

Verpakkingen voor vers vlees

Verwachte ontwikkelingen tussen 2011-2030 en het energiebesparingspotentieel

Eindversie: 25 november 2011

dr. E.U. Thoden van Velzen

Rapport 1287

Colofon

Titel	Verpakkingen voor vers vlees
Auteur(s)	E.U. Thoden van Velzen
Nummer	1287
ISBN-nummer	978-94-6173-082-4
Publicatiedatum	25 November 2011
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	--
Goedgekeurd door	Joost Snels

Wageningen UR Food & Biobased Research
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.fbr@wur.nl
Internet: www.wur.nl

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek

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.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Abstract

Fresh meat is highly perishable and packaging technologies can extend the shelf life of fresh meat products. With advanced packaging technologies like skin packaging and oxygen-free modified atmosphere packaging it is even possible to extend the shelf life of fresh meat products to several weeks. The fresh meat will, however, color purple in these advanced packaging solutions and it is essential that consumers will accept this new fresh quality. If so, this extended shelf life can be used to reduce the shrinkage and wastage of fresh meat products in the food chain. This will reduce the total operational costs and potentially also the total environmental pressure. This, however, demands that an intelligent purchase and order policy is followed, which is aimed at the reduction of food wastage. In case the Dutch fresh meat chains succeed with an integral approach to reduce the meat wastage by application of advanced packaging technologies in combination with an intelligent purchase policy an overall energy saving of 8 PJ/a can be achieved within a few decades time, which roughly equals 66% of the current energy use of the Dutch fresh meat production chain.

Inhoudsopgave

Abstract	3
1 Inleiding	5
2 Methoden	7
3 Resultaten	8
3.1 Bewaren van vers vlees	8
3.2 Standaard verpakkingstechnologieën	9
3.2.1 Verpakken onder beschermende atmosfeer met verhoogd zuurstofgehalte	10
3.2.2 Verpakken onder een beschermende, zuurstofarme atmosfeer	12
3.2.3 Vacuüm en skinverpakkingen	13
3.2.4 Verpakkingstechnologie voor vleeswaar	16
3.2.5 Verpakkingstechnologie voor bewerkte vleesproducten	17
3.2.6 Verpakkingstechnologie voor verse maaltijden	17
3.3 Toekomstvisie	18
3.3.1 Duurzame verpakkingen	20
3.3.2 Duurzame logistiek	22
3.3.3 Ontwikkelingen op de middellange termijn	24
3.4 Energiebesparing en vleesverpakkingen	25
4 Discussie	28
5 Conclusies	29
Verwijzingen	30
Samenvatting	31
Bijlage	36

1 Inleiding

De Nederlandse vleesindustrie wenst een energiebesparing van 30% te verwezenlijken in 2030 (ten opzichte van 2010). Dit is een belangrijke deeldoelstelling van het duurzaamheidsprogramma. De vleesindustrie wenst te verkennen welke energiebesparing te verwezenlijken is door te innoveren in de verpakkingstechnologie voor vers vlees. Dit rapport is geschreven in opdracht van de Nederlandse vleesindustrie middels Agentschap NL en beoogt een overzicht te geven van de huidige verpakkingstechnologieën voor vers vlees en verwante producten (vleeswaar en vers vlees in verse maaltijden), een verwachting te doen van de toekomstige ontwikkelingen en een ruwe inschatting te maken van het energiebesparingspotentieel.

Verpakken is een ketenactiviteit. Hetgeen betekent dat de prestaties van verpakkingstechnologieën voor vers vlees worden bepaald door de initiële kwaliteit van het vlees en de distributieomstandigheden tot aan het moment van consumptie. Vlees verpakkende bedrijven worden verantwoordelijk gehouden voor de kwaliteit van de verpakking en de houdbaarheid van het verse vlees in die verpakking. Soms reikt deze verantwoordelijkheid zelfs tot het moment van consumptie. Dit vereist echter wel controle van de keten voorwaarts en achterwaarts. Om de kwaliteit van het verpakte product te garanderen zullen vlees verpakkende bedrijven niet alleen aangekocht vlees moeten selecteren op meetbare parameters als totaal aeroob kiemgetal en kleur, maar zich in toenemende mate eveneens moeten gaan bemoeien met veehouderij-aspecten als veevoersamenstelling, weidegang, groepsgrootte, etc. Bovendien zullen er afspraken moeten worden gemaakt over de koude keten in de supermarkten en in de toekomst mogelijk zelfs de belichting van het vlees in de koelmeubels, zodat er gezamenlijk wordt gewerkt aan zo hoog mogelijke kwaliteit van het verpakte vlees tot op het moment van consumptie. Zodoende zal de Nederlandse vleesindustrie afhankelijk zijn van veevoerproducenten, veehouders en supermarkten om zijn duurzaamheidsdoelen te halen.

De technische basis onder de meeste verpakkingstechnologieën is veelal tientallen jaren oud en in essentie onveranderd. Door innovatie in dunnere materialen en efficiëntere middelen is de uitvoering wel praktisch verbeterd. Bovendien is de kwaliteit van het te verpakken vlees sterk verbeterd (gemiddelde initiële besmetting is gedaald en de spreiding in vleeskwaliteit is verminderd) en is de temperatuurbeheersing in de keten verbeterd. Hierdoor kunnen nu aanzienlijk langere houdbaarheden worden bereikt met dezelfde verpakkingstechnologie ten opzichte van 10 jaar geleden.

Rond de eeuwwisseling is er veel aandacht geweest voor zogenoemde actieve en intelligente verpakkingstechnologieën. Ook de auteur heeft destijds enthousiast proeven verricht met zuurstof-absorbers, koolzuur-afgevers, etherische olieafgifte, TTP's (temperatuur-tijd-integratoren), bederfindicatoren, RFID-tags (radiofrequente identificatielabels), enzovoort. Dit heeft wel tot verscherpte wetenschappelijke inzichten geleid, maar niet tot praktijk toepassingen

in Europa op consumentverpakkingen voor een veelvoud van redenen, waarvan de belangrijkste in algemene zin zijn: beperkt technisch nut, hogere kosten ten opzichte van alternatieve verbeteringen in het levensmiddel zelf, hoge wetgevende barrières binnen de EU voor toestemming van gebruik van dit type verpakkingen en de vrees voor een lage acceptatie van nieuwe verpakkingstechnologieën door consumenten en andere belanghebbenden. Hierdoor is er erg veel in de publieke literatuur verschenen over dergelijke actieve en intelligente verpakkingssinnovaties, zonder dat dit tot zichtbare toepassingen heeft geleid. Deze innovaties zullen minder aandacht krijgen, voornamelijk in het hoofdstuk mogelijke toekomstige innovaties.

Omdat energiebesparing het uiteindelijke doel van de innovaties is en het grootste deel van het energiegebruik in de vleesketen veroorzaakt wordt door het product en niet door de verpakking, is de factor reductie van voedselverspilling middels een langere houdbaarheid van de verpakking dominant. Dus een geavanceerde verpakking kan het totale energiegebruik verlagen door de uitval van bedorven vlees te beperken in de keten, aangezien het energiegebruik van de verpakking zelf beperkt is. Omdat echter het milieueffect van verpakkingen zo in de publieke belangstelling staat, zijn er echter wel diverse vleesverpakkingen ontwikkeld waarvan de milieudruk lager uitpakt. Ook deze hernieuwbare, herbruikbare en hergebruikte verpakkingen worden besproken.

In dit rapport zullen achtereenvolgens de volgende onderwerpen worden behandeld:

- De huidige stand van zaken ten aanzien van het gebruik van verpakkingstechnologieën voor vers vlees, vleeswaar, verse maaltijden, gemarineerd vlees, bewerkt vlees en snacks in Nederland en Europa,
- Verbeterperspectieven voor 2015, 2020 en 2030 voor bestaande en nieuwe verpakkingstechnologieën, inclusief de kritieke punten, mogelijke barrières en verwachte toepasbaarheid.
- De energiebesparingsmogelijkheden die innovatie in de productieketens van de vleesverwerkende industrie bieden.

2 Methoden

Voor het schrijven van dit rapport zijn vier stappen doorlopen.

Ten eerste werd een conceptrapport geschreven op basis van de publieke literatuur, de kennis van de auteur en een korte telefonische rondgang langs betrokken bedrijven en buitenlandse collega onderzoekers.

Vervolgens werd dit conceptrapport voorgelegd aan betrokken uit de Nederlandse vlees- en verpakkingindustrie en die mochten inbreng aanleveren die op feitelijk juistheid werd beoordeeld. Hierna werden de bevindingen gepresenteerd aan geïnteresseerde vertegenwoordigers van de vleesindustrie middels twee workshops. Deze presentaties en discussies vonden plaats op 13 september en 10 oktober 2011 en werden gefaciliteerd door DNV. Als laatste en vierde stap werden alle verbeterpunten die verifieerbaar juist bleken, meegenomen in het openbare eindrapport.

3 Resultaten

3.1 Bewaren van vers vlees

Vers vlees bederft snel door microbiologische groei, verkleuring, ranzig worden, enzymatische activiteit, structuurverlies, etc. Deze verschillende bederfmechanismen worden effectief geremd door het nemen van hygiënemaatregelen, koelen en verpakken. De eerste twee maatregelen zijn het meest effectief en bekend. De verpakkingstechnologie voor vlees wordt in dit rapport besproken.

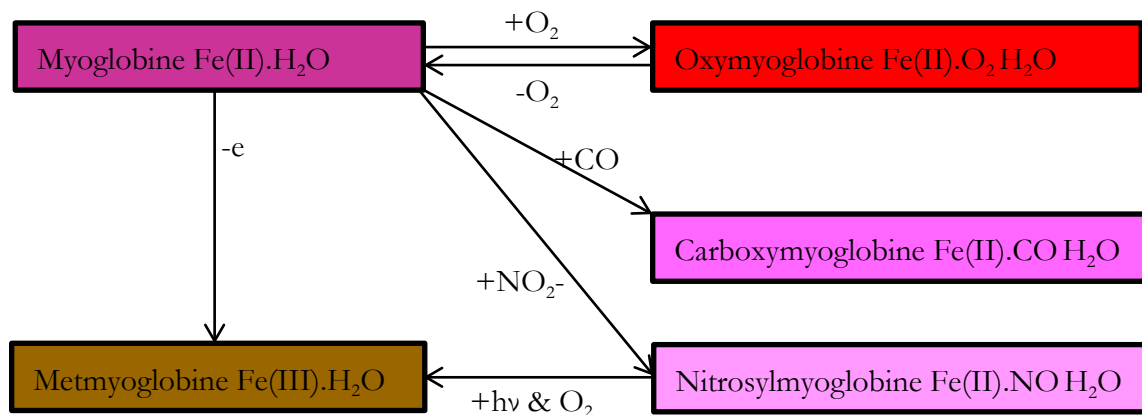
Vers vlees is biologisch en biochemisch actief. Er is een beperkte ademhalingsactiviteit, enzymatische activiteit, microbiologische activiteit en er vinden beperkt biochemische reacties plaats die zich uiten in verkleuring (voornamelijk reacties rond de heemgroep), ongewenste geuren (hoofdzakelijk vetoxidatie) en structuurveranderingen (in sarcoplasma en sarcolemma). De eerste dagen na de slacht is er nog een geringe mitochondriale ademhaling aantoonbaar en daarna is het vooral microbiologische ademhaling. Deze activiteit is beperkt, bijvoorbeeld vers rundergehakt bij 4°C in een hermetisch gesloten vat (met dubbel zo groot volume) verlaagt de zuurstofspanning naar ca. 15% en verhoogt de koolzuurspanning naar ca. 5% in 2 dagen tijd. Alleen producten als Filêt Americian hebben een grotere activiteit en bij de verpakking-constructie moet er rekening gehouden worden met hogere doorlaatbaarheid van de verpakking. De enzymatische reacties in het verse vlees kunnen van buiten uit niet gestopt worden, zonder het vlees te koken of met hoge druk te behandelen. De microbiologische activiteit en de biochemische reacties kunnen echter wel worden geremd door het vlees te bewaren in andere atmosferen dan lucht.

Het belangrijkste soort bederforganisme op vers vlees is *Pseudomonas*, naast vele anderen. Juist de groei van *Pseudomonas* en enkele schimmelsoorten op vers vlees wordt geremd door koolzuurgas in de omgeving van het vlees, terwijl andere bederforganismen zoals melkzuurbacteriën niet geremd worden door koolzuur en juist hierdoor relatief meer naar de voorgrond komen. Het *overall* effect van het bewaren van vers vlees in koolzuurgas is evenwel dat de groei van het totale kiemgetal vertraagd wordt en daarmee de houdbaarheid verlengd.

De kleur van vlees wordt bepaald door een ingewikkeld evenwicht tussen verschillende vormen van ijzerhoudend myoglobine eiwit en de totale concentratie hiervan in het weefsel: het paarse myoglobine, kersenrode oxymyoglobine en het bruine metmyoglobine. De ligging van dit evenwicht wordt zeer sterk door de zuurstofspanning in de omgevingslucht bepaald, zie Figuur 1. In het geval de omgevingslucht helemaal geen zuurstof bevat, heeft vers vlees een paarse kleur. In het geval de zuurstofspanning laag is (1-5%) is, verkleurt vers vlees het snelste bruin en in het geval de zuurstofspanning verhoogt is (>20%) blijft het vlees langer rood. Desalniettemin oxideert het vlees ook in een atmosfeer met een verhoogd zuurstofgehalte uiteindelijk bruin-grijs. Aangezien het Nederlandse publiek de kersenrode kleur als die van vers vlees herkent, is het streven van een populaire verpakkingstechnologie de verhoogde zuurstofatmosfeer zo lang

mogelijk te bewaren. Dit heet verpakken onder een beschermende atmosfeer met een verhoogd zuurstofgehalte, in het Engels vaak afgekort als HiOx MAP.

Deze technologie heeft echter als keerzijde dat onverzadigde vetten sneller kunnen gaan oxideren en nare bijgeuren en smaken kunnen gaan vormen. Voor het tegengaan van vetoxidatie kan er juist beter een atmosfeer met een zo laag mogelijke zuurstofspanning worden gekozen.



Figuur 1: Vereenvoudigd schema van de reacties die het kleur-dragend eiwit (Myoglobine) van vlees kunnen ondergaan.

3.2 Standaard verpakkingstechnologieën

De traditionele verpakkingwijze voor vers vlees is in een plastic wikkel, draagtas of op een EPS schaal met PVC rekwikkelfolie. Het wikkel en de draagtas komen voornamelijk voor bij zelfstandige slaggers en in de ambulante handel. In supermarkten die traditioneel verpakt vlees verkopen wordt veelal EPS schalen met PVC rekwikkelfolie gebruikt. Hierbij ervaart het vlees lucht als omgevingsatmosfeer, waardoor het kersenrood kleurt voor een aantal dagen.

Bruinverkleuring kan na 4-6 dagen een probleem worden en houdbaarheidsbeperkend zijn.

Tegelijkertijd wordt de microbiologische groei niet geremd en zal het meeste verse vlees na 5 dagen aan de lucht bij koeltemperaturen het maximaal wenselijke kiemgetal bereiken. De microbiologische groei is meestal de houdbaarheidsbeperkende factor voor vers vlees dat onder lucht wordt verpakt en de daarbij horende bederfaspecten (slijm en geurvorming). De precieze houdbaarheid bij verpakken onder lucht is uiteraard afhankelijk van de distributietemperatuur, het soort vlees en de beginbesmetting en 5 dagen maximaal.

Voor het industrieel voor-verpakken van vers vlees onder lucht worden automatische rekwikkelmachines gebruikt. Hierbij wordt het vlees op schuimschaal door een tunnel gevoerd waarbij het rekwikkelfolie van bovenaf strak om het vlees gespannen wordt en van alle kanten naar de onderkant wordt samengebracht, gevouwen en dichtgeseald. Vaak wordt bij de uitgang van de rekwikkeltunnel direct het etiket bovenop het strakgespannen folie aangebracht.

3.2.1 *Verpakken onder beschermende atmosfeer met verhoogd zuurstofgehalte*

In 1975 werd in Nederland voor het eerst vers vlees in een beschermende atmosfeer met verhoogd zuurstofgehalte verpakt. Inmiddels dit de meest toegepaste verpakkingstechnologie voor vers vlees in Nederland. Aanvankelijk noemde de toenmalige producent dit “Atmosverpakken”, in het Engels wordt deze technologie vaak als HiOx MAP aangeduid. Hierbij wordt het geportioneerde verse vlees in een schaal gelegd, gevacumeerd, de gewenste gassenstelling ingebracht en de verpakking dicht geseald. Doelatmosferen zijn typisch 70% O₂ en 30% CO₂ of 60% O₂, 30% CO₂ en 10% N₂. In Amerikaanse literatuur wordt eveneens melding gemaakt van 80% O₂ en 20% CO₂, maar onder de Nederlandse praktijk blijkt minder dan 25% CO₂ niet raadzaam om de microbiologische groei voldoende af te remmen. Met deze technologie kan het verse vlees dus zowel rood worden gehouden als dat de microbiologische groei kan worden geremd.

In het algemeen worden hier twee soorten verpakkingmachines voor gebruikt; schalensluiters en thermoformeermachines. De schalensluiters gebruikt reeds gevormde schalen en een rol top-folie terwijl de thermoformeermachine twee rollen folie als invoer heeft; één rol top-folie en één rol onderfolie. Deze onderfolie wordt in de machine verwarmd en gevormd tot schalen middels verwarmde matrijzen, stempels en / of vacuüm. Met de schalensluiters kan een grotere range aan schalen worden toegepast. De thermoformeermachine is in principe goedkoper, maar vereist wel personeel met een iets groter technisch inzicht en meer onderhoud.

Het feitelijk bereikte vacuüm met vers vlees is ongeveer 15-20 mbar, waardoor bij begassing met 30% koolzuur het feitelijke ingebrachte gehalte koolzuur op 29% uitkomt. Een dieper vacuüm vergt meer tijd en kan zelfs leiden tot beschadigingen van de vleesstructuur. Vaak wordt er met een lichte overdruk begast en verpakt. Hierdoor staat het top-folie van de top-sealverpakking licht bol direct na het afvullen, echter door het oplossen van koolzuurgas in het vlees in het eerste uur na het afvullen, verdwijnt de overdruk en komt het top-folie vanzelf strak te staan. Wanneer er niet met lichte overdruk wordt verpakt of de verhouding tussen het volume van de kopruimte en het vlees lager dan anderhalf wordt gekozen zal er na verloop van enkele dagen een pseudovacuum ontstaan waarbij het top-folie hol staat. Het hol of bol staan van het top-folie wordt zoveel mogelijk voorkomen door de vlees-verpakkende industrie aangezien veel consumenten dit niet accepteren en vermoeden dat het vlees bedorven is.

De houdbaarheid die met deze technologie kan bereiken is sterk afhankelijk van de ingangskwaliteit van het verse vlees, in het bijzonder de beginbesmetting en het gehalte natuurlijke antioxidanten als Vitamine E. Rond de eeuwwisseling werd er met deze technologie houdbaarheden van 8 dagen bereikt met sterke vleesproducten en 5 dagen voor maalvleesproducten. De beginbesmetting varieerde toen tussen de 10.000 en 100.000 KVE/gram (kolonievormende eenheden per gram). Alhoewel het grootste deel van de verpakkingen geen problemen had, deden zich uiteraard wel de gebruikelijke problemen voor met onverhoopt hoger besmet vlees, uitzonderlijk veel uittredend weefselvocht en beenmergverkleuring. Deze problemen zijn inmiddels opgelost.

Door allerlei verbeteringen in het slachtproces is inmiddels de gemiddelde beginbesmetting gedaald naar tussen de 1.000 en 10.000 KVE/gram. Bovendien is de koelketen inmiddels beter gesloten. Hierdoor is gemiddelde houdbaarheid van vers vlees in dezelfde verpakkings-technologie gestegen van 8 naar 10 en in sommige gevallen zelfs al 12 dagen.

Een belangrijke algemene randvoorwaarde voor deze houdbaarheid is dat het vlees verpakt blijft in deze atmosfeer. In het geval de verpakking tussentijds zou worden geopend en daarna weer onder beschermende atmosfeer wordt verpakt kunnen de organismes zich herstellen, gewinnen, sneller terug groeien, waardoor de totale houdbaarheid verkleind wordt.

Voor deze technologie worden barrièreschalen en barrière top-folie ingezet. Doel is gedurende de houdbaarheid het verlies aan koolzuur en zuurstof te beperken, zodat de beschermende atmosfeer in stand blijft en het pseudovacuum wordt voorkomen. Door de verlengde houdbaarheidsduur zijn de doorlaatbaarheidseisen die aan de totale verpakking worden gesteld aangescherpt. Desalniettemin wordt er nog een grote verscheidenheid van soorten schalen en soorten top-folie gebruikt. Het top-folie heeft een dunne, transparante en efficiënte barrièrelaag nodig, welke gebaseerd kan zijn op OPET, PA of EVOH, daarnaast is er een seallaag nodig die past bij de gebruikte schaal vaak PE of CPP waar door toevoegingen antifog-eigenschappen aan gegeven zijn. Kortom, een typische opbouw voor een top-folie is: OPET/PP, PP/EVOH/PE of PP/PA/PE. De meeste schalen zijn gebaseerd op PET, PP of PS/EVOH. De transparante PET schalen hebben een dunne PE binnenlaag die het rimpelloos sealen met top-folie mogelijk maakt. De gekleurde PP schalen zijn meestal homogeen en de witte PS/EVOH/PE schalen zijn meestal gethermoformeerd en hebben ook een dunne PE binnenlaag die het rimpelloos sealen mogelijk maakt.

Tabel 1: Overzicht van de zuurstofdoorlaatbaarheidswaarden voor de meest gangbare schalen en top-folies van ca. 0.03 m² die gebruikt worden voor het verpakken onder een beschermende atmosfeer van vers vlees. Door de bijdrage van schaal en top-folie op te tellen krijgt men een inschatting van de totale doorlaatbaarheid van de verpakking.

Verpakkingscomponent	Zuurstofdoorlaatbaarheid, [ml/m ² .bar.dag] bij 22°C en 50%RV	Zuurstofdoorlaatbaarheid, [ml/bar.dag] bij 22°C en 50%RV
PP-vleesschaal	nvt	5 - 7
PET-vleesschaal	nvt	0,1 – 0,5
EPS-EVOH-vleesschaal	nvt	<0,1
CPP-OPET	80-100	2-3
PE-PA-PP	10-20	0,3-0,6
PE-EVOH-PP	0,5 – 1,0	<0,03

De geschiktheid van PP schalen voor het verpakken van vers vlees onder beschermende atmosfeer wordt door sommige verpakkingsleveranciers betwist. Uit eigen metingen hebben we kunnen vaststellen dat er inderdaad een verschil is in zuurstofdoorlaatbaarheid tussen beide schaalsoorten en het dus plausibel is dat de PET schaal beter geschikt is dan de PP schaal, zie

Tabel 1. Immers de zuurstofdoorlaatbaarheid bij 22°C voor een APET-PE schaal met OPET-PE topfolie bedraagt dus ongeveer $0,3 + 2,5 = 2,8$, terwijl die voor een PP-schaal met een PP-PA-CPP topfolie dus ongeveer $6 + 0,4 = 6,4$ ml/bar.dag bedraagt. Desalniettemin, hebben wij tot nu toe geen overtuigend bewijs gezien dat dit in de praktijk (met variërende ingangskwaliteit en distributietemperaturen) leidt tot meetbare verschillen in de houdbaarheid.

3.2.2 *Verpakken onder een beschermende, zuurstofarme atmosfeer*

In Noorwegen wordt vers gemalen vlees als gehakt verpakt in een beschermende atmosfeer van 30% CO₂ en 70% N₂. Hierbij kleurt het vlees paars. Bruinverkleuring kan alleen worden voorkomen als er efficiënt wordt begast zodat het restzuurstof lager dan ca. 0,5% uitvalt. Door de resterende ademhalingsactiviteit van het vlees en de micro-organismen verdwijnt dit restzuurstof binnen een dag en kan bruin-verkleuring worden tegengegaan. Door de afwezigheid van zuurstof remt koolzuur de microbiologische groei sterker. Hiermee haalt men in de Noorse praktijk houdbaarheden van 17-18 dagen. Het vereist wel dat de consumenten de paarse kleur van het verse vlees accepteren. Voor deze technologie worden in principe dezelfde machines en materialen gebruikt, alleen zijn de eisen stringenter omdat het restzuurstofgehalte zeer laag moet uitpakken na begassen.

Deze technologie is voort gekomen uit de verpakkingstechnologie met 0,4-0,5% CO, 30% CO₂ en 69,5% N₂ die tot 2004 gebruikt werd in Noorwegen. Hierbij reageert de koolmonoxide met de heemgroep tot het stabiele roze carbonylmyoglobine en verzorgt het koolzuurgas de remming van microbiologische groei. Deze laag zuurstof technologie met koolmonoxide heeft tot 2004 goed gefunctioneerd in Noorwegen, met houdbaarheden van rond 15-18 dagen voor vers vlees en een aantrekkelijke, stabiele zacht roze vleeskleur en functioneert nog steeds in de VS. Begin 2004 werd Noorse wetgeving geharmoniseerd met EU wetgeving waardoor de Noorse toestemming om koolmonoxide als levensmiddeladditief te mogen gebruiken verviel en opnieuw zou moeten worden aangevraagd bij de EU. Alhoewel die goedkeuringsaanvraag wel is overwogen door de Noorse vleesindustrie, heeft men daar toch van af gezien vanwege de hoge kosten, emotionele bezwaren bij belanghebbenden en enkele inherent lastig te weerleggen berichten dat carbonylmyoglobine bepaalde vormen van kanker zou kunnen veroorzaken. Verder maskeert het stabiele roze carbonylmyoglobine het bederf van aldus verpakt vlees, waardoor dit lastiger zichtbaar is voor burgers en het risico op de consumptie van bedorven vlees zou kunnen toenemen. Tenslotte zijn er enkele bescheiden laboratoriumtesten met deze verpakkingstechnologie uitgevoerd in Nederland (2002-2004) en waren de verkregen houdbaarheden -anders dan in Noorwegen- nauwelijks verlengd ten opzichte van verpakken in een beschermende atmosfeer met een verhoogd zuurstofgehalte. Hierdoor is de interesse van de Nederlandse vleesindustrie in deze technologie verdwenen.

Ook de technologie met verpakken onder een beschermende atmosfeer van laag zuurstof en hoog koolzuur (30% CO₂ en 70% N₂) heeft de Nederlandse vleesindustrie niet kunnen overtuigen.

De gezamenlijke mening van de Nederlandse supermarkten en vleesbedrijven is dat Nederlandse burgers paars vers vlees –voorlopig- niet zullen accepteren.

De zogenoemde “master-pack” is een bijzondere uitvoeringsvorm van het verpakken van vers vlees in een zuurstofloze beschermende atmosfeer die in de VS wordt toegepast. Hierbij worden pakketjes (typisch 12 of 24) van meerdere hoog gas doorlatende consumentenverpakkingen met vers vlees in een grote barrièrezak gedaan die wordt gespoeld met een stikstof-koolzuur mengsel en wordt gesloten. De consumentenverpakking is vaak de traditionele PS schuimschaal met PVC rekwikkelfolie en als barrièrezak wordt vaak een dikke kwaliteit PE-EVOH-PE gekozen die vaak ook nog lichtdicht is gemaakt met zwarte kleurstof. Deze Masterpack dient als transportmiddel van vleesverpakkingen tussen het centrale vleesbedrijf en soms veraf gelegen supermarkten. De supermarkten houden de masterpacks gekoeld in voorraad totdat ze verwachten dat ze hele inhoud binnen 4 dagen kunnen verkopen. Dan openen ze de barrière omzak en leggen de consumentenverpakkingen in het koelmeubel. Door de hoge gasdoorlaatbaarheid van het rekwikkelfolie dringt zuurstof snel door in de verpakking en begint het vlees te bloemen, zodat het de gewenste rode kleur aanneemt voor het moment van aanschaf door de consument. Er zijn testen met het master-verpakken van vers vlees in Nederland uitgevoerd die op zich goed zijn verlopen, het heeft echter niet tot invoering geleid, aangezien men het meergebruik van dure barrièrezakken en de invoering van de complexe logistiek niet vond opwegen tegen de potentiële voordelen in een dichtbevolkt land zonder afgelegen locaties.

3.2.3 *Vacuüm en skinverpakkingen*

Het vacuümverpakken van karkassen en technische delen was al gangbaar in de jaren zestig van de vorige eeuw. Het was in Nederland vooral een techniek waarmee vleesbedrijven soepeler met voorraden technische delen konden omgaan. Als consumentenverpakking wordt het veel minder toegepast en dan vooral voor diepvriesvlees, hele kippen en voor vers wild rond de feestdagen. Bij een conventionele vacuümverpakking wordt het vlees in een barrièrezak gestopt, in een vacuüm machine gedaan, gevacumeerd en dicht geseald. Het vlees ligt dan gefixeerd in een zak. Voor een goed behoud van het vacuüm gedurende de houdbaarheid dient de doorlaatbaarheid van de zak grofweg kleiner dan $100 \text{ ml O}_2/\text{m}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{dag}$ bij 22°C en 50%RV te zijn. Dit komt overeen met meerlaagse folies met een Nylon, EVOH of PVdC gebaseerde barrièrelaag, zoals PE-EVOH-PE en PE-PA-PE. Vanwege de hogere doorsteekweerstand van Nylon worden er ook nog combinaties als PE-EVOH-PA-PE toegepast. PVdC wordt in Nederland nauwelijks voor dit doel toegepast.

Na het afsluiten van de vacuümzak is er nog een minieme hoeveelheid kopruimte met zuurstof in de zak aanwezig. Door de ademhaling van het verse vlees verdwijnt dit en ontstaat er een kleine hoeveelheid koolzuurgas die in het vlees oplost en de microbiologische groei verder afremt. Het vlees kleurt paars in het vacuüm. Ondanks dat er met een goede ingangskwaliteit vlees en een

goede koeling gemakkelijk houdbaarheden van 3 tot 4 weken kunnen worden bereikt, is dit voornamelijk vanwege de presentatie een minder populaire consumentenverpakking. Ten eerste kleurt het vlees paars en lang niet alle consumenten accepteren dat. Ten tweede vullen de naden van een vacuümverpakking zich meestal met uittredend weefselvocht en veel consumenten vinden dat een onaantrekkelijk bloederig gezicht. Ten derde heeft een traditionele vacuümverpakking harde uitstaande sealhoeken. Ten vierde drukt deze verpakking producten van maalvlees (zoals tartaartjes) plat en is dus per definitie meer geschikt voor vlees gesneden uit hele stukken spier.

In de jaren negentig van de vorige eeuw heeft het Franse vleesbedrijf Charal succes gehad met een vacuümverpakking van aluminiumlaminaatfolie. Hierin verkocht het bedrijf kwaliteitsvlees in deze niet transparante vacuümzak. Ondanks dat de Franse consumenten het vlees dat ze kochten niet visueel konden beoordelen voor de aanschaf, was dit concept toch succesvol, aangezien algemeen bekend was dat het merk garant stond voor een hoge standaardkwaliteit. Het bedrijf nutte het aluminiumlaminaatfolie als kwaliteitsverpakking in de marketing uit, doordat deze verpakking helemaal gas- en lichtdicht is en daardoor de kwaliteit van het vlees beter zou behouden. Inmiddels is dit concept aangepast naar een standaard vacuümverpakking met daaromheen een flowpack van bontbedrukt PP-folie met opgedampt aluminium, genaamd *Hebdopack* (naam verwijst naar de display-duur van circa 2 weken). Ook deze verpakking is gas en lichtdicht maar wel beter en mooier te bedrukken en goedkoper. Naar verluid is het marktaandeel van Charal de afgelopen jaren iets teruggelopen ten opzichte van andere Franse vleesbedrijven die verpakken onder een beschermende atmosfeer met een verhoogd zuurstofgehalte waarvan het vlees wel zichtbaar is, desalniettemin is het een afwijkend en bijzonder verpakkingsconcept in Europa. Nederlandse vleesbedrijven verwachten niet dat het in Nederland mogelijk is om vers vlees in ondoorzichtige verpakkingen te verkopen.

Om de presentatie van vacuümverpakt vlees te verbeteren, is men begonnen het vlees op schaal te vacumeren en de sealnaden zo dicht mogelijk langs de schaalrand te plaatsen. Uiteindelijk ontwikkelde dit zich door tot het zogenoemde skin-verpakken. In het bijzonder heeft het bedrijf Cryovac zich verdienstelijk gemaakt in deze ontwikkeling. Skin-verpakken is in feite een krimpvacuümverpakking. Vacuümfolie wordt verwarmd uitgetrokken en in uitgetrokken (georiënteerde) toestand afgekoeld en tot zakken verwerkt. Vervolgens wordt het vlees verpakt in de vacuümzak, waarbij de sealnaden zo dicht mogelijk langs het vlees worden gezet. Na het vacuümverpakken wordt het verpakte vlees blootgesteld aan een warmtebron (hete luchtunnel of warm waterbad) waarbij het georiënteerde folie zich ontspand en zich strak trekt om het verpakte vlees heen. Wanneer dit met het juiste materiaal en apparatuur gebeurt kan de seal-naad bijna niet meer worden waargenomen. Wanneer dit skin-verpakken gebeurt met mooi bol gevormd stuk vlees (hele kip, ham, etc.) kan het resultaat heel mooi ogen. Voor gesneden stukken spier als entrecotes of varkenslappen is het mooier om het vlees op een ondiepe barrièreschaal te leggen, met een flexibel skin-vacuümfolie onder vacuüm te verpakken, op de schaal af te sealen

en vervolgens kort met hitte te behandelen zodat het folie zich strak trekt om het vlees en het bovenste deel van de schaal.

Een skinverpakkingsmachine is ingewikkelder dan een vacumeermachine of een schalensluiser, waardoor de investeringskosten per machine beperkt toenemen. Verder verschilt de prijs voor de verpakkingsmiddelen nauwelijks tussen een enkele skinverpakking en een MAP verpakking, tenzij er voor dure kartonnen manchetten en of dikke onderschalen wordt gekozen. In de praktijk van een vleesverpakkingsbedrijf met grote hoeveelheden en hoge lijncapaciteiten overheersen de variabele kosten van de verpakkingsmiddelen en zijn deze iets hogere investeringskosten minder belangrijk.

In het Verenigd Koninkrijk en Zwitserland groeit het aandeel van skin-verpakt vers vlees zichtbaar in de supermarkten. De supermarkten maken daarbij handig gebruik van de presentatievoordelen die een skinverpakking inherent biedt boven een schaal met top-folie; namelijk de verticale opstelling. Bij het huidige verpakken onder beschermende atmosfeer moet de verpakking plat liggen (horizontale opstelling) omdat het vlees vrij kan bewegen in de schaal en bij een schuine of verticale opstelling dus naar beneden valt in de schaal en de consument uitzicht heeft op een vrijwel lege schaal met een onooglijk hoopje vlees onderaan in de schaal. Deze horizontale opstelling leidt tot opgestapelde bakken en klanten die zich voorover moeten buigen om het etiket te kunnen lezen of het vlees visueel te beoordelen. Bij het skin-verpakken is het vlees gefixeerd op de schaal en kan het verticaal of schuin worden gepresenteerd. Hierbij heeft de staande klant direct volledig zicht op het boven oppervlak van het vlees en het daarnaast geplakte etiket. De klant kan in een natuurlijke sta-houding zijn keuze maken en de supermarkt zal meer vlees per vierkante meter oppervlak kunnen tonen en waarschijnlijk dan ook meer kunnen verkopen. Behalve het voordeel van een grotere product-dichtheid in het koelmeubel, zullen ook de transporten van het vleesbedrijf, naar de DC's en de winkels efficiënter verlopen omdat het volume per verpakkingseenheid afneemt en dus het gewicht per krat, rolcontainer of vrachtwagen kan toenemen. Een bijkomend voordeel van hangende presentatie is dat het 'graaigedrag' van de consument in het koelmeubel wordt afgeremd, hierdoor wordt het makkelijker van de supermarktondernemer om verpakkingen met minst resterende houdbaarheid als eerste te verkopen.

De verwachting is dat skin-verpakken in de nabije toekomst belangrijker gaat worden in Nederland. Door de lange houdbaarheid van 3-4 weken kunnen supermarkten de derving reduceren en daarmee hun kosten. Verder kunnen ze de productpresentatie in het koelmeubel verbeteren en de logistieke kosten verminderen. Het belangrijkste obstakel blijft de paarse vleeskleur in een skin-verpakking die overwonnen moet worden. Hiervoor lijkt consumentenvoorlichting noodzakelijk al dan niet gecombineerd met de juiste kleurkeuze van de ondiepe schaal, waardoor de paarse vleeskleur voor het oog acceptabeler wordt.

3.2.4 *Verpakkings technologie voor vleeswaar*

Gekookte vleeswaren zijn behandeld met nitriet waardoor deze de roze kleur van nitrosylmyoglobine krijgen. Onder invloed van zuurstofradicalen oxideert het echter snel tot het ongewenste metmyoglobine wat zich bij vleeswaar als grauw-grijs toont. Om deze verkleuring tegen te gaan moet vleeswaar met zo min mogelijk rest zuurstof worden verpakt en het liefste in het donker, omdat voor het opgang brengen van de oxidatie zeer weinig zuurstofmoleculen nodig zijn en hoog energetisch licht (UV-straling, paars en blauw licht) dat zuurstof kan splitsen in radicalen. Wanneer een dergelijke radicaalreactie eenmaal loopt, is deze bijna niet meer te stoppen. Zodoende is het verpakken van gekookte vleeswaren een delicaat proces waarbij gelet moet worden op het gehalte restzuurstof, de zuurstofdoorlaatbaarheid van het folie en een deugdelijke lekdichte verpakkingsconstructie. Gekookte vleeswaren hebben een uniforme lage beginbesmetting en in een 30% CO₂ – 70% N₂ atmosfeer wordt doorgaans een houdbaarheid van 5 à 6 weken gehaald. Voor vleeswaren bestaan meerdere verpakkingsvormen; de Klappack en de topseal. Klappack heeft een ambachtelijke uitstraling en wekt de indruk dat de vleeswaar in de winkel is gesneden en verpakt, ook al wordt een steeds groter deel van de Klappack's industrieel voorverpakt. Bij Klappack wordt of het vleeswaar op een dun schaalte (onderlegger) van vaak PS gelegd en met zo laag mogelijk restzuurstof onder 30% koolzuur verpakt. Vervolgens wordt er een ambachtelijk ogende productlabel op de top-zijde geplakt. Het gebruikte folie is typisch OPET/CPP of OPET/EVOH/CPP of OPET/PVdC. PET geeft het folie voldoende stijfheid en CPP is een goed transparante seallaag. Omdat de Klappack een aan drie zijden gesealde folieverpakking is met een relatief hoge oppervlak/volume verhouding kan de zuurstofdoorlaatbaarheid van de verpakking kritisch worden. Er is twijfel gerezen of OPET/CPP wel voldoende lage zuurstofdoorlaatbaarheid heeft voor deze toepassing, zodoende wordt er volop gewerkt aan Klappackfolie met een hogere barrière, zoals die met aanvullende barrièrelagen op basis van EVOH, PVdC of zelfs SiO_x. Uiteraard zijn dergelijke barrièrefolies wel duurder en wordt de afweging voor het foliegebruik per toepassing (product-afzetketen-combinatie) gemaakt.

Ook worden top-seal verpakkingen toegepast voor vleeswaar, vaak zijn die gethermoformeerde ondiepe onderschalen (van typisch wit PS/EVOH/PE) met een PE-EVOH-PP topfolie. Voor enkele buitenlandse specialiteiten als geïmporteerde Chorizo worden ook vacuümverpakkingen gebruikt. Lastige soorten vleeswaar zijn rosbief met een rode kern en roze fricandea. Deze vleeswaren hebben in verse staat een hele duidelijke kleur, die helaas in de huidige Klappack verpakking snel verloren gaat. Bij rosbief wordt er dan maar vaak onder lucht verpakt met een zeer korte houdbaarheid van minder dan een week. Bij fricandea wordt de bruin-grijze kleur meestal voor lief genomen.

Tenslotte is er nog het afwijkende vleeswaar Filêt Americain. Dit product vertoont nog ademhaling en mag niet in de barrièrverpakking worden verpakt. Meestal wordt het verpakt in een klemdeksel of in een top-seal met een doorlatend PE folie.

Diverse actoren in de vleeswaren- en verpakkingsindustrie zijn bezig met verschillende innovaties. Zo wordt er hard gewerkt aan zuurstof-absorbers. Hiervan weten we enkele jaren dat die in dergelijke verpakkingen vleeswaar beter roze gekleurd houden, echter de hogere kosten en ingewikkeldere productielogistiek hebben de invoering nog tegen gehouden, zie paragraaf 3.3.3. Andere foliebedrijven onderzoeken de mogelijkheden om de kwaliteit van verpakt vleeswaar te verbeteren met barrièrefolies die selectief UV-straling en / of paars licht absorberen.

3.2.5 *Verpakkingstechnologie voor bewerkte vleesproducten*

Bewerkte vleesproducten worden veelal als diepvriesproduct verhandeld, hiervan zijn de verpakkingsvereisten beperkt tot een goede diepvriesbestendigheid en een lage waterdampdoorlaatbaarheid van de zak waarin het product verhandeld wordt. Speciale grades PE voldoen hier meestal prima.

Gedroogde worsten en verwante producten kunnen bij omgevingstemperatuur worden verhandeld. Om herbesmetting en vochtopname te voorkomen moeten ze wel in een vochtbarrièreverpakking worden verpakt zoals een PE flowpack.

Vleessnacks zoals bijvoorbeeld nog malse, vochtige worsten moeten wel beschermd worden tegen schimmelgroei. Dit kan het beste gebeuren door hen te verpakken onder een beschermende atmosfeer van 30% koolzuur en 70% stikstof. De resulterende houdbaarheid kan vele weken bedragen en is erg afhankelijk van het vochtgehalte van de worst, verdere ingrediënten en het soort worst.

Een beperkt aantal bewerkte vleesproducten worden “koelvers” verhandeld. Omdat deze producten al reeds gekookt zijn, zijn het uitsluiten van zuurstof en het tegengaan van herbesmetting de belangrijkste eisen voor een verlengde houdbaarheid. Voorbeelden hiervan zijn vacuümverpakkingen met satéhstokjes en soepballetjes als ook topseal-verpakkingen met een beschermende atmosfeer van 30% koolzuur en 70% stikstof.

3.2.6 *Verpakkingstechnologie voor verse maaltijden*

“Verse” maaltijden waarin voorgekookt vlees en/of groentecomponenten zijn verwerkt kunnen het beste in een 30% CO₂:70% N₂ atmosfeer worden verpakt. Additionele verpakkingseisen komen hier voornamelijk voort uit de verwachte bereidingswijze. In het geval magnetronverhitting wordt nagestreefd dan is PP het materiaal van keus, bijvoorbeeld de PP-flowpack om het broodje bapoa.

Voor ovengerechten (lasagne, moussaka) zijn aluminiumschalen meer geschikt. Deze zijn inmiddels uitontwikkeld tot top-sealbare totaalconcepten met diverse meerlaags barrièrefolies die dusdanig zijn aangepast dat ze op de aluminiumschalen kunnen sealen. Een voorkomend praktijkprobleem is dat de consument aangeleerd moet worden om het top-sealfolie te verwijderen voordat men de maaltijd in de oven schuift.

Een kleiner luxe segment zijn de verse stoom-en-kook-maaltijden, waarin vers vlees en verse groente worden gecombineerd. Deze maaltijden zitten veelal in ovaal PP-schalen en zijn bedoeld voor een snelle magnetronverhitting. Omdat de koelverse bewaring van vers vlees en verse groente tegenstrijdige verpakkingseisen stellen, is er een EU-onderzoeksproject (Dubbelvers) uitgevoerd om de houdbaarheid van dergelijke maaltijden te verlengen. De meest ideale oplossing bleek om de verpakking te optimaliseren voor de verse groente. Oftewel het aantal microperforaties in het top-folie te kiezen zodanig dat door de wisselwerking tussen ademhaling van de groente en de doorlaatbaarheid van het top-folie een verlaagd zuurstof (ca. 5%) – verhoogd koolzuur (ca. 15%) atmosfeer in de verpakking ontstaat. Hiermee kan de houdbaarheid van de gesneden groentecomponent worden gemaximaliseerd naar 10-12 dagen. Desalniettemin is dit de minst gunstige atmosfeer voor de bewaring van vers vlees vanwege de snelle bruinverkleuring in deze atmosfeer. Door marinades kan deze verkleuring echter sterk worden geremd. In deze marinades worden mengsels van kruidenolie, bessenolie, citroenzuur of EDTA toegepast. Dergelijke marinades bevatten natuurlijke rode kleurstoffen en antimicrobiële middelen. In het geval de maaltijdsamenstelling, marinade en verpakking op elkaar worden afgestemd kunnen er houdbaarheden van 12 dagen worden bereikt.

3.3 Toekomstvisie

De acceptatie van nieuwe technologieën voor het verpakken van verse levensmiddelen zijn redelijk slecht voorspelbaar. Immers de technologie van het verpakken van vers vlees onder een beschermende atmosfeer met een hoog zuurstofgehalte was al ontwikkeld in 1964 en vanaf dat moment eigenlijk al zakelijk gezien een interessante innovatie. Het duurde echter tot 1975 toen het eerste vleesbedrijf hiermee begon en de massale doorbraak volgde pas in 1999 met de BSE crises.[Thoden van Velzen, 2008]

Kortom, het verpakken van vers vlees in vacuüm- of skinverpakking kan op dit moment leiden tot een verlaging van de derving in de winkel en daarmee uit zakelijke en duurzaamheidsgronden interessant zijn. Toch betekent dit niet, dat alle supermarktketens en vleesbedrijven nu massaal gaan besluiten om bijvoorbeeld kogelbiefstuk alleen nog in skinverpakking aan te bieden. Een dergelijke innovatie kent namelijk grote risico's op het gebied van consumentenacceptatie en zal dus goed begeleid moeten worden. Immers het slechtste dat er zou kunnen gebeuren is dat consumenten de nieuwe verpakking niet zouden vertrouwen en vervolgens besluiten om het vlees of nog erger alle boodschappen voortaan bij de concurrent te halen. Zodoende is het niet verwonderlijk dat verpakkingsinnovaties meestal langzaam en stapsgewijs gaan.

Desalniettemin zijn er een aantal ontwikkelingen waar Nederland mee te maken krijgt en die vroeg of laat hun weerslag zullen hebben op de Nederlandse vleesbedrijven en supermarkten. Hierbij horen enkele ontwikkelingen die direct in de vleesketen plaatsvinden en enkele meer indirecte.

Huidige ontwikkelingen binnen en rond vleesketens worden hieronder geschetst.

Consolidatie. Het aantal vleesbedrijven in Nederland daalt en de omvang van de vleesbedrijven worden groter. Grotere bedrijven kunnen innovaties in het algemeen beter dragen dan kleinere maar beslissen daar niet altijd sneller toe.

Betere vleeskwiteit. Uit eigen metingen is ons gebleken dat de gemiddelde initiële beginbesmetting van vers vlees langzaam daalt. Varieerde deze waarde rond de eeuwwisseling nog tussen de 10.000 en de 100.000 KVE/gram, nu zijn de waarden doorgaans tussen de 1.000 en de 10.000 KVE/gram. Dit is een enorme verbetering door een veelvoud van hygiënemaatregelen, snellere en betere koeltechnieken, etc. Franse, Noorse en Spaanse collega's beamen dit beeld; dat ook in deze landen de beginbesmetting daalt. Door deze betere beginkwaliteit neemt de houdbaarheid van vers vlees in Europa toe en kan de derving dalen.

Betere koelmeubels. De supermarkten hebben gezamenlijk besloten om alleen nog gesloten koelmeubels te gebruiken. De doelstelling is energiebesparing en dus verlaging van de uitstoot van broeikasgassen. Het neveneffect is dat vers vlees beter zal worden gekoeld en gemiddeld een lagere temperatuur zal ervaren, waardoor de houdbaarheid iets langer wordt. Tenslotte functioneren de nieuwste generatie luxe-koelkasten met digitale temperatuurregeling voor huishoudelijk gebruik aanzienlijk beter dan de oude kasten met draaiknopregeling (0-7). Ondanks dat deze koelkasten nog een beperkt marktaandeel kennen, kunnen zij op termijn ook helpen bij met verbeteren van de houdbaarheid van vers verpakt vlees.

Sterke financiële druk. Na de “supermarktoorlog”, bankencrisis en de schulden crisis zijn de trends in de levensmiddelenketens danig veranderd. Waren de trends voor 2007 nog “Genot, Gezondheid, Gemak en Goedkoop”, nu spreekt men van “Goedkoop en Gezellig”. Door de stijging van grondstofprijzen en de daling van het netto besteedbaar inkomen is de algemene verwachting vanuit de levensmiddelenindustrie en -handel dat de trend “goedkoop” nog meerdere jaren actueel zal blijven.

Verwennen. Ondanks dat de hoofdtrend weliswaar goedkoop is, komen er allerlei kleine kwaliteitsspelers naar boven die invulling geven aan de behoefte van mensen om zich te laten verwennen. Dit is een veelheid van verschillende initiatieven; biologische producten, regionale producten tot boerenmerken in de supermarkt. Bijvoorbeeld, enkele Betuwse landwinkels brengen een volvette rookworst in een ambachtelijke vacuümzak met veel smaak voor een forse prijs die lokaal ook nog een succes is, terwijl deze tegen de oude trends van gezond en goedkoop ingaat en ook nog in een lelijke verpakking zit.

Duurzaamheid. Hogere prijzen en grondstofkrapte, extreem weer en het effect van broeikasgassen op het klimaat, slavenarbeid, kap van oerbossen voeden allemaal de interesse in

duurzamere levensmiddelen. Aangezien de productie van vers vlees een relatief groot milieueffect veroorzaakt in vergelijking met de meeste plantaardige levensmiddelen, is ook de interesse voor het verduurzamen van de vleesproductie relatief groot. Dit uit zich op verschillende wijzen, variërend van aandacht voor dierenwelzijn, de herkomst van het veevoer, de verwerking van de dierlijke mest tot en met de verpakking. Over deze “groene verpakking” volgt later meer.

Internet en verbondenheid. De opkomst van internet en mobiele telefonie heeft het gedrag en de wensen van burgers veranderd. Dit biedt kansen aan ondernemers om geïnteresseerde consumenten meer in detail te informeren over de herkomst van producten. Overigens is dit op verschillende wijzen al geprobeerd in het recente verleden en de meeste pogingen in de vleessector waren geen groot succes. Het vertonen van videobeelden boven het vleeskoelmeubel waarin de werkzaamheden van het vleesbedrijf getoond werden bleek niet verkoop verhogend te werken. Foto's van de boeren als stickers bovenop de verpakking waarvan de verpakte kip vandaan kwam was ook geen groot succes. Internetsites met veel detailinformatie over de productie werden beperkt bezocht. Toch zullen we hier in de toekomst meer van gaan zien en horen omdat nieuwe technologieën zich ontwikkelen die uitgeprobeerd gaan worden. Zo kunnen zogenoemde *smartphones* worden uitgerust met applicaties die het mogelijk maken om tweedimensionale barcodes te lezen. De winkelende klant wordt dan direct naar de website van de producent geleid en krijgt dan aanvullende productinformatie te zien. Dit zal ongetwijfeld ook binnen het segment van vers vlees worden uitgeprobeerd. De hoofdvraag blijft hoe dit uitgevoerd kan worden zodat het inderdaad verkoopondersteunend en juist niet afstotend werkt.

3.3.1 *Duurzame verpakkingen*

Het thema verpakkingsafval krijgt een relatief grote aandacht van marketeers en beleidsmakers omdat het zichtbaar is en er concrete oplossingen voor bestaan. Een groep burgers zien verpakkingen als een verwerpelijke uiting van de wegwerpmaatschappij en oefenen druk uit op producenten en politici om de hoeveelheid verpakkingsafval te beperken. Tegelijkertijd zijn verpakkingen hard nodig om onze industriële samenleving in stand te houden en het veel negatievere milieueffect van de derving van levensmiddelen te beperken. Binnen die schijnbare tegenstelling worden er veel verschillende “groene” en “duurzame” verpakkingen ontwikkeld, waarbij vaak vleesverpakkingen worden betrokken vanwege het vrij grote marktaandeel in de verpakkingsmarkt. Hieronder zullen stapsgewijs enkele strategieën worden toegelicht.

1. **Materiaalreductie.** Dit is een zeer bekende trend die zich vaak direct terugbetaald door lagere verpakkingskosten. Bij vleeschalen wordt er geprobeerd om de schaalwanddikte te reduceren, zonder dat het vlees in de keten mechanisch beschadigd of de doorlaatbaarheid te hoog wordt en de beschermende atmosfeer verdwijnt. Dit heeft resulteert in onder andere dunwandige ribbelschalen en barrière schuimschalen.
2. **Materiaalvervanging.** Er worden verschillende pogingen gedaan om schalen anders te construeren en te produceren, uit een dunwandig barrièrelaminaat met een stijf, minder

milieubelastende buitenlaag, hierbij daalt het totale milieueffect van de productie van de verpakking.

3. **Hernieuwbare grondstoffen.** Door in plaats van petrochemische grondstoffen, hernieuwbare grondstoffen toe te passen voor verpakkingen kan het totale milieueffect dalen. Hierbij moet de houdbaarheid niet dalen, zodat de derving niet stijgt. In 2007-2008 zijn er enkele pogingen geweest om vers vlees te verpakken in PLA (polymelkzuur, gemaakt van maïs) schalen met een PLA-SiOx-PLA top-folie. Echter doordat bij het verpakkingsproces het top-folie vervormt rond de seal-naad ontstaan er defecten, kon de beschermende atmosfeer niet behouden blijven en daalde de houdbaarheid. Ondanks deze tegenslag, blijft er interesse in deze strategie en blijft er gezocht worden naar nieuwe, betere hernieuwbare barrière top-folies. Hiervan dienen zich de eerste nieuwe kandidaten zich al weer aan, zoals het door DSM ontwikkelde Symphase concept.
4. **Hergebruikte grondstoffen.** Eind 2010 is Albert-Heijn stapsgewijs begonnen om alle vers vleesartikelen te verpakken in een APET-schaal gemaakt van circa 70% hergebruikt PET. De schaal heeft een dunne binnenlaag van PE als sealmedium (circa 10 % van schaalgewicht) en wordt afgesloten met een PE-OPET top-folie. Het hergebruikte PET wordt gemaakt van gebruikte PET-drankflessen en wordt zorgvuldig gesorteerd en opgewerkt zodat het materiaal mag worden hergebruikt in levensmiddelverpakkingen. Door de inzet van hergebruikt PET neemt de milieubelasting van de geproduceerde schalen sterk af. Een eerste inschatting levert zo ongeveer een energiebesparing van 50% op ten opzichte van een nieuwe PET schaal, preciezere berekeningen zijn de auteur vooralsnog onbekend.
5. **Herbruikbare grondstoffen.** Kunststofverpakkingsafval wordt sinds 2009 breed ingezameld in Nederland, gesorteerd en opgewerkt tot nieuw maalgoed. Het meeste maalgoed wordt gebruikt voor nieuwe gebruiksartikelen variërend van tuinstoelen, vuilwaterbuizen, kabelomhulling tot bermmatten. Dit hergebruik kan nieuwe kunststof uitsparen en vertegenwoordigd daarmee een positief milieueffect. Vleesverpakkingen zouden in principe op gelijke wijze kunnen worden hergebruikt, echter de inzamelorganisatie Nedvang wil hygiëne en geurproblemen voorkomen en vraagt de burgers om geen gebruikte vleeschalen apart te houden. Desalniettemin zijn hier aanknopingspunten voor de toekomst.

Over duurzame verpakkingen is nog relatief veel spraakverwarring omdat het overheersende denken gebaseerd is op de zogenoemde 'Ladder van Lansink', welke een afvalverwerkingshiërarchie weergeeft. Deze Ladder geeft eenvoudig richting bij het verduurzamen van het afvalbeheer; preventie is beter dan producthergebruik, is beter dan materiaalhergebruik, is beter dan verbranden met energierugwinning, is beter dan verbranden en is beter dan storten. De verpakkende industrie heeft echter naast preventie en geschikt maken voor hergebruik vaak ook andere keuzemogelijkheden om te verduurzamen, inclusief het kiezen van andere verpakkingsvormen die leiden tot een langere houdbaarheid en daarmee minder productuitval, het inzetten van hernieuwbare grondstoffen en het gebruik van hergebruikte grondstoffen. De volgorde van welke keuze leidt tot de meeste verduurzaming, moet volgen uit levenscyclusanalyses. Er wordt onderzocht of de resultaten van verschillende LCA's die al zijn uitgevoerd kunnen worden vereenvoudigd tot een nieuwe Ladder voor de verduurzaming van verpakkingsgebruik. Uit de eerste inzichten lijkt de volgende Ladder voor verpakkingskundigen te ontstaan:

1. Voorkom productuitval door die verpakking te kiezen met de langste houdbaarheid en probeer de keten dusdanig vorm te geven opdat uitval zoveel mogelijk wordt vermeden,
2. Minimaliseer het verpakkingsgewicht zonder de houdbaarheid teniet te doen,

3. Gebruik hergebruikte materialen en /of hernieuwbare materialen,
4. Ontwerp de verpakking dusdanig opdat deze geschikt is voor materiaalhergebruik (herontwerp voor hergebruik).

3.3.2 *Duurzame logistiek*

Voedselverspilling in de supermarkt is behalve duur voor de supermarkt ook nog eens onwenselijk omdat het een groot negatief milieueffect vertegenwoordigt. Derving kan ontstaan door overmoedige prognoses, te grote inkoop-opdrachten en tegenvallende verkoopresultaten. Verlengde houdbaarheden door betere verpakkingstechnologieën geven logistici en inkopers meer verkooptijd en operationeel managers meerdere mogelijkheden om de aanvoerketen te optimaliseren. Concreet kan men heel veel verschillende verbeteringen in de keten doorvoeren in het geval een versproduct langer houdbaar wordt. In Tabel 2 zijn er enkele mogelijkheden beschreven. Bijna al deze verbeteringen in de keten leiden ook tot een duurzamere keten, variërend van minder vrachtwagenkilometers per jaar tot meer nachtrust voor productiepersoneel.

Tabel 2: Ketenoptimalisatiemogelijkheden die door een langere houdbaarheid van een vers product mogelijk worden.

Ketenpartners	Mogelijke voordelen van een langere houdbaarheid
Vleesbedrijven	Productie in grotere batches, Meer mogelijkheden voor piekproducties bij plotseling goed zomerweer of rond feestdagen Verminderen aantal ploegen per dag (bv. van 3 naar 2)
Transport bedrijven en logistieke regisseur	Lagere beleveringsfrequentie Grotere besteleenheden per winkel of DC
Distributiecentra	Meer flexibiliteit, meer mogelijkheden om nee-verkoop in de winkels te vermijden door een meer flexibele beleving
Supermarkten	Derving reduceren
Consumenten / burgers	Minder vaak boodschappen doen (1 keer per week) Betere kwaliteit op het moment van consumptie

Naast deze vele positieve mogelijkheden die een langere houdbaarheid biedt, kan het ook tot overmoed bij de inkoop leiden en daarmee zelfs tot meer derving. Kortom een goede verpakkingstechnologie is een goed uitgangspunt maar dit moet wel omlijst worden door slim logistiek- en bestelproces, anders kan het technologische voordeel teniet gedaan worden door slordig menselijk handelen. Zodoende is een efficiënt inkoop-/bestelproces en een bijbehorende duurzame logistiek ook een sterk ontwikkelingsgebied voor de toekomst.

Met de momenteel voorhanden zijnde huidige kennis en technologie zijn er voldoende mogelijkheden om het logistieke inkoop en beleveringsproces te optimaliseren.

Voor een goed besteladvies is immers allereerst een goede inventarisatie van de actuele magazijn- en schapvoorraad nodig. Zo iets eenvoudigs als de nieuwe 'streepjescode' GS1 DataBar kan helpen om een beter beeld te krijgen van de actuele voorraad omdat deze barcode ook de houdbaarheidsdatum van de artikelen in het schap kan registreren. Het verder perfectioneren van het bestellen van kort houdbare producten wordt daardoor nu al mogelijk. Vaak weet men nu van de actuele schapvoorraad namelijk hooguit het aantal producten zonder te weten wat de THT-datum is. Dit betekent, zeker bij lagere bestelfrequenties en kortere houdbaarheden, dat men in de praktijk met een lagere productbeschikbaarheid kan komen te zitten (en dus eerder nee moet verkopen) dan gedacht. Als de ontvangen producten bij binnenkomst of bij het opnemen in het schap gescand worden en deze informatie gekoppeld wordt aan scangegevens bij de kassa, dan is exact bekend hoeveel producten met welke houdbaarheden in het schap liggen omdat de THT-datum in de GS1 DataBar is opgenomen. Hiermee ontstaat actueel inzicht in de artikelen die zijn weggegooid, artikelen die afgeprijsd in het schap liggen, artikelen die afgeprijsd verkocht zijn en de artikelen die tegen de reguliere prijs zijn verkocht. Ook ontstaat inzicht in de verschillende THT-data in het schap en een wordt managementinformatie beschikbaar over bijvoorbeeld het effect van afprijzing of het selectieve aankoopgedrag door consumenten. Binnenkort aflopende THT-data in het schap worden als deels incurante voorraad gezien en vertalen zich in het plaatsen van een grotere bestelling bij het distributiecentrum dan wanneer de besteller deze informatie niet had.

In de verdere toekomst zullen nieuwe internettechnologieën goedkoper en sneller de actuele winkelvoorraad meten en real-time de inkoper of bij Vendor-managed-Inventory het vleesbedrijf hiervan in kennis stellen, zodat er op één centraal punt weloverwogen inkoopbeslissingen en of afprijzingsbeslissingen kunnen worden genomen. Daarnaast zal ook het logistieke FEFO (*first expired first out*) concept verder uitgewerkt gaan worden, dit kan middels interactieve beprijzing, waarbij de prijs verlaagd wordt voor artikelen die nog maar kort houdbaar zijn.

Samenvattend zijn de meest waarschijnlijke ontwikkelingen op de korte termijn (2011-2020):

- Langere houdbaarheid in dezelfde verpakkingen door een betere ingangskwaliteit en een betere koeling,
- Langzame opmars van skin-verpakken,
- Groei in het aandeel hergebruikte verpakkingen voor schalen.
- Introductie van een totaal hernieuwbaar verpakkingsconcept mits er een hernieuwbaar barrière top-folie kan worden ontwikkeld dat aan alle eisen voldoet.
- Verbeterde schapinformatiesystemen en inkoopssystemen gekoppeld aan het gebruik van GS1 streepjescodes.

3.3.3 *Ontwikkelingen op de middellange termijn*

Zuurstof-absorbers zijn uitvoerig getest met vleeswaren en geven een duidelijk betere visuele presentatie van de vleeswaar gedurende de houdbaarheid. De absorbers verwijderen het restzuurstof in de kopruimte van de verpakking binnen een dag en zullen de minieme hoeveelheid zuurstof die door het folie heen diffundeert gedurende de houdbaarheid ook verwijderen. Al met al levert dit een stabielere roze vleeswaar kleur op. De absorbers waren tot voor kort alleen als sachets te verkrijgen en werden aan de achterzijde van het etiket geplakt. Dit leidde tot een bewerkelijke productielogistiek. Bovendien zijn dergelijk sachets relatief duur, zeker de varianten die door een trigger kunnen worden gestart en dus niet continu absorberen. Vleeswaarproducenten waren huiverig voor de productielogistiek, kosten en de waarschuwing “*do not eat*” op het sachet en waren van mening dat ze met een efficiënte verpakking een vergelijkbaar, goedkoper resultaat konden bereiken en de absorbers werden niet geïntroduceerd. In Japan worden zuurstof-absorbers al decennia lang voor meerdere producten (inclusief vleeswaar en soort gedroogde worst) succesvol gebruikt en geldt het als een soort van kwaliteitsgarantie. Zelfs in het Verenigd Koninkrijk zijn ze succesvol toegepast geweest voor vleeswaar, maar later weer teruggetrokken vanwege de additionele productie logistieke kosten.

In Europa verwachten we pas toepassing van zuurstof-absorbers nadat ze in de verpakking zijn geïntegreerd en voldoende goedkoop zijn gemaakt. Op zich is het technisch al gelukt om een zuurstof-absorber in bijvoorbeeld de schaalwand te integreren, alleen bleek de absorptiecapaciteit hiervan onvoldoende. Pas als er een geïntegreerde absorber wordt ontwikkeld, die kan worden aangezet door een trigger na het verpakken en voldoende capaciteit heeft om al het restzuurstof te verwijderen gedurende de houdbaarheid verwachten wij toepassing binnen Europa. Het is lastig te voorspellen hoe lang dit precies zal duren.

Bij verpakkingsmachinebouwers zien we de ontwikkeling van ingewikkelde machines die het levensmiddel voor het afsluiten eerst decontamineren en daarna begassen met een beschermende atmosfeer en afsluiten. Dit is eigenlijk een logische ontwikkeling van machines voor het bottelen van frisdranken die zich nu langzaam voortzet richting vaste, bederfelijke levensmiddelen zoals ook vers vlees. Vanwege de restrictieve wetgeving voor het gebruik van decontaminatie-middelen binnen Europa verwachten we deze ontwikkeling eerst in andere werelddelen, waarna bij gebleken succes elders de toestemmingsprocedure in Europa zal worden overwogen. Een dergelijke ontwikkeling zou de houdbaarheid van hetzelfde vlees met dezelfde verpakkings-technologie aanzienlijk kunnen verlengen, omdat de beginbesmetting verlaagd wordt.

De biochemie van het rijpingsproces in rundvlees wordt wetenschappelijk steeds beter begrepen. [Juares 2010] De verwachting is dat wanneer dit proces beter begrepen is en op basis daarvan geoptimaliseerd wordt, er malser en dus aantrekkelijker rundvlees kan worden verkocht. Uit enkele kleinere praktijkproeven met het heel snel afkoelen van rundkarkassen (zogenoemd superchillen) is reeds gebleken dat het rundvlees malser zou blijven. Helaas bleek juist dit snel afgekoelde vlees snel bruin te verkleuren. Als deze verkleuring onder controle kan worden

gebracht, zou dit een relatief eenvoudige manier zijn om een betere kwaliteit rundvlees met een lagere beginbesmetting en dus een langere houdbaarheid in de winkel te krijgen.

De relatie tussen belichting en bederf van levensmiddelen (ook vleeswaren en vers vlees) wordt intensief onderzocht. Mogelijk volgen hier nieuwe wetenschappelijke inzichten uit die tot nieuwe praktische oplossingen leiden waarmee verkleuring en vetoxidatie kan worden geremd en de houdbaarheid kan worden verlengd.

Samenvattend zijn de meest waarschijnlijke ontwikkelingen op de middellange termijn (2021-2030):

- Toepassing van geïntegreerde zuurstofabsorberende verpakkingen,
- Toepassing van decontaminerende verpakkingsmachines,
- Versneld rijpingsproces voor rundvlees,
- Grotere kleurstabiliteit voor vlees en vleeswaar.

3.4 Energiebesparing en vleesverpakkingen

Vers vlees is een relatief energie-intensief product. Het cumulatieve energiegebruik voor de productie van vers vlees (van veevoer tot het hek van de veehouderij) wordt door verschillende LCA studies verschillend ingeschat, maar varieert ruwweg tussen 20 en 50 MJ/kg vers vlees. Met kippenvlees aan de lagere kant van het spectrum en rundvlees aan de hogere kant. [Vries de, Boerde, 2010] Wanneer ook het vleesbedrijf tot het moment van verpakken wordt meegenomen stijgt het energiegebruik met 10 tot 20 MJ/kg en bedraagt dan zo'n 70 MJ/kg voor varkensvlees. [Zhu en Ierland van, 2004, Dutilh en Linnemann, 2004]

Het cumulatieve energiegebruik voor de productie van kunststofverpakkingen uitgaande van aardolie tot een met de eindverpakking wordt gedocumenteerd door producentenvereniging PlasticsEurope en kan afgeschat worden op waarden tussen de 90 en de 120 MJ/kg, zie ook bijlage 1. Desgewenst kan hier ook nog meegerekend worden dat het kunststofverpakkingsafval voor het grootste deel verbrand wordt met energierugwinning wat de stookwaarde van het kunststof vermenigvuldigd met het verbrandingsrendement oplevert dus ongeveer -9 MJ/kg voor een PET verpakking en -15 MJ/kg voor een PP gebaseerde vleesverpakking. [Thoden van Velzen 2011]

Op basis van de actuele gewichten van kunststofverpakkingen voor vers vlees kan hiermee een berekening worden gemaakt van de verhouding tussen het energiegebruik van het vleesproduct en die van de bijbehorende verpakking. Dit betekent dat een APET-PE schaal met een OPET-PE top-folie een cumulatief energiegebruik van ongeveer 2,0 - 2,2 MJ/verpakking vertegenwoordigt en een vacuümzak van PE-PA-PE ongeveer 1,3 - 1,5 MJ/zak. Het energiegebruik van varkensvlees in portiegrootte van 350 en 500 gram bedraagt daarentegen ongeveer 24 à 35

MJ/portie. Uit deze eenvoudige vergelijking blijkt dat het cumulatieve energiegebruik voor de portie vlees tussen de 11 en de 23 maal groter is dan voor de bijbehorende verpakking. In het geval de analyse van het energiegebruik wordt toegespitst op de productie van de verschillende verpakkingen en de door hen veroorzaakte derving kan het onderstaande overzicht worden opgesteld, zie Tabel 3.

Tabel 3: Geschat energiegebruik ten gevolge van verpakkinggebruik voor vers vlees, toegespitst op energieverlies door derving en verpakkingproductie.

Verpakking	Energiegebruik verpakking, [MJ]	Geschatte derving, [%]	Energieverlies door derving, [MJ]	Totaal energiegebruik, [MJ]/verpakking]
Traditioneel	0,6-0,7	8-10	6-8	7-9
PET HiOx MAP	2,0-2,2	3-5	2-3,5	4-6
RPET HiOx MAP	1,0-1,1	3-5	1-1,8	2-3
Skin (A)	1,0-1,1	1-2	0,7-1,4	1,7-2,5
RPET CO2 MAP	1,0-1,1	1-2	0,7-1,4	1,7-2,5

A: eenvoudige skinverpakking zonder additioneel kartonnen manchete of dikke onderschaal.

Hieruit blijkt dat er al een grote energiebesparing heeft plaatsgevonden door de introductie van het verpakken onder beschermende atmosfeer rond de eeuwwisseling. Het gebruiken van vleeschalen gemaakt van hergebruikt PET heeft het energiegebruik verder verlaagd, alhoewel de onzekerheid in deze waarde voor het moment wel groter is. Verder blijkt het toepassen van skinverpakkingen een goede mogelijkheid om energie te besparen. Ditzelfde geldt zeer waarschijnlijk ook voor toekomstige concepten op basis van het hernieuwbare PLA, maar hier ontbreken vooralsnog goede schattingen.

Het energiebesparingspotentiaal voor vers vleesverpakkingen kan concreet worden afgeschat met de navolgende veronderstellingen:

- 2 miljard verpakkingseenheden per jaar
- Huidige verpakkingvormen: 30% traditioneel EPS schaal met PVC rekwickel en 70% verpakt onder beschermende atmosfeer met verhoogd zuurstof
- Toekomstige verpakkingvormen: 50% skinverpakking voor vlees uit hele spieren en 50% beschermende zuurstofarme atmosfeer voor maalvlees waarbij de schaaltes gemaakt zijn van hergebruikt PET.

Uitgaande van deze veronderstellingen kan het totale energiegebruik van de vers vleesketen dalen van 12,6 PJ/jaar naar 4,3 PJ/jaar, een reductie van 66%.

Kortom, om in de toekomst veel energie te kunnen besparen, zal de Nederlandse vleesindustrie moeten kiezen voor verpakkingstechnologieën die de houdbaarheid verlengen in combinatie met slimme logistieke processen, zodat de derving van vers vlees in Nederland wordt geminimaliseerd.

Als men dan tegelijkertijd hergebruikte verpakkingen toepast en vermoedelijk ook toekomstige, hernieuwbare verpakkingen kan men het energiegebruik nog verder terugbrengen.

Een barrière die overwonnen zal moeten worden is hierbij de acceptatie door Nederlandse consumenten van paars-gekleurd vlees in een skinverpakking of verpakking met een zuurstofarme beschermende atmosfeer.

Deze situatie ligt voor vleeswaren anders. Vleeswaren hebben in de huidige verpakkingsvormen houdbaarheden van 4 à 6 weken. Precieze dervingscijfers ontbreken, echter deze zullen grofweg 2 à 3% liggen. In het geval er met een geavanceerdere verpakkingstechnologie of optimaler inkoopbeleid 1% van af kan worden gehaald, bedraagt de energiebesparing circa 0,1 PJ/jaar. Het energiebesparingspotentieel is bij vleeswaar dus aanzienlijk lager dan bij vers vlees.

4 Discussie

Het energiebesparingspotentieel bij verpakkingen voor vers vlees is serieus en bedraagt ongeveer 8 PJ/ jaar. Om dit te verwezenlijken zullen er veel stappen moeten worden gezet. De belangrijkste energiebesparing kan worden behaald door de voedselverspilling in de supermarkten en bij de consumenten te verlagen. Hiertoe kunnen verpakkingstechnologieën worden gekozen met een langere houdbaarheid. Deze technologieën moeten dan wel omlijst worden door een slim en scherp inkoopbeleid. De langere houdbaarheden die geavanceerde verpakkingstechnologieën bieden zijn weliswaar een goed uitgangspunt om het voedselverlies te reduceren, de implementatie hiervan is daar echter geen garantie voor. Kortom alleen een integrale aanpak van zowel het inkoopbeleid als de verpakkingstechnologie kan dergelijke energiebesparingen realiseren. Hiervoor moet er dan wel in de keten door vleesbedrijven en retailbedrijven aan dit ene doel worden samengewerkt.

Overigens zal er ook door het vleesbedrijf met veehouderijen moeten worden samengewerkt om de beste begin kwaliteit vers vlees te krijgen en daarmee de langste houdbaarheid. Dit vindt echter al veelal plaats, terwijl een samenwerking tussen vleesbedrijf en supermarktorganisatie met het oogmerk om de derving drastisch te beperken minder gangbaar is.

5 Conclusies

Het energiegebruik van de Nederlandse keten van vers vlees kan met ongeveer 8 PJ /jaar worden verminderd door een integrale aanpak van innovatieve verpakkingen en een scherper inkoopbeleid. Skin-verpakken van vers vlees biedt een langere houdbaarheid, betere display eigenschappen en logistieke voordelen. Voor maalvlees kan er beter voor verpakken onder beschermende zuurstofarme atmosfeer worden gekozen. Hierbij kan de schaal dan nog worden geproduceerd uit hergebruikte en of hernieuwbare materialen om het energiegebruik nog verder te beperken. Beide verpakkingstechnologieën maken het mogelijk om de houdbaarheid aanzienlijk te verlengen maar vereisen wel dat consumenten paars gekleurd vers vlees accepteren, aanzien vers vlees onder deze zuurstofarme omstandigheden van kersenrood naar paars verkleurd. Diverse voorbeelden in Europa laten zien dat deze overstap mogelijk is. De langere houdbaarheid die met dergelijke innovatieve verpakkingen wordt bereikt is een belangrijke voorwaarde voor het verwezenlijken van de gestelde energiebesparing. Om dit ook echt te verwezenlijken is een slimmer inkoop-/bestelbeleid noodzakelijk dat gebaseerd is op de feitelijke voorraad vleesverpakkingen bij de distributiecentra en in de winkels. Dit zou al met de uitgebreide streepjescode (GS1) met software aanpassingen in het inkoop- en bestelsysteem in een basisvorm gerealiseerd kunnen worden. Daarnaast zullen de vleesketens er voor moeten waken dat de verwezenlijkte energiebesparing niet teniet gedaan wordt door kleurrijke kartonnen manchetten en / of dikke onderschalen in de skinverpakking. Een integraal ketenbeleid zal nodig zijn om de energiebesparingsdoelstelling te realiseren.

Verwijzingen

Dutilh CE, Linnemann AR. (2004) Food system, energy use in. *Encyclopedia of Energy*, Volume 2. Elsevier. 2004; 719- 726.

Juarez M et al. “Extended ageing time and temperature effects on quality of subprimal cuts of boxed beef” *Canadian Journal of Animal Science* **2010** (90) 361-370.

McMillin KW, “Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat” *Meat Science* **2008** (80) 43-65.

Singh P, Wani AA, Saengerlaub S, Langowski HC, “Understanding critical factors for the quality and shelf life of MAP fresh meat: a review” *Critical Reviews in food Science and Nutrition* **2011** (51) 146-177.

Thoden van Velzen, E.U. “Natuurlijk verpakt, milieueffecten van hernieuwbare, biologisch afbreekbare verpakkingen”, Wageningen January **2011**, (AFSG rapport 1142).

Thoden van Velzen, E.U.; Linnemann, A.R. “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* **2008**, 21, 37-46.

Vries de M, Boer de IJM, “Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments” *Livestock science* **2010** (128) 1-11.

Zhu X, van Ierland CE. Protein chains and environmental pressures: a comparison of pork and Novel Protein Foods *Environmental Sciences* 2004; **1**: 254-276.

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de resultaten van het onderdeel innovatief verpakken van de routekaart vleesverwerking. Hierin worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek van Wageningen UR en twee workshops met de sector meegenomen. De meest kansrijke oplossingen en technologieën werden in de workshops gekozen en zijn samengevat in de onderstaande tabel, de uitgebreidere uitleg hiervan volgt daaronder. Hiervan zijn er enkele direct beschikbaar, terwijl anderen nog ontwikkelingstijd vergen.

Oplossingen en technologieën	Status	Potentie	THT	Kwaliteit	E _{verp}	Derving	E _v +E _d	Kosten
1 Standaardverpakking	Nu		5	ok	0.6-0.7	10%	7-9	0,04
2 MAP verpakking (70% O ₂ , 30% CO ₂)	Nu	+?	8-12	Smaak	2.0-2.2	5%	4-6	0,12
3 MAP verpakking (70% N ₂ , 30% CO ₂)	Nu	+	17-18	Kleur	2.0-2.2	3%	3-4	0,12
4 Vacuümverpakking	Nu	+	21-28	Kleur	0.9-1.0	2%	1.5-2.0	0,08
5 Skinverpakking	Nu	+	21-28	Kleur	1.0-1.1	2%	1.7-2.5	0,12
6 Lichtdichte vacuümverpakking	Nu	+	14-28	Kleur	~1.5	2%	2.2-2.9	0,12
7 Zuurstof-absorbers en vleeswaar	Lt	++	nvt	++		<1%		+0,01
8 Aangepaste verlichting	Mt-Lt?	++	?	++ ?		?		?
9 Decontaminerende verpakkingsmachines	Lt	++	+++	0 ?		<1?		?
10 Hernieuwbare en afbreekbare verpak.	Mt	+	0%	0	~1.0	nvt		~0,14
11 Herbruikbare materialen (RPET+MAP)	Nu-Mt	+	0%	0	1.0-1.1.	5%	2-3	0,13
12 MAP met PET mono-materiaal	Mt	++	0%	0	~2.2	5%	2-3	~0,12
13 Slimme verpakking met dynamische THT	Nu-Lt	+++	+?	+?		+++		- - -
14 openingsgemak en hersluitbaarheid	Nu	++	nvt	nvt		nvt		+0,01
15 Kleinere portiegroottes	Nu	?	nvt	+		+		- -
16 Verbeteren initiële kwaliteit		+	+	0				

Toelichting bij de criteria van de tabel

- **Status** = verwachte beschikbaarheid van de technologie: Nu (voor 2015), Mt; middellange termijn (voor 2020) en Lt; lange termijn (voor 2030).
- **Potentie** = ontwikkelpotentieel = in welke mate zijn richting 2030 nog verbeteringen te verwachten zijn
- **THT** = houdbaarheidstermijn in dagen of de gemiddelde procentuele verbetering van t.o.v. traditionele methoden.
- **Kwaliteit** = eventuele invloed op de vleeskwaliteit zoals smaak, kleur, geur etc.
- **E_{verp}** = cumulatief energieverbruik productie verpakking in [MJ]/verpakkingseenheid
- **Derving** = Geschat productuitval in de keten tot en met detailhandel in [MJ]/verpakkingseenheid].
- **E_v+E_d** = Som van energieverbruik van verpakkingsproductie en van energieverlies ten gevolge van derving in [MJ]/verpakkingseenheid]
- **Kosten** = indicatie van de kosten van deze technologie in eurocenten per verpakkingseenheid bij grootschalige invoering. Hierbij zijn vaak de variabele kosten van verpakkingsmateriaal dominant.

De bovenstaande tabel volgt de algemene indeling die gebruikelijk is bij de routekaart, toch zijn er enkele afwijkingen. De criteria *overige milieueffecten* (water, chemicaliën etc.) en *implementatie* (inpasbaarheid in de bedrijfsvoering) zijn niet opgenomen in de tabel, omdat ze niet onderscheidend zijn. Ten aanzien van implementatie geldt dat alle technologieën in principe

even gemakkelijk in de bedrijfsvoering inpasbaar zijn. Verder zijn er geen additionele milieueffecten van deze technologieën te voorzien. Segmentatie (kleinere portiegroottes) springt wel in het oog omdat hierdoor het verpakkingsgebruik per producthoeveelheid flink kan toenemen. Ten aanzien van de kosten geldt dat meestal de variabele verpakkingskosten domineren en dat investeringskosten vaak minder belangrijk zijn, zodoende is er ook geen poging gedaan om terugverdientijden te berekenen. Deze variabele kosten zullen in de toekomst stijgen ten gevolge van de stijgende olieprijsen.

Hieronder volgt een korte samenvatting van alle gekozen oplossingen en technologieën.

De **Standaardverpakking** voor vers vlees is een EPS schaal met PVC rekwikkelfolie. Het vlees kleur rood door de zuurstof uit de lucht en de microbiologische groei wordt niet geremd, waardoor de houdbaarheid ongeveer 5 dagen is.

De **MAP verpakking (30% CO₂, 70% O₂)** met een verhoogd zuurstofgehalte is de meest toegepaste verpakkingstechnologie voor vers vlees in Nederland. Hiermee worden met de huidige vleeskwaliteit houdbaarheden van rond de 10 dagen gehaald. Het vlees kleurt mooi rood door het zuurstof en de microbiologische groei wordt gedeeltelijk geremd door het koolzuurgas. Zo nu en dan zijn er enkele problemen met deze verpakking en het ingaande vlees, zoals onverwachte bruinverkleuringen en ongewenste geurvorming. Door de beginbesmetting te verlagen en het gehalte natuurlijke antioxidanten in het veevoer te verhogen of vers vlees te marinieren kan de houdbaarheid verder verlengd worden.

De **MAP verpakking (30% CO₂, 70% N₂)** met een zuurstofarme atmosfeer wordt nu in Nederland alleen toegepast voor bewerkte vleesproducten, snacks en voorgekookte maaltijden en zou in de toekomst ook voor vers vlees kunnen worden gebruikt. Aldus verpakt vers vlees heeft een houdbaarheid van circa 18 dagen, maar is wel paars gekleurd. Deze kleur moet dan wel door de consument worden geaccepteerd.

De **Vacuüm verpakking** is een barrièrezak gemaakt van meerlaags folie waarin het verse vlees onder vacuüm wordt verpakt. Het is een gangbare verpakkingsmethode voor technische delen en diepvriesvlees, maar weinig gebruikt voor vers vlees omdat het een onaantrekkelijk beeld oplevert van paars, samengedrukt vlees met uittredend weefselvocht in de naden en harde hoeken. De houdbaarheid kan

De **Skin-verpakking** is in feite een krimp-vacuümverpakking. Na het vacuümverpakking wordt het restfolie om het vlees of de schaal met het vlees heen gekrompen. De verpakking oogt veel beter; er zijn geen naden of harde hoeken meer.

Door de lange houdbaarheid van 3-4 weken kunnen supermarkten de derving reduceren en daarmee hun kosten. Bij het skin-verpakken is het vlees gefixeerd op de schaal en kan het verticaal of schuin worden gepresenteerd. Dit leidt tot een betere productpresentatie in het koelmeubel verbeteren en lagere logistieke kosten. Het belangrijkste obstakel blijft de paarse vleeskleur in een skin-verpakking. Momenteel is er één dominante aanbieder van deze technologie.

De **lichtdichte vacuümverpakking** zou nog betere resultaten geven omdat lichtschade zou worden tegengegaan. In Frankrijk wordt deze verpakking al jaren met succes gebruikt voor vers vlees voor consumenten. Getwijfeld wordt of Nederlandse consumenten deze verpakkingsvorm accepteren omdat ze dan het vlees niet kunnen zien voordat ze het kopen.

Zuurstof-absorbers kunnen de roze kleur van vleeswaar verder stabiliseren, mits verpakt in een goed met stikstofgas gespoelde barrièreverpakking. De absorbers zijn nu nog relatief duur (1 eurocent per verpakking) en maken de productielogistiek complexer. Op termijn zullen goedkope, in verpakkingen met geïntegreerde, zuurstof absorbers met voldoende absorptie kwaliteit beschikbaar komen. Deze absorbers worden dan aangezet door een trigger na het verpakken.

Aangepaste verlichting. Binnen de levensmiddelentechnologie worden steeds meer voorbeelden gevonden van lichtschade; bepaalde golflengtes van het licht blijken verantwoordelijk te zijn voor kwaliteitsverlies. Mogelijk geldt dit ook voor vers vlees en vleeswaren. Over welke golflengtes het meest schadelijk zijn en welke minder is nu nog weinig bekend, desalniettemin zijn hier wel kansen, al zal de Nederlandse consument het product wel willen beoordelen voor de aanschaf.

Decontaminerende verpakkingsmachines worden op de lange termijn verwacht. Deze machines verlagen de beginbesmetting van het te verpakken product en verpakken het direct daarna, waardoor de houdbaarheid van het verpakte product toeneemt. Zo worden op dit moment frisdrankflessen al ontsmet voor gebruik. De juridische barrières en enkele technische barrières zijn echte hoog zodat toepassing pas op de lange termijn wordt verwacht.

Van alle **hernieuwbare en / of biologisch afbreekbare verpakkingen** kunnen enkele schalen nu al voor vers vlees kunnen worden gebruikt. Helaas is er nu nog geen bijbehorend top-folie beschikbaar dat aan alle technische eisen voldoet, hier wordt wel aan gewerkt. Door de combinatie van hoge technische eisen met markt die wordt gekenschetst door hoge volumina en lage marges verwachten wij dat deze ontwikkeling nog wel 10 jaar kan duren.

Verpakkingen gemaakt van hergebruikte materialen worden sinds 2010 toegepast; Albert-Heijn introduceerde toen vleesschaaltjes die voor 70% gemaakt zijn van hergebruikt PET (uit flessen). Deze schalen functioneren even goed in een beschermende atmosfeer verpakking, maar leveren wel grofweg 50% minder milieudruk op. Hergebruikte verpakkingen zullen toenemen.

Mono-materialen. Verpakkingen die uit één materiaal zijn gemaakt zijn aanzienlijk makkelijker her te gebruiken als meerlaagse folies, flessen en schalen. PET vleesschalen bezitten nu nog een dunne PE-seallaag en deze maakt hergebruik lastig. Zodoende wordt er gestreefd naar een PET-schaal die alleen van PET is gemaakt en een gemodificeerde PET-seallaag bezit. Deze ontwikkeling heeft waarschijnlijk geen invloed op de andere doelstellingen.

Slimme verpakkingen met dynamische THT info. De eerste stap is verpakkingen in de fabriek op bij de retailer tot voorzien met een uitgebreidere barcode met herkomst en productietijd informatie. Hiermee kunnen retailers al een eerste stap zetten om de keten te verbeteren. Deze technologie wordt nu al tegen beperkte meerkosten ingezet. Ook zijn er al mobiele dataloggers en chips voor het dynamische meten van temperatuur, tijd en plaats beschikbaar. In de voedings- en farmaceutische industrie zijn al diverse dataloggersystemen

geïmplementeerd op pallet- of vrachtwagenniveau (in de farmacie, de bloemenexport en ook bij Compaxo vleeswaren). Een category manager en soms ook een chauffeur wordt gewaarschuwd als de temperatuur te hoog of te laag wordt. De systemen worden nu vooral gebruikt om geschillen te slechten. Ze kunnen natuurlijk ook gebruikt worden om fouten, onderbrekingen en zwakke punten in de logistieke keten te ontdekken. De chips voor deze systemen zijn nu nog veel te duur (10 euro per stuk) voor toepassing op een individuele verpakking. Rond 2030 zijn de kosten voor deze chips waarschijnlijk gedaald tot onder de euro.

Verpakkingen met *openingsgemak en hersluitbaarheid* zijn beschikbaar op de markt. Vaak resulteren deze verpakkingen in een lichte prijsstijging en de bereidheid om hiervoor te betalen is onzeker. Hersluitbare verpakkingen kunnen gemak bieden aan de consument, ze verkorten de houdbaarheid na openen wel omdat de beschermende atmosfeer is verdwenen.

Verpakkingen van *kleinere portiegroottes* is een belangrijke trend voor de markt van alleenstaanden en ouderen. Bedrijven zijn terughoudend om hiermee te beginnen omdat dit een relatief groot verpakkingsgebruik per eenheid product oplevert, duur is en een negatief milieu-imago kan opleveren. Terwijl dit juist een belangrijke methode kan zijn om de derving bij de consument te verlagen.

Het energiebesparingspotentiaal voor vers vleesverpakkingen kan worden afgeschat met de navolgende veronderstellingen:

- 2 miljard verpakkingseenheden per jaar
- Huidige verpakkingsvormen: 30% traditioneel EPS schaal met PVC rekwikkel en 70% verpakt onder beschermende atmosfeer met verhoogd zuurstof
- Toekomstige verpakkingsvormen: 50% skinverpakking voor vlees uit hele spieren en 50% beschermende zuurstofarme atmosfeer voor maalvlees waarbij de schaaltes gemaakt zijn van hergebruikt PET.

Uitgaande van deze veronderstellingen kan het totale energiegebruik van de vers vleesketen dalen van 12,6 PJ/jaar naar 4,3 PJ/jaar, een reductie van 66%. Deze situatie ligt voor vleeswaren anders. Vleeswaren hebben in de huidige verpakkingsvormen houdbaarheden van 4 à 6 weken. Precieze dervingscijfers ontbreken, echter deze zullen grofweg 2 à 3% liggen. In het geval er met een geavanceerdere verpakkingstechnologie of optimaler inkoopbeleid 1% van af kan worden gehaald, bedraagt de energiebesparing circa 0,1 PJ/jaar.

Het energiegebruik van de Nederlandse keten van vers vlees kan met 8 PJ /jaar worden verminderd door een integrale aanpak van innovatieve verpakkingen en een scherper inkoopbeleid. Skin-verpakken van vers vlees biedt een langere houdbaarheid, betere display eigenschappen en logistieke voordelen. Voor maalvlees kan er beter voor verpakken onder beschermende zuurstofarme atmosfeer worden gekozen. Hierbij kan de schaal dan nog worden geproduceerd uit hergebruikte en of hernieuwbare materialen om het energiegebruik nog verder te beperken.

Om dit te verwezenlijken zullen er veel stappen moeten worden gezet. De belangrijkste energiebesparing kan worden behaald door de voedselverspilling in de supermarkten en bij de consumenten te verlagen. Hiertoe kunnen verpakkingstechnologieën worden gekozen met een langere houdbaarheid. Deze technologieën moeten dan wel omlijst worden door een slim en scherp inkoopbeleid.

De langere houdbaarheden die geavanceerde verpakkings-technologieën bieden zijn weliswaar een goed uitgangspunt om het voedselverlies te reduceren, de implementatie hiervan is daar echter geen garantie voor. Ook zal er moeten worden opgelet dat de energiereductie door de toepassing van skinverpakkingen niet teniet gedaan wordt door luxe manchetten en dikke onderschalen. Kortom alleen een integrale aanpak van zowel het inkoopbeleid als de verpakkingstechnologie kan dergelijke energiebesparingen realiseren. Hiervoor moet er dan wel in de keten door vleesbedrijven en retailbedrijven aan dit ene doel worden samengewerkt.

Bijlage

Belangrijkste milieueffecten van kunststofverpakkingsmaterialen van aardolie tot verpakkingsproduct. Van het cumulatieve energiegebruik is het overgrote deel niet hernieuwbaar. [Website Plastics Europe]

Materiaal	Cumulatief energiegebruik, [MJ/kg]	Potentie voor opwarming van de aarde over 100 jaar (GWP-100), [kg CO ₂ eq./kg]
Polyethyleenterephthalaat (PET)		
Fles granulaat	69	2,2
PET fles	104	4,7
PET film	109	5,4
Polypropyleen (PP)		
Granulaat	73	2,0
PP spuitgietartikel	94	2,8
OPP film	99	3,2
Hogedichtheidspolyethyleen (HDPE)		
granulaat	77	1,9
HDPE spuitgietartikel	107	2,4
HDPE fles	104	3,1
Lagedichtheidspolyethyleen (LDPE)		
Granulaat	78	2,1
LDPE film	89	2,4
Polystyreen		
GPPS granulaat	86	3,4
Dieptrekschaal	109	4,3
Nylon-6		
granulaat	120	9,1