

Ecodesign-ul ambalajelor pentru alimente

Unit 8: Plastice pentru ambalarea alimentelor

Gabi Mustatea, ph. D. gabi.mustatea@bioresurse.ro
Gabriel Laslu, Dipl.-Ing. (IDT1), gabriel.laslu@gmail.com

8.1 Definiții, clasificare, plastice utilizate în ambalarea alimentelor	1
8.2 Reciclarea plasticelor	6
8.2.1 Importanța reciclării.....	6
8.2.2 Sistemul de identificare a plasticilor SPI.	7
8.3 Tehnologii ale ambalajelor din plastic.....	12
8.3.1 Extrudarea	12
8.3.2 Termoformarea:.....	16
8.3.3 Formarea prin injecție.....	17
8.3.4 Formarea prin compresie.....	18
8.4 Proiectarea ambalajelor din plastic pentru reciclare.	19
8.4.1 Câțeva concepte de eco-proiectare	20
8.4.2 Permeabilitatea plasticilor	21

După însușirea acestei unități, studentul va fi capabil să:

- Obiectiv 1: Să cunoască principalele tipuri de materiale plastice folosite la ambalajele alimentare;
- Obiectiv 2: Să-și însușească importanța și posibilitățile de reciclare, reutilizare ale deșeurilor din plastic;
- Obiectiv 3: Să cunoască bazele tehnologiilor de obținere a ambalajelor din plastic;
- Obiectiv 4: Să poată folosi cunoștințele de proiectare a ambalajelor din plastic în activitatea curentă de eco-proiectare.



8.1 Definiții, clasificare, plastice utilizate în ambalarea alimentelor

Plasticul este un material sintetic realizat dintr-o gamă largă de polimeri organici, cum sunt, polietilenă, PVC, nailon etc., care pot fi turnate în diverse forme și apoi fixate într-o formă rigidă sau elastică.

Materialele plastice sunt utilizate pe scară largă pentru materialele de ambalare și în construcția de instalații și echipamente de prelucrare a alimentelor, deoarece:

- sunt flexibile și se pot modela în anumite condiții, pentru fabricarea foilor, formelor diferite și a structurilor,
- sunt în general inerte chimic, deși nu sunt neapărat impermeabile,
- sunt rentabile și satisfac nevoile pieței,
- sunt ușoare,
- oferă opțiuni în ceea ce privește transparența, culoarea, izolare termică, rezistență la căldura și proprietățile de barieră.

– Există două categorii mari de materiale plastice: termoplastice și materiale plastice termorezistente. Termoplastele pot fi încălzite pentru a forma produse și apoi dacă aceste produse finale sunt reîncălzite, plasticul se va înmuia și se va topi din nou. Dimpotrivă, materialele termoizolante pot fi topite și formate, dar odată ce se formează, după ce s-au solidificat, ele rămân solide și, spre deosebire de termoplastice, nu pot fi turnate din nou.

Avantaje termoizolatoare (termorezistente): a) mai rezistente la temperaturi înalte decât termoplastele, b) design extrem de flexibil, c) pot realiza pereți groși sau pereți subțiri, d) excelent aspect estetic, e) niveluri ridicate de stabilitate dimensională, f) cost mai mic față de termoplaste.

Avantaje termoplaste: a) înalt reciclabile, b) sunt estetic superioare, c) rezistență ridicată la impact, d) capacitate de a fi turnat din nou în forme diferite, e) rezistență chimică, f) opțiuni privitoare la suprafață, poate fi cristalină sau cauciucată, g) producție ecologică,

Dezavantaje termoizolatoare: Nu pot fi reciclate, mai dificil de finisat, nu pot fi turnate din nou sau remodelate.

Dezavantaje termoplaste: În general mai scumpe decât cele termorezistente, se pot topi dacă sunt încălzite accidental.

În UNIT IV, s-au prezentat noțiunile necesare privind legislația UE referitoare la materialele de ambalare plastice, plastice reciclate, filmele din plastic, de asemenea, sau prezentat noțiunile necesare privitoare la proprietățile referitoare la barieră și la migrare (vezi și anexele 1 și 3 ale UNIT IV).



Tipurile de polimeri utilizați pentru ambalarea alimentelor sunt:

- Polietilena - polyethylene (PE)
- Polipropilena - polypropylene (PP)
- Poliesterii - polyesters (PET, PEN, PC) (notă: uneori PET se notează și PETE)
- Policlorura de vinil - polyvinyl chloride (PVC)
- Polistirenul - polystyrene (PS)
- Ionomerii – ionomers
- Etilen Vinil Acetat - Acetat de etilen vinil - ethylene vinyl acetate (EVA)
- Poliamide - polyamides (PA)
- Policlorura de viniliden - polyvinylidene chloride (PVdC)
- Butadien stiren - styrene butadiene (SB)
- Acrilonitril Butadien Stiren - acrylonitrile butadiene styrene (ABS)
- Etilen vinil alcool - ethylene vinyl alcohol (EVOH)
- Polimetil pentan - polymethyl pentene (PMP sau TPX)
- Polimeri nitrilici de înaltă polimerizare - high nitrile polymers (HNP)
- Fluoropolimeri - fluoropolymers (PCTFE/PTFE)
- Materiale pe bază de celuloză - cellulose-based materials
- Acetat de polivinil - polyvinyl acetate (PVA).

Toate materialele de mai sus sunt termoplaste. În UE, PE constituie 56% din totalul plasticelor folosite, PP, PET, PS (inclusiv polistirenul expandat EPS) și PVC cuprind cea mai mare parte din rest. Celelalte plastice nominalizate se folosesc pentru îmbunătățirea proprietăților de barieră, etanșarea la căldură, aderarea sau rezistența la cald.

Se vor caracteriza aici materialele plastice PE, PP, PET, alte caracteristici ale restului de materiale le găsiți în anexa 2.

a) Poliesteri

- Polietilena (Polyethylene – PE) ,

Este cel mai folosit polimer privind tonajul și eficiența costului. Condițiile de procesare controlează gradul de ramificare în lanțul polimeric și, prin urmare, densitatea și alte proprietăți ale filmelor și ale altor tipuri de ambalaje din PE. Etanșează bine încălzită, filmele realizate din PE prezintă o bună barieră la umezeală și la vaporii de apă, dar nu și la O₂, CO₂ și alte gaze, totuși proprietățile de barieră cresc cu densitatea materialului. Are punctul de topire 120 °C, care de asemenea crește cu densitatea. Tipuri de polietilenă folosită: LDPE – PE de densitate joasă (low density PE) manufacturată în general în filme de 30 μm, LLDPE – linear LDPE film (linear low-density PE film), are un lanț polimeric mai scurt și are proprietăți superioare privind rezistența la rupere și la impact. MDPE sau filmul PE cu densitate medie (medium-density PE film) are rezistență mecanică mai mare decât LDPE. LDPE poate fi co-extrudat cu MDPE pentru a combina buna etanșeitate a LDPE cu rezistența MDPE, de ex. pentru acoperirea prin extrudare a



plicurilor pentru amestecuri de supă deshidratată. HDPE sau PE de înaltă densitate este cel mai rezistent polimer PE și poate fi extrudat în filme (folii) subțiri. Acest film este utilizat pentru aplicațiile de tip "boil-in-the-bag". Pentru a îmbunătăți capacitatea de etanșare, HDPE poate fi co-extrudată cu LDPE. HDPE este turnat prin injecție pentru închideri, cutii, paleți și tobe, și pot fi turnate rotativ pentru containere cu volum intermediar. O aplicație majoră a HDPE sunt recipientele de lapte, turnate prin suflare, cu o capacitate de 0,5-3 l.

b) Polipropilena (Polypropylene -PP).

