch recycling system for Post-Consumer Plastic Packaging Waste, a comparison between 2014 and 2017. *Waste management*, 100, pp. 112-121. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.09.012>.
- CBL. (2020, February 15). *Nieuwsberichten*. Opgehaald van CBL: <https://www.cbl.nl/consumenten-hebben-weer-vertrouwen-in-de-supermarkt-2/>
- Day, B. (2008). 8 - Modified atmosphere and active packaging of chilled foods. *Chilled Foods (Third edition)*, pp. 158-187. <https://doi.org/10.1533/9781845694883.1.158>.
- Ellen MacArthur Foundation. (2016). *The new plastic economy - rethink the future of plastics*. Cowes, United Kingdom: Ellen MacArthur Foundation.
- Ellis, W., Smith, J., Simpson, B., Ramaswamy, H., & Doyon, G. (1994, May). Growth of and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in peanuts stored under modified atmosphere packaging (MAP) conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 22 (2-3), pp. 173-187. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)90140-6](https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)90140-6).
- Embleni, A. (2013). *Trends in Packaging of Food, Beverages and Other Fast-Moving Consumer Goods (FMCG) - chapter 2*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. <https://doi.org/10.1533/9780857098979.22>.
- FNLI, NVG & CBL. (2017). *Brancheplan verduurzaming verpakkingen 2015-2017*. KIDV.
- Geueke, B., & Muncke, J. (2018, December). Substances of Very High Concern in Food Contact Materials: Migration and Regulatory Background. *Packaging technology and science*, 31 (12), pp. 757-769. <https://doi.org/10.1002/pts.2288>.
- Geueke, B., Groh, K., & Muncke, J. (2018, August 20). Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials. *Journal of Cleaner Production*, 193, pp. 491-505. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.005>.
- Geyer, R., Kuczenski, B., Zink, T., & Henderson, A. (2016, October). Common Misconceptions about Recycling. *Journal of Industrial Ecology*, 20 (5), pp. 1010-1017. DOI: 10.1111/jiec.12355.
- Hahladakis, J., Velis, C., Weber, R., Iacovidou, E., & Purnell, P. (2018, February 15). An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 344, pp. 179-199. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.10.014>.
- Haupt, M., & Hellweg, S. (2019, September). Measuring the environmental sustainability of a circular economy. *Environmental and Sustainability Indicators*, pp. 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100005>.
- Huijbregts, M., Rombouts, L., Helleweg, S., Frischknecht, R., Hendriks, J., van de Meent, D., . . . Struijs, J. (2006). Is Cumulative Fossil Energy Demand a Useful Indicator for the Environmental Performance of Products? *Environmental Science & Technology*, 40 (3), pp. 641-648. <https://doi.org/10.1021/es051689g>.
- Jeswani, H., Helleweg, S., & Azapagic, A. (2018, December 15). Accounting for land use, biodiversity and ecosystem services in life cycle assessment: Impacts of breakfast cereals. *Science of The Total Environment*, 645, pp. 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.088>.
- KIDV. (2017). *Zeven tips voor duurzaam verpakken (aangepast overgenomen)*. <https://www.kidv.nl/7650/tips-kidv.pdf?ch=DEF>: KIDV.
- Leufven, A., Sedaghat, N., & Habibi, M. (2010). Influence of different packaging systems on stability of raw dried pistachio nuts at various conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 8 (5), pp. 576-581. [http://www.idosi.org/aejaes/jaes8\(5\)/16.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes8(5)/16.pdf).

-
- Ligthart, T., & Ansems, A. (2019). EnvPack, an LCA-based tool for environmental assessment of packaging chains: Part 2: influence of assessment method on ranking of alternatives. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(5), pp. 915-925. <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1531-z>.
- Ligthart, T., Valkering, M., & Ansems, A. (2013). *Life Cycle Assessment of beverage carton*. Utrecht. <https://www.kidv.nl/1669/tno-report-r-final.pdf>: TNO report 2013 R12036.
- Meldpunt verpakkingen. (2019, 11 10). FAQ. Opgehaald van Meldpunt Verpakkingen: <https://meldpuntverpakkingen.nl/?ch=MP>
- Milieucentrale. (2020, April 03). *Keurmerkenwijzer*. Opgehaald van Milieucentrale: <https://keurmerkenwijzer.nl/overzicht/verpakking-en-afval/>
- Molenveld, K., & Bos, H. (2019). *Biobased plastics 2019*. Wageningen. <https://doi.org/10.18174/464407>: Wageningen Food & Biobased Research.
- Molenveld, K., & van den Oever, M. (2014). *Catalogus biobased verpakkingen*. Wageningen. <https://edepot.wur.nl/315812>: Wageningen Food & Biobased Research.
- Murcia, M., Martinez-Tomé, M., Nicolás, M., & Vera, A. (2003, December). Extending the shelf-life and proximate composition stability of ready to eat foods in vacuum or modified atmosphere packaging. *Food Microbiology*, 20 (6), pp. 671-679. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(03\)00013-3](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(03)00013-3).
- Natuur & Milieu. (2019). *Duurzaamheid van verpakkingen in de supermarkt*. <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2019/08/NM-Duurzame-Verpakkingen-rapport-ia-v8-1.pdf>: Natuur & Milieu.
- Nessi, S., Bulgheroni, C., Konti, A., Sinkko, T., Tonini, D., & Pant, R. (2018). *Environmental sustainability assessment comparing through the means of lifecycle assessment the potential environmental impacts of the use of alternative feedstock for plastic articles in comparison to using current feedstock*. JRC technical report.
- Odegaard, I., Nusselder, S., Lindgreen, E., Bergsma, G., & de Graaff, L. (2017). *Biobased Plastics in a Circular Economy - Policy suggestions for biobased and biobased biodegradable plastics*. Delft. 17.2J66.74: CE Delft.
- Oever van den, M., Molenveld, K., Zee van der, M., & Bos, H. (2017). *Bio-based and biodegradable plastics : facts and figures : focus on food packaging in the Netherlands*. Wageningen. <http://dx.doi.org/10.18174/408350>: Wageningen : Wageningen Food & Biobased Research.
- Pongrácz, E. (2007). The environmental impacts of packaging. *Environmentally Conscious Materials and Chemicals Processing*, p. Chapter 9. <https://doi.org/10.1002/9780470168219.ch9>.
- Rijksoverheid. (2020, 03 03). *Kunststofafval in de zee (plastic soep)*. Opgehaald van Rijksoverheid - Afval: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/afval/kunststofafval-in-zee-plastic-soep>
- Rossi, M. (2016). Chilled Foods: Packaging Under Vacuum. *Encyclopedia of Food and Health*, pp. 23-27. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00146-X>.
- Scussel, V., Giordano, B., Simao, V., Manfio, D., Galvao, S., & Nazaré Ferreira Rodrigues, M. (2011). Effect of Oxygen-Reducing Atmospheres on the Safety of Packaged Shelled Brazil Nuts during Storage. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2011, p. 9 pages. <https://doi.org/10.1155/2011/813591>.
- Shakerardekani, A., & Karim, R. (2012, February). Effect of Different Types of Plastic Packaging Films on the Moisture and Aflatoxin Contents of Pistachio Nuts During Storage. *Journal of Food Science Technology*, pp. 409. <https://doi.org/10.1007/s12197-012-0624-0>.
- Silberbauer, A., & Schmid, M. (2017, December). Packaging Concepts for Ready-to-Eat Food: Recent Progress. *Journal of Packaging Technology and Research, Package Technol Res 1.*, pp. 113-126. <https://doi.org/10.1007/s41783-017-0019-9>.
- Silvenius, F., Grönman, K., Katajajuuri, J., Soukka, R., Koivupuro, H., & Virtanen, Y. (2014). The Role of Household Food Waste in Comparing Environmental Impacts of Packaging Alternatives. *Packaging Technology and Science*, 27(4), pp. 277-292. <https://doi.org/10.1002/pts.2032>.
- Smith, J., Ramaswamy, H., & Simpson, B. (1990, July). Developments in food packaging technology. Part II. Storage aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 1, pp. 111-118. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(90\)90086-E](https://doi.org/10.1016/0924-2244(90)90086-E).
- Spencer, K. (2005). 12 - Modified atmosphere packaging of ready-to-eat foods. *Innovations in Food Packaging*, pp. 185-203. <https://doi.org/10.1016/B978-012311632-1/50044-9>.

-
- Thoden van Velzen, E. (2011). *Natuurlijk verpakt, milieueffecten van hernieuwbare, biologisch afbreekbare verpakkingen (report 1142)*. Wageningen. <http://edepot.wur.nl/161861>: Wageningen UR Food & Biobased Research.
- Thoden van Velzen, E., & Linnemann, A. (2008). Modified atmosphere packaging of fresh meats—sudden partial adaptation caused an increase in sustainability of dutch supply chains of fresh meats. *Packaging Technology and Science*, 21(1), pp. 37-46. <https://doi.org/10.1002/pts.776>.
- Thoden van Velzen, E., Brouwer, M., & Augustunus, A. (2016). *Contributions of municipalities to the recycling of post-consumer packages - Scientific basis for a municipal recycling model*. Wageningen. <http://dx.doi.org/10.18174/395580>: Wageningen Food & Biobased Research (report 1687).
- Volkscrant. (2018, 04 16). News. Opgehaald van Volkscrant: <https://www.volkscrant.nl/nieuws-achtergrond/waarom-slaan-verpakkingsvrije-winkels-toch-niet-aan-in-nederland~b26c2b39/>
- White, A., & Lockyer, S. (2020, February 16). Removing plastic packaging from fresh produce – what’s the impact? *Nutrition Bulletin*, 45(1), pp. 35-50. <https://doi.org/10.1111/nbu.12420>.
- Wohner, B., Pauer, E., Heinrich, V., & Tacker, M. (2019). Packaging-Related Food Losses and Waste: An Overview of Drivers and Issues. *Packaging and Resource Management*. 11(1). *Special issue: Packaging Sustainability - The Role of Packaging in Reducing Food Waste*, p. 264. <https://doi.org/10.3390/su11010264>.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Food & Biobased Research
Bornse Weilanden 9
6708 WG Wageningen
www.wur.nl/wfbr
info.wfbr@wur.nl

Rapport 2045

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