Polimerul este o rășină mai dură și mai densă decât PE și mai transparentă în forma sa naturală. PP are densitatea cea mai mică și cel mai înalt punct de topire dintre termoplasticele utilizate pe scară mare și are un cost relativ scăzut.

Plasticul are multe aplicații pentru ambalarea produselor alimentare atât ca film flexibil cât și în formă rigidă. Punctul de topire ridicat al PP (160 ° C) îl face potrivit pentru aplicații unde este necesară rezistența termică, de exemplu la ambalaje cu umplere la cald și pentru cuptorul cu microunde. PP poate fi laminat prin extrudare cu PET sau cu alte filme rezistente la temperaturi ridicate pentru obținerea de benzi de etanșare la cald care pot rezista la temperaturi de până la 115-130 ° C, pentru sterilizare și utilizare în pungi retortă. Spre deosebire de PE, filmul turnat devine fragil chiar sub 0 ° C și prezintă crăpături de tensiune sub -5 ° C și, prin urmare, nu trebuie să fie utilizat dacă aplicația necesită congelare. Filmul OPP sau BOPP (Oriented PP film), pe de altă parte, este adecvat pentru utilizare pentru depozitare prin congelare. Filmele OPP nu se sudează ușor împreună prin încălzire, deoarece temperatura de topire este apropiată de temperatura de contracție a filmului. Cu toate acestea, OPP acoperit cu acril are o bună funcționare, incluzând etanșarea la cald.

Acoperirea acrilică asigură de asemenea o barieră bună pentru mirosuri. O barieră îmbunătățită pentru gaze și vapori de apă este obținută prin acoperire cu PVdC - policlorura de viniliden (Polyvinylidene chloride). PP și PE au cele mai scăzute valori ale tensiunii de suprafață și necesită un tratament suplimentar pentru a le face potrivite pentru imprimare, acoperire și laminare. Acest lucru este realizat cu curent electric de înaltă tensiune, descărcare (corona), tratarea cu ozon sau prin jeturi cu gaz. Aceste tratamente ușurează oxidarea suprafeței și, prin urmare, îmbunătățesc aderența sau fixarea acoperirilor, cernelurilor de imprimare și adezivilor. Gama de produse alimentare ambalate în filme PP cuprinde, biscuiți, chipsuri(chipsuri) și gustări, ciocolată și produse zaharoase, înghețată și alimente congelate, ceai și cafea.

Pelicula metalizată, PP, poate fi utilizată pentru gustări și chipsuri (chips-uri) în care este necesară o barieră mai mare sau o durată mai mare de depozitare. Cartonul poate fi acoperit prin extrudare cu PP pentru a fi utilizat la ambalarea de alimente congelate / refrigerate la tăvile care pot fi încălzite de consumator în cuptor cu microunde și în



cuptoare. Aplicațiile alimentare majore din PP sunt pentru vase și tuburi turnate prin injecție pentru iaurt, înghețată, unt și margarină.

c) Polietilena tereftalat, (Polyethylene terephthalate (PET or PETE))

PET este un poliester rezultat din polimerizarea acidului tereftalic cu alcoolul etilen glicol. El poate fi: suflat, injectat în matrițe, spumat, acoperit prin extrudare pe carton sau extrudat în folii pentru termoformare, poate fi orientat biaxial (vezi și punctul 8.3). Grosimea filmului este între 12 μm , pentru filmele de poliester până la 200 μm la filmele compozite realizate prin laminare. La filmele PET nu se folosesc aditivi. Pet are o rezistență mai mare decât ceilalți polimeri, iar prin orientarea fibrelor capătă rezistență la rupere ridicată. Are mai mulți radicali care se leagă cu alte chimicale conferind suprafeței reactivitate mai mare cu cernelurile. PET se topește la temperaturi înalte de 260 °C și nu se contractă sub 180 °C. Aceasta face ca PET să fie bun pentru folosirea la aplicații la temperaturi înalte ca: sterilizare cu abur, "boil-in-the-bag" și pentru coacere sau reîncălzire în cuptorul cu microunde sau cel convențional. Filmul este flexibil până la -100 °C. El poate fi laminat cu PE pentru a se obține proprietăți bune de etanșare la cald. De asemenea, utilizarea acoperirii cu PCdC oferă o bună rezistență de barieră și capacitate de etanșare la cald. Este o barieră medie pentru O₂, dar prin metalizare cu folie de aluminiu prezintă înalte proprietăți de barieră pentru O₂ și vaporii de apă și este folosit astfel la pungile de cafea cu vacuum, iar laminat pe ambele fețe cu EVA este folosit la pungile pentru lichide având proprietăți înalte de etanșare. Cartonul extrudat cu PET este folosit la fabricarea tăvilor pentru încălzirea alimentelor. PET este folosit la fabricarea sticlelor pentru toate băuturile carbogazoase și apele minerale.

– Un alt poliester este Polietilena naftalen dicarboxil (Polyethylene naphthalene dicarboxylate PEN)

Este rezistent la UV și este mai rezistent la temperatură decât PET. Poate fi fabricat ca film și suflat în matriță ca sticlă, te fi folosit ca monopolimer sau copolimer cu PET.

– Policarbonatul (Polycarbonate (PC))

Este tot un poliester care conține un grup carbonat în structură. În principal el este folosit ca înlocuitor al sticlei, rezistent la căldură și foarte dur și durabil. În trecut a fost utilizat pentru sticle de lapte returnabile, tăvi de gătit pentru alimente congelate și dacă este co-extrudat cu nailon ar putea fi folosit pentru băuturi carbogazoase.

– Policlorura de vinil - polyvinyl chloride (PVC)

PVC-ul neplastifiat (UPVC) are proprietăți utile, dar este un material dur, fragil, iar modificarea este necesară pentru ca aceasta să fie utilizată cu succes. Flexibilitatea poate să fie realizată prin includerea plastifianților, frecare redusă a suprafeței cu agenți



de alunecare, diverse culori prin adăugarea de pigmenți și îmbunătățirea temperaturii de prelucrare prin adăugarea de agenți de stabilizare. Trebuie mare prudență în alegerea aditivilor utilizați în pelicula care va intra în contact direct cu alimentele, în special în ceea ce privește migrarea componentelor ambalajului în produsele alimentare. UPVC-ul rigid este utilizat pentru tăvi transparente sau colorate compartimentate pentru sortimente de ciocolată și biscuiți. Este folosit cu MAP pentru tăvi termoformate pentru a ambala salate, sandvișuri și carne gătită. Cele mai multe folii din PVC sunt produse prin extrudare. Poate să fie orientat pentru a produce un film cu un grad ridicat de contracție. Până la 50% contracție este posibilă la temperaturi destul de scăzute. PVC-ul printat poate fi utilizat pentru etichete care se strâng la cald pe containere de plastic sau sticlă.

– Polistirenul - polystyrene (PS)

PS are multe utilizări de ambalare și poate să fie extrudat ca film de plastic monostrat, co-extrudat ca material termo-formabil, folie, turnat prin injecție și spumat pentru a da o gamă de tipuri de ambalaje. Este, de asemenea, co-polimerizat pentru extinderea proprietăților sale. Are transparență bună. Este rigid, cu o încrețire caracteristică, sugerând prospețime. Pentru etichete se folosește un film pigmentat alb. Filmul este imprimabil. Are proprietăți scăzute de barieră la vaporii de apă și la gazele comune, este potrivit pentru ambalarea produselor proaspete, care au nevoie să respire. Principalul dezavantaj, este că PS dă naștere unui container rigid sau semi-rigid și fragil. De aceea poate fi amestecat cu un copolimer stiren butadienic, SB sau SBC. Amestecul este cunoscut sub numele de polistiren de mare impact sau HIPS.

Amestecarea produce un material mai dur. Este translucid și este adesea folosit în formă albă pigmentată. Placa de HIPS poate fi termoformată pentru conservarea de durată scurtă a lactatelor. HIPS este, de asemenea, utilizat în extrudarea foilor multistrat cu o varietate de alți polimeri, PE, PP, PET, PVdC și EVOH. Produsele alimentare ambalate cu aceste materialele cuprind produse lactate cum ar fi crema și deserturi pe bază de iaurt, lapte UHT, brânză, unt, margarină, gem, compot de fructe, carne proaspătă, paste făinoase, salate etc Multe dintre aceste produse sunt ambalate aseptice cu mașini de termoformare, umplere și etanșare.¹

Aditivii: Produsele din plastic ar fi un eșec comercial fără aditivi. Aceștia sunt produse chimice organice sau anorganice care permit procesarea materialelor plastice, modelarea utilizării lor și sporirea performanțelor lor de utilizare finală. În compoziția plasticilor pot fi de la 0,05% masă până la 20% masă aditivi. Aditivii sunt clasificați după funcțiile lor și nu după chimicalele pe care le conțin și sunt utilizate respectând legislația și regulile de mediu impuse de UE. Circa 75% din totalul aditivilor sunt folosiți în PVC. Aditivii care se aplică pentru modificarea proprietăților plasticilor reprezintă cca 70%

¹ RICHARD COLES, DEREK MCDOWELL, MARK J. KIRWAN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY, Blackwell Publishing Ltd, 2003



din totalul acestora, 23% se aplică pentru extinderea proprietăților, iar circa 7% pentru a ajuta la procesarea plasticelor².

8.2 Reciclarea plasticelor

8.2.1 Importanța reciclării

Plasticele se folosesc astăzi foarte frecvent, însă au o perioadă lungă de peste 500 de ani de rezistență în mediu fără a se descompune. De aceea reciclarea și recuperarea acestor materiale la sfârșitul vieții produselor, a devenit un factor esențial cerut de UE. Ambalajele din plastic sunt eminentamente reciclabile și o gamă de ambalaje din plastic, în creștere, încorporează material reciclat. Legislația UE permite acum utilizarea materialelor plastice reciclabile în ambalajele noi destinate alimentelor. Reciclarea unei tone de sticle de plastic economisește 1,5 tone de carbon, iar o sticlă de plastic economisește suficientă energie pentru un bec de 60 wați timp de 6 ore.³

Utilizarea mono-materialelor sau a materialelor mixte de același tip, sunt materialele potrivite din punctul de vedere al reciclatorului, iar combinațiile de diferite tipuri de plastic cu densități similare trebuie evitate ori de câte ori este posibil. Scopul este acela de a minimiza numărul de materiale plastice utilizate și de a specifica materialele plastice care pot fi reciclate împreună sau ușor separate în procesul de reciclare. Este recunoscut, totuși, că pentru a oferi atât proprietățile tehnice cerute, cât și pentru a satisface nevoile utilizatorilor, este necesară uneori o combinație de diferite tipuri de materiale:

În aceste condiții, trebuie folosite materiale de densități diferite pentru a facilita separarea materialelor incompatibile în timpul mărunțirii sau strivirii mecanice, sau ulterior în procesul de spălare cu apă. Combinații de diferite tipuri de plastic de aceeași densitate ar trebui să fie evitate.

- PET-ul este mai greu decât apa și se va scufunda. În procesul de spălare a PET-ului, capacele sau etichetele fabricate din polipropilenă (PP) sau din polietilenă de înaltă densitate (HDPE) vor pluti și pot fi ușor îndepărtate.
- Umpluturile care modifică densitatea plasticului trebuie evitate și / sau utilizarea lor să fie minimizată deoarece acestea scad calitatea materialului reciclat.
- Contaminarea PET cu PVC este o problemă potențial importantă deoarece acești doi polimeri au densități apropiate fiind mai grei decât apa. Prezența unor niveluri foarte

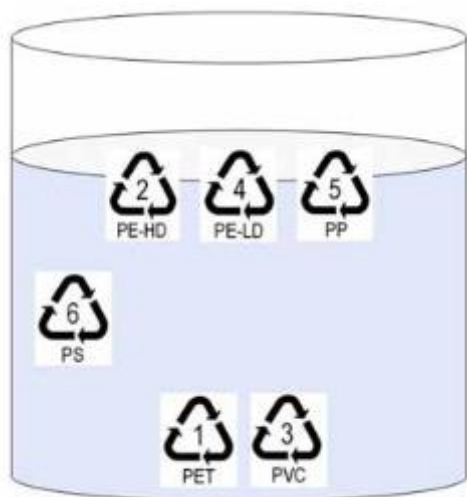
² Plastic Packaging edited by Otto G Piringer & Albert L. Baner

³ Plastics packaging / www.bpf.co.uk



scăzute de PVC (ca 50-200ppm) în PET -urile reciclate provoacă o importantă deteriorare a proprietăților chimice și fizice și pot duce la compromiterea unor cantități mari de PET-uri reciclate pentru majoritatea aplicațiilor de reciclare. Din acest motiv, utilizarea componentelor din PVC de orice fel la fabricarea recipientelor PET ar trebui să fie scrupulos evitată. Aceste componente în general cuprind printre altele închideri, garnituri de etanșare, etichete, manșoane și sigilii de siguranță.

- Utilizarea PLA (un material biodegradabil) cu PET ar trebui să fie evitată. Cei doi polimeri sunt incompatibili și nu pot fi ușor separați (ambii au o densitate > 1 g / cm³). Prezența de niveluri foarte scăzute de PLA în PET cauzează opacitatea recipientului și o deteriorare a proprietăților fizice ale PET reciclat. În plus, PLA provoacă probleme de procesare în uscător deoarece se topește la temperatura de uscare.⁴



Plastics	Specific gravity
LDPE	0.91~0.93
HDPE	0.94~0.97
PP	0.90~0.91
PS	1.04~1.07
PVC	1.35~1.45
ABS	0.99~1.10
Polyester	1.38~1.39
PC	1.2
Nylon 66	1.13~1.15
Teflon	2.1~2.2

Source: "Polymer dictionary" by Taiseisha Co., Ltd (1970)

Fig 1. Densitățile polimerilor folosiți la ambalaje.

8.2.2 Sistemul de identificare a plasticilor SPI.

Pentru a facilita sortarea corectă, în scopul reciclării, a sticlelor și a containerelor din plastic, care se găsesc frecvent în deșeurile rezidențiale, Societatea de Industrie Plastică (SPI -The Society of Plastics Industry), în 1988, a creat sistemul de simboluri pentru identificarea rășinilor SPI (SPI Resin Identification Symbol System), cunoscut și sub denumirea de sistemul de codificare al materialului containerelor din plastic. Pentru a facilita identificarea vizuală a tipului de plastic în timpul separării manuale, containerul și capacul din plastic trebuie să poarte un identificator (simbol) de material. Simbolul trebuie fie vizibil și de preferință, să fie turnat pe suprafața recipientului sau în cazul filmelor, imprimat repetat pe material. Identificatorii în general trebuie să fie grași la baza containerului. Excepțional, identificatorul poate fi localizat în apropierea bazei sau



⁴ PETCO_Design_4, Plastics packaging recyclability by design – Recycling guide www.petco.co.za



imprimat pe etichetă. În tabelul 1 se prezintă cele 7 categorii de plastice simbolizate prin SPI.



Primele șase categorii indicate reprezintă circa 90% din totalitatea plasticelor produse. Cca 8% dintre plasticele folosite sunt așa numitele „Plastice îmbunătățite (engineering plastics)” ale căror proprietăți mecanice și capacitatea de încărcare au fost mărite. Exemple: Poliamida (Nailon) (Polyamide PA), Policarbonat (Polycarbonate PC), Acrilonitril butadien stiren (Acrylonitrile-butadiene-styrene ABS), Acrilonitril stiren (Styrene acrylonitrile SAN), Poliester (Polyester) etc.⁵ Vezi și punctul 8.1 și anexa 2.

Tab. 1 Plasticile simbolizate prin simboluri SPI.




SIMBOL SPI	CARACTERIZARE	RECICLARE
 <p>PET/PETE</p>	<p>PLASTIC #1 - POLIETILENĂ TEREFTALAT (POLYETHYLENE TEREPHTHALATE), (PETE sau PET). Containerele fabricate din acest material plastic absorb uneori mirosuri și arome din alimentele și băuturile care sunt stocate în ele. Se folosesc pentru: băuturi răcoritoare, apă și alte butelii pentru băuturi, unt de arahide și alte recipiente pentru produse alimentare detergenți și containere pentru curățenie etc.</p>	<p>Deșeurile PET este reciclat în: sticle noi, poliester pentru țesături și covoare, umplutură pentru bara de protecție la mașini și fibre pentru saci de dormit și jachete.</p>
 <p>HDPE</p>	<p>PLASTIC #2 – POLIETILENĂ DE ÎNALTĂ DENSITATE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE - HDPE). Produsele HDPE sunt foarte sigure și nu se cunosc cazuri de transmitere de substanțe chimice în alimente sau băuturi. Se folosesc pentru: recipiente pentru lapte și apă, unele pungă de plastic, containere pentru detergenți de rufe, șampon și ulei de motor etc.</p>	<p>Recipientele de HDPE transparente sunt ușor de reciclat în recipiente noi. Deșeurile de HDPE colorate sunt convertite în cherestea din plastic, borduri pentru grădină și peluze, țevi, frânghii, și jucării.</p>

⁵ Plastics Tehnologies practice, IC Professional trening series, August 2009.



 <p>PVC/V</p>	<p>PLASTIC #3 – POLICLORURĂ DE VINIL (POLYVINYL CHLORIDE - PVC OR V).. Conținutul de monomer, clorură de vinil, prin a cărui polimerizare se obține PVC-ul este recunoscut cancerigen și a fost drastic limitat, pe lângă aceasta alte chimicale periculoase sunt frecvent utilizate drept aditivi ai PVC, de care nu se leagă chimic, și de aceea pot să se infiltreze în perioada de utilizare și eliminare ca deșeu. Cel mai comun plasticizator (ftalat DEHP) este suspect de a fi cancerigen. Diluanții de acizi ftalici sunt contaminanți globali, iar peste 90% sunt folosiți numai pentru producția de PVC. Foliile de plastic pentru sere conțin ftalat DBP , care în proporție de 200 picograme (un trilion dintr-un gram)/l poate ucide plantele. Acest tip de plastic trebuie să ajungă în contact cu alimentele. Se folosește ca folie de împachetare datorită rezistenței la întindere. În ambalajele alimentare acest material tinde să fie înlocuit.</p>	<p>Reciclarea nu este fezabilă tehnic și financiar. Reciclarea termică nu se poate face datorită noxelor deosebit de periculoase degajate la încălzirea PVC. Se folosește reciclarea prin presare. În prezent, doar 3% este reciclat, produsele vechi din PVC necesitând amestecarea cu material virgin pentru a recrea material de calitate. Majoritatea deșeurilor colectate sunt folosite pentru produse de calitate inferioară, precum băncile din parc sau bariere fonice pentru drumuri.</p>
 <p>LDPE</p>	<p>PLASTIC # 4 - POLIETILENĂ DE JOASĂ DENSITATE (Low-Density Polyethylene-LDPE). LDPE nu este reciclat în mod obișnuit, dar este reciclabil în anumite zone. Este un material plastic foarte sănătos care tinde să fie atât durabil, cât și flexibil. Filmele pentru ambalaje alimentare împachetate strâns, pungile pentru sandwich-uri, pentru alimentele congelate, sticle sub presiune și pungile din plastic din alimentare sunt fabricate din LDPE.</p>	<p>LDPE reciclat este folosit pentru a face cutii de gunoi, cherestea, mobilier etc.</p>



 <p>PP</p>	<p>PLASTIC #5 – POLIPROPILENĂ (POLYPROPYLENE - PP). PP nu este reciclată în mod obișnuit, dar este acceptată în multe domenii. Acest tip de material plastic este puternic și poate rezista de obicei la temperaturi mai ridicate. Printre multe alte produse se utilizează, filme pentru împachetat, recipiente de margarină, cutii de iaurt, sticle de sirop etc. Capacele din plastic sunt de multe ori fabricate din PP.</p>	<p>PP prezintă dificultăți la reciclare. Astfel, obținerea de materiale diferite privind tipul sau calitatea este greu de realizat. PP Reciclat este folosit pentru a face raclete de gheață, greble, cabluri de baterii etc.</p>
 <p>PS</p>	<p>PLASTIC #6 – POLISTIREN (POLYSTYRENE-PS). Styrofoam. Este reciclat în mod obișnuit, dar este dificil să se facă acest lucru și deseori ajunge în depozitele de deșeuri. Sunt utilizate două forme: Polistiren rigid pentru casete CD, tacâmurii; Polistirenul format (Styrofoam) folosit la recipiente pentru produse alimentare, ambalaje, izolații, cartoane de ouă, pahare de unică folosință, cutii de alimente din plastic, spumă de ambalare și ambalaje pentru arahide.</p>	<p>Se scufunda în apă, Nu dă picături când este expus la flacără și produce fum negru, murdar și un miros de cauciuc ars atunci când temperatura flăcării crește. Deși teoretic reciclarea sa este posibilă, totuși nu este economică. Reciclatul PS este utilizat pentru a realiza izolații, cadre de plăcuțe de înmatriculare, rigle etc.</p>
 <p>Other</p>	<p>ALTELE (OTHER). Codul SPI, 7 este utilizat pentru a desemna diferite tipuri de plastic care nu sunt definite de celelalte șase coduri. Policarbonatul și Acidul polilactic (PLA), sunt incluse în această categorie. Policarbonatul sau PC-ul este utilizat la sticle pentru bebeluși, sticle mari de apă, discuri compacte și recipiente medicale de depozitare. Materialele reciclate din această categorie sunt utilizate, printre alte produse, pentru fabricarea cherestelei</p>	<p>Aceste tipuri de materiale plastice sunt greu de reciclat. PLA, este biodegradabil în prezența oxigenului, și este greu de reciclat.</p>



	din plastic. Acidul polilactic este un poliester alifatic termoplastice produs din resurse regenerabile, cum ar fi amidonul din porumb (în Statele Unite) sau trestia de zahăr în restul lumii.	
--	---	--

Unele publicații dau indicații utile privind siguranța folosirii materialelor plastice. Astfel,⁶ #1 PETE (tereftalat de polietilenă) tipic sticle de apă, sifon și suc, care nu sunt destinate reutilizării sau stocării datorită posibilității acumulării bacteriilor, dacă le reutilizați asigurați-vă că ați reușit să le curățați în mod corespunzător.

În general, materiale plastice considerate sigure pentru alimente și băuturi sunt:

- # 2 HDPE (polietilenă de înaltă densitate) de calitate alimentară;
- # 4 LDPE (polietilenă de joasă densitate);
- # 5 PP (polipropilenă).

Materialele considerate periculoase, nu sunt sigure pentru alimente și băuturi. Acestea pot să se infiltreze sau pot conține ingrediente periculoase:

3 PVC (clorură de polivinil) cancerigen în timpul fabricării și incinerării;

6 PS (polistiren) posibil carcinogen;

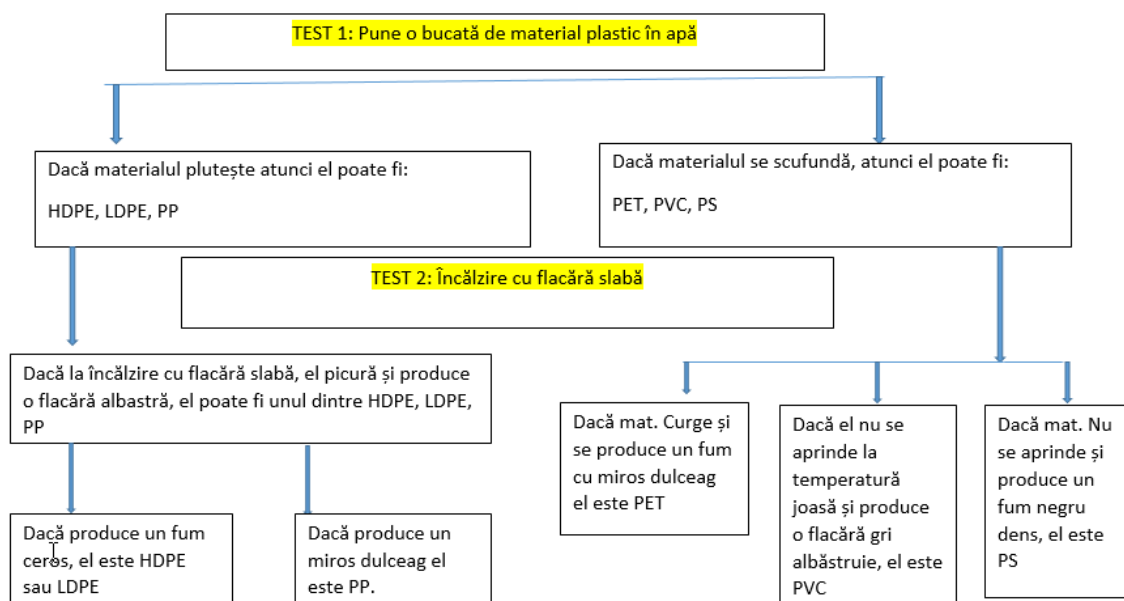
7 altele (de obicei policarbonat, uneori etichetat, PC poate să infiltreze BPA (Bisfenol-A), un compus organic sintetic folosit la fabricarea unor plastice, are proprietăți asemănătoare hormonilor și nu este indicat să fie folosit la ambalajele alimentare. În UE este interzisă folosirea acestui plastic la sticlele destinate copiilor.)

Pentru determinarea practică a materialului atunci când nu se cunoaște simbolul, <http://www.northstarrecycling.com/sorting-plastic-for-industrial-recycling/> propune cele două teste din fig .2

Fig. 2 Teste propuse pentru determinarea materialului plastic în lipsa simbolului.

⁶ <http://modernsurvivalblog.com/preps/safe-plastics-for-food-and-drink/>





8.3 Tehnologiile ale ambalajelor din plastic

Se vor prezenta în mare câteva dintre tehnologiile folosite la fabricarea ambalajelor alimentare din plastic. O prezentare mai detaliată în anexa 1.

Tehnologiile principale de obținere a ambalajelor din polimeri sunt:

- extrudare
- injecție
- compresie

8.3.1 Extrudarea

Plasticul materie primă, cunoscută și sub denumirea de rășină, este furnizat de producător sub formă de granule sau sub formă de pulbere. În timp ce unele materiale plastice sunt utilizate pentru a face acoperiri, adevizi sau aditivi în alte procese legate de ambalare, primul pas important în conversia rășinii plastice în filme, foi, recipiente etc. este de a trece granulele din fază solidă la faza lichidă sau topită într-un extruder. Plasticul este topit printr-o combinație de presiune ridicată, frecare și căldură externă aplicată. Acest lucru se face prin presarea granulelor de-a lungul cilindrului unui extruder folosind șuruburi special concepute, din polimeri, în condiții controlate care asigură producerea unei topituri omogene înainte de extrudare.

Plasticul topit este presat în final printr-o filieră de formă corespunzătoare produsului finit, spre liniile tehnologice de utilizare.



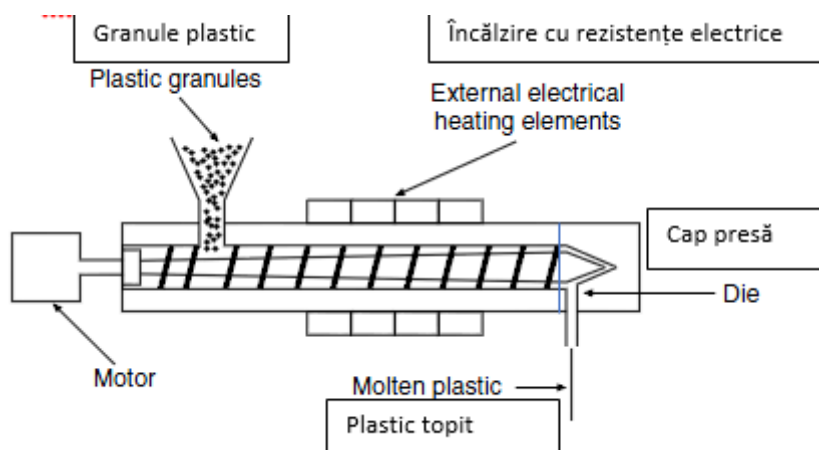


Fig 3 Extruder⁷

Utilizare: - obținerea de filme, folii, plăci și tuburi.

Prin extrudare este posibilă realizarea pe aceeași instalație atât a filmelor cât și a foliilor, doar prin schimbarea filierelor. Acestea pot fi inelare – pentru filme și folii sau plate – pentru filme, folii și plăci.

-Extrudarea foliilor de plastic cu duză plată pentru ambalare (linia tehnologică în anexa 1.1)

Extrudarea foliilor:

- se obțin prin extrudare cu cap de filare cu duză lată;
- polimerul este extrudat la temperaturi cât mai mari, pentru a reduce la minim viscozitatea topiturii;
- răcirea se realizează cu aer, prin imersare directă în apă, pe cilindri răciți în interior sau combinații ale acestor variante.
- grosimea foliei – până la 0,2 - 0,3 mm (limită inferioară)

Foliile obținute pot fi supuse operației de etirare: se execută la temperatura de tranziție spre starea sticloasă a polimerului respectiv prin întinderea polimerului cu o valoare de 200-600% față de dimensiunea inițială, orientând totodată macromoleculele pe direcția de tragere și crescând rezistența la tracțiune și micșorând alungirea la rupere a foliei odată cu subțierea sa. Există posibilitatea etirării pe două axe, longitudinal și transversal crescând rezistența pe ambele direcții. Creșterea rezistenței este deosebit de importantă la folosirea foliilor pentru ambalajele alimentare. Folia etirată (denumită și termo-contractibilă), la încălzire se contractă datorită eliberării tensiunilor interne și se strânge peste obiectul ambalat într-o peliculă transparentă, etanșă și elastică

- Extrudarea plăcilor (linia tehnologică în anexa 1.2)

⁷ RICHARD COLES, DEREK MCDOWELL, MARK J. KIRWAN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY, Blackwell Publishing Ltd, 2003



Se folosește pentru obținerea plăcilor de grosimi diferite folosind polimeri diferiți ca PS, PP, PE etc. Plăcile subțiri, cu grosimi de până la 0,2 mm, sunt utilizate pentru obținerea ambalajelor alimentare prin termoformare (pahare, containere, farfurii, tăvi și caserole pentru margarină, iaurt, deserturi, etc). Linia de prelucrare (vezi anexa 1), asemănătoare cu cea a foliilor, are în plus un sistem de calandrii (cilindrii lustruiți pentru netezirea plăcilor de plastic), role de transport și ghidare, instalație de tăiere.

- Co-extrudarea plăcilor (anexa 1.3)

Prin utilizarea unui număr potrivit de extrudare pentru a alimenta plastice diferite, prin intermediul unui dispozitiv de combinare sau a unui bloc de alimentare, la un ajutor comun, se pot forma structuri multistrat de diferite materiale, cu proprietăți diferite. Acest procedeu se numește co-extrudare.

Co-extrudarea reprezintă extrudarea simultană a mai multor straturi de material (de la două sau mai multe extrudare) prin aceeași filieră. A) Grosime minimă 30 - 120 μm . B) Unul și același extruder poate depune unul sau două straturi de polimer. C) Fiecare extruder trebuie să asigure o curgere laminară a topiturii de polimer pentru evitarea amestecării straturilor. Se pot obține folii sau plăci multistrat cu 2-9 straturi. Polimeri: PET, HDPE, LDPE, PS, etc.

- Acoperirea și laminarea prin extrudare (linie tehnologică anexa 1.4)

Extrudarea și laminarea sunt utilizate pentru a realiza:

- protecția împotriva umezelii,
- barieră la vaporii de apă, oxigen, aromă etc.,
- rezistența la grăsimi,
- etanșarea la cald,
- atracție la vânzare, de exemplu realizarea unor suprafețe lucioase.

În același scop se mai folosesc și alte tehnologii: Laminarea pe role calde (Laminarea se realizează prin trecerea cartonului și filmului printr-un set de rulouri încălzite acoperite cu teflon la viteza și temperatura corecte. Acest lucru face ca filmul să fie atașat pe partea superioară și / sau inferioară a cartonului). Laminarea cu adeziv (trecerea continuă a două folii/ filme dintre care una se acoperă cu adeziv, cu viteză mare, printre mai mulți cilindrii de laminare. Procesele sunt diferențiate de tipul de adeziv folosit și de modul de aplicare al acestuia).

Utilizarea cartonului tratat prin extrudare și laminat, oferă beneficii promoționale remarcabile în ceea ce privește atracția vizuală a consumatorilor. Acoperirea și laminarea prin extrudare adaugă un strat subțire de plastic peste carton care poate oferi rezistența la grăsime și umiditate și, după caz, rezistență la căldură. Acoperirile din plastic pot fi etanșate la cald. În funcție de aplicație, cartonul ar putea fi acoperit prin



extrudare pe una sau două fețe. Stratul de aluminiu furnizează ambalajelor o barieră la lumină, umezeală, grăsime și gaze. Folia de aluminiu este adesea acoperită cu plastic pentru a asigura siguranța produselor și etanșarea la căldură. Cantitatea de topitură de plastic introdusă prin extrudare este influențată în principal de curgerea și temperatura topiturii de plastic. Polimerii cei mai utilizați sunt PE,PP,PET, film de poliester metalizat.

Cartonul înfășurat pe o rolă trece prin fața unui aparat de pre-tratament al suprafeței, de tip descărcare corona la temperatură joasă, pentru a asigura fixarea cernelurilor tipografice, acoperirilor și adezivilor, apoi este acoperit cu polimer topit de tip, PE,PP sau PET, cu o cantitate și temperatură controlată. Imediat suprafața acoperită este presată pe suprafața unei role de oțel răcite,. O rolă cu folie sau film este localizată imediat după extruderul de acoperire cu plastic. Folia sau filmul sunt alimentate de pe rolă în șanțul dintre filmul de plastic topit și rola de răcire astfel încât plasticul să efectueze funcția unui adeziv al foliei/filmului pe carton, controlând astfel finisarea suprafeței de plastic. Învelișurile din partea inversă au un finisaj NSO (non-Set-Off) iar straturile de tipărire au de obicei un finisaj lucios.

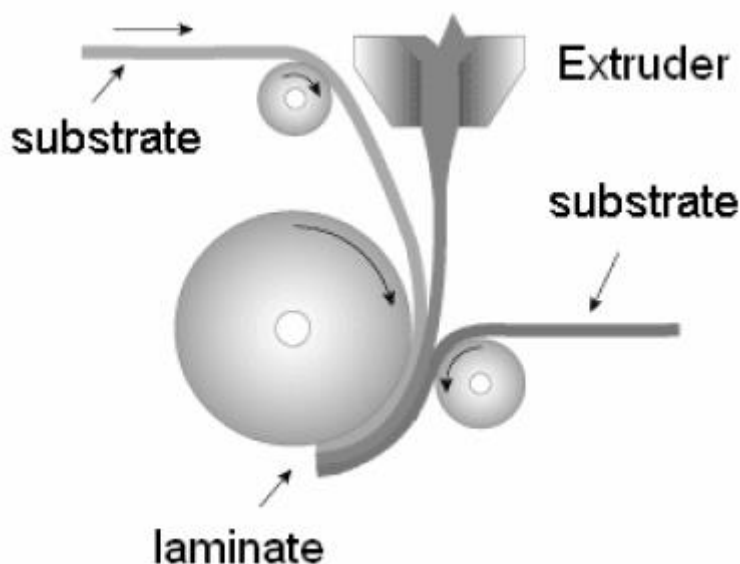


Fig.4 Acoperirea și laminarea prin extrudare, conform⁸

În final, cartonul acoperit, este înfășurat pe miezuri mari de oțel (tobe) în loturi între 1 și 3 tone în funcție de produs. Fiecare tambur are un cod de identificare unic.⁹ Vezi anexa 1.4

- Extrudarea foliilor și filmelor suflate (linie tehnologică anexa 1.5)

⁸ Rory Wolf, A technology decision – Adhesive lamination or Extrusion Coating/Lamination

⁹ după IGGESUND PAPERBOARD, Reference Manual, Extrusion coating and lamination



În general, filmele sunt, prin definiție, mai mici de 200 μm grosime (1 micron = 1×10^{-6} m). Filmul este folosit pentru a înfășura strâns ambalajul (pachete unice, grupuri de ambalaje, încărcături paletizate), pentru a face plicuri și pungi și în combinație cu alte materiale plastice, ori alte materiale prin laminare, formând de asemenea, ambalaje. Extrudarea foliilor și filmelor suflate este un procedeu simplu, economic și productiv. Este cel mai utilizat procedeu. Prin acesta se realizează folii și filme de înaltă calitate. În principiu metoda constă în obținerea unui tub cu pereți subțiri (de la câțiva microni la zecimi de milimetru) care este dilatat cu ajutorul unei suprapresiuni de aer. Diametrul foliilor de la câțiva centimetri la peste 20 metri.

Este aplicabil polimerilor HDPE, LDPE, PP, MDPE (polietilenă de medie densitate: $0.926 - 0.940 \text{ g / cm}^3$). La dilatarea foliei se obține totodată și etirarea ei transversală, iar la tragerea pe rola de înfășurare se obține o etirare longitudinală. De asemenea se folosește co – extrudarea foliilor suflate a doi polimeri (anexa 1.6), de exemplu polietilenă - poliamidă, polietilenă – polistiren.

-Extrudare-suflare corpuri cave

Se folosește pentru fabricarea de butelii (sticle, flacoane) și alte tipuri de corpuri cave (goale la interior).

Polimeri utilizați: poliolefine (PE, PP), PVC plastifiat, PET, PS, ABS, Nailon (PA) etc. Prin extrudare se formează un tub într-o matriță corespunzătoare corpului cav fabricat. În interiorul tubului se suflă aer comprimat, iar tubul din polimer, aflat în stare visco-plastică este dilatat până la pereții matriței în contact cu care se răcește.

Etape:

- extruderul debitează continuu un semifabricat sub formă de tub
- tubul se introduce între bacurile unei matrițe care definesc conturul exterior al produsului dorit
- matrița se închide apoi, închizând totodată și capătul tubului debitat. Vezi anexa 1.6
- De obicei aerul de insuflare este filtrat cu filtre sterilizate. Pentru a elimina sterilizarea ulterioară a ambalajului rezultat, se utilizează uneori procedeul "bottle-pack" care folosește temperatura de $150-230 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a materialului la care butelia din matriță este practic sterilă, realizând de aceea îmbutelierea alimentului aproape concomitent cu formarea. Lichidele care se îmbuteliază fiind reci, durata răcirii scade.

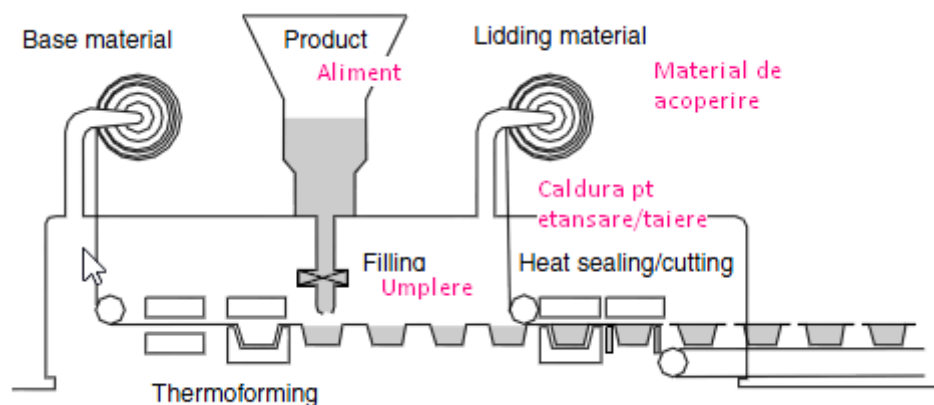
8.3.2 Termoformarea:



Procedurile de termoformare implică înmuierea foliilor din termoplaste la căldură, urmată de formarea prin aplicare de vid, de presiune sau un piston în mișcare. Folia poate fi întinsă pe o matriță și ia forma unui poanson (formarea pozitivă) sau poate lua forma cavă a matriței (formare negativă). La contactul cu matrița, se pierde căldură și materialul se răcește devenind rigid. Formele produselor termoformate sunt de obicei simple (cutii, tăvi de alimente, containere diferite). Termoformarea concurează cu formarea prin suflare și formarea prin injecție. Principalele avantaje din acest proces sunt costul relativ scăzut al termoformării, costul mai mic al matrițelor și ușurința de a forma zone mari cu părți subțiri. Dezavantaje: formele limitate, grosime neuniformă.

Fig. 4. Linie Termoformare , umplere, închidere¹⁰

Folia inferioară este alimentată dintr-o bobină și încălzită înainte de formare sau în matriță, apoi folia este formată în matriță prin diferite procedee. Cavitatea astfel formată este umplută cu



alimentul respectiv în atmosferă deschisă sau sub vid, după care, pentru închidere se folosește folia superioară, care datorită căldurii și presiunii se sudează de folia inferioară etanș. Pentru despărțirea produselor finite se folosesc dispozitive de tăiere transversală. Urmează etichetarea produselor și evacuarea acestora.

8.3.3 Formarea prin injecție

¹⁰ RICHARD COLES, DEREK MCDOWELL, MARK J. KIRWAN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY, Blackwell Publishing Ltd, 2003



Principiul metodei este injectarea polimerului topit într-o matriță rece la o presiune mare.

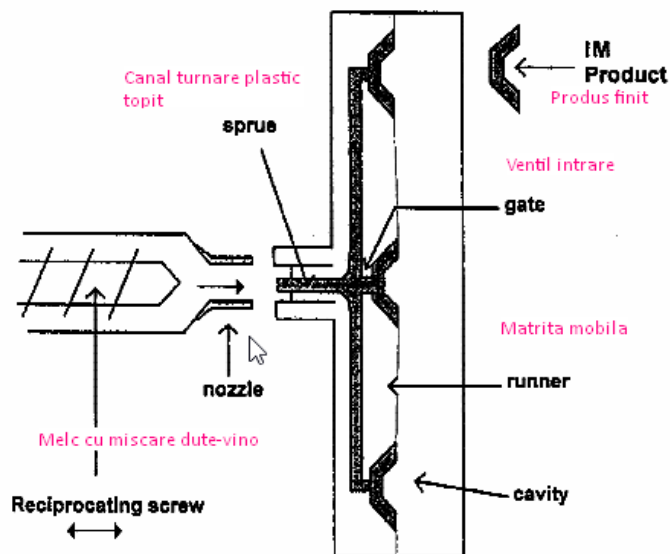


Fig. 5 Schema procesului de formare prin injecție¹¹. Vezi și anexa 1.7
 Etapele procesului de formare prin injecție sunt:

- Alimentarea cu granule de plastic a cilindrului în care se mișcă melcul cu mișcare alternativă,
- Încălzirea materialului până la topire, datorită încălzirii exterioare a cilindrului și frecării interioare,
- Melcul se mișcă înapoi și plasticul topit trece în fața acestuia,
- Melcul se mișcă înainte și injectează materialul topit în matrița rece,
- Materialul se răcește și se solidifică rapid la presiunea mare creată de melc și de ventilul de intrare unisens
- Matrița se deschide iar produsele sunt ejectate de către un aruncător.

Avantaje: Productivitate mare datorită numărului mare de cuiburi ale matriței și vitezei ridicate de formare, precizie bună a produselor formate, pierderi minime prin rebuturi, se pot obține obiecte cu formă complexă, de dimensiuni variate. Linia de injecție poate fi complet automatizată. Există posibilitatea obținerii corpurilor cave (sticle PET) prin injecție-suflare (injection blow molding). Dezavantajul principal este prețul ridicat al matriței.

8.3.4 Formarea prin compresie

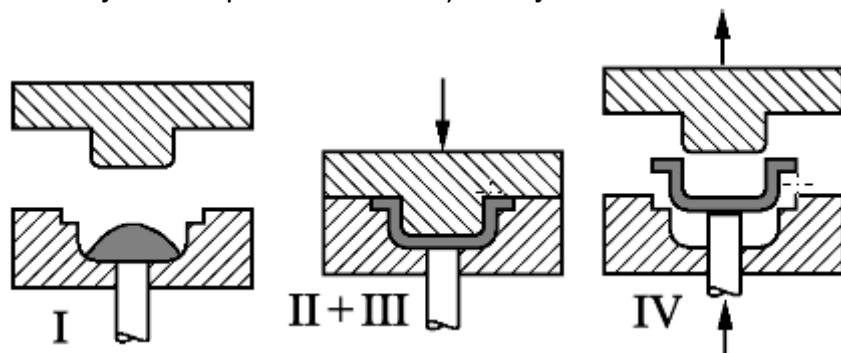
Principiul metodei: polimerul topit este presat în matriță

¹¹ Vlachopoulos and Strutt Polymer processing, Materials Science and Technology September 2003



Etapele formării prin compresie:

- I. alimentarea matriței deschise cu polimer (granule, pastile, pulbere, semifabricat preformat). Polimerul poate fi preîncălzit pentru scurtarea ciclului de formare.
- II. închiderea, încălzirea polimerului (uniformă în toată masa) până la temperatura de topire și presarea cu ajutorul părții superioare a acesteia (de regulă acționată hidraulic).
- III. răcirea uniformă a obiectului format prin presare până la temperatura indicată pentru scoatere.
- IV. ejectarea piesei din matriță cu ajutorul unui aruncător.



Avantaje: posibilitatea obținerii de obiecte cu dimensiuni mari cu pierderi reduse de polimer, minimizarea stresului intern și a deformării pieselor, acuratețe și stabilitate dimensională excelentă, contracție redusă și reproductibilă, bună finisare a suprafeței obiectelor formate, productivitate ridicată a procedeelor moderne care combină formarea prin compresie cu injecția sau extrudarea.

Dezavantaje: nu este indicată pentru obiecte fragile sau cu forme complexe, adâncimea cavității este limitată la 2-3 ori diametrul acesteia, cantitatea de material introdus în matriță trebuie strict controlată¹²

8.4 Proiectarea ambalajelor din plastic pentru reciclare.

În sprijinul procesului de proiectare al ambalajelor alimentare din plastic, în anexa 2 sunt caracterizați alți polimeri destinați ambalajelor alimentare și care enu sunt cuprinși la punctul 8.1, de asemenea este dat un tabel A2.1, cu proprietățile fizice ale principalilor polimeri folosiți la ambalajele din plastic, un tabel A2.3 cu indicații de folosire a polimerilor pentru ambalaje alimentare, de asemenea, un tabel A2.2 cu indicații de folosire a polimerilor pentru plasticele rigide și o diagramă păianjen fig A2.1, cu proprietățile de folosire a polimerilor pentru ambalajele alimentare. În anexa 3 sunt redată câteva extrase privind proiectarea pieselor destinate a fi turnate din plastic.

¹² <http://www.tsocm.pub.ro/educatie/cepa/Ambalaje%20-%20CEPA%20-%20Curs%206.pdf>



Designul corect în ceea ce privește structura finală a materialului de ambalare și tehnicile de producție, înseamnă că, ansamblul de:- alegerea substraturilor,- alegerea altor materii prime, - compoziția laminatelor, - tipărirea și alte procese, - alegerea tehnicii de producție, - aplicarea unor bune practici de fabricație, va avea ca rezultat un material de ambalaj conform. Tipărirea poate fi făcută pe ambalajul primar care conține o barieră funcțională, care reduce migrarea componentelor din orice strat de pe partea nealimentară a barierei, în alimente, la niveluri "acceptabile" (limita specifică de migrare SML sau nivelul de migrare fără îngrijorare)¹³.

8.4.1 Câteva concepte de eco-proiectare

Reluăm câteva concepte de eco-proiectare și anume:

- a) Să se utilizeze materiale plastice compatibile. Anexa 2, fig A2.2, prezintă indicații despre compatibilitatea unor materiale de bază ale ambalajului cu componentele acestuia.
- b) Să se folosească materiale de densități diferite. Vezi fig.1.
- c) Să se acopere cu etichete max. 2/3 din suprafața ambalajului. În instalațiile automate un sistem optic de separare clasifică ambalajele din material plastic. Dacă este acoperită 67% sau mai mult din ambalajul dvs., acesta va fi clasificat pe baza materialului etichetei. În cazul în care designul ambalajului nu vă permite să urmați această sugestie, atunci:
 - Utilizați o etichetă fabricată din același material ca ambalajul.
 - Utilizați o etichetă cu o densitate diferită de cea a ambalajului.
- d) Culoarea neagră și cele foarte închise interferă cu clasificarea automată a ambalajelor și absorb lumina emisă de sistemul optic de separare. Ambalajele necolorate sau opace după reciclare au mai multe aplicații decât cele colorate. Unii aditivi utilizați pentru a închide ambalajul la culoare pot împiedica producerea de butelii sau benzi din PET reciclat.
- e) Componentii cernelurilor utilizate la colorarea ambalajelor sau la printarea lor pot să contamineze materialul reciclat, de aceea trebuie să se utilizeze cerneluri de printare care nu sunt cuprinse în lista de excludere a EUPIA (European Printing Ink Association).

¹³ EUPIA, Information leaflet Printing Inks for Food Packaging



- f) Adezivii non-solubili pot infecta materialele reciclate cu contaminanți și nu vor fi eliminați la procesul de spălare component al reciclării, de aceea este indicat să se folosească adezivi solubili în apă fierbinte sau cei de înaltă temperatură solubili în alcalii.
- g) Siliconul poate să adere la materialul reciclat de aceea, dacă este posibil, ar trebui să se renunțe la folosirea lui.

8.4.2 Permeabilitatea plasticilor

Pentru proiectare se dau câteva noțiuni privind permeabilitatea plasticilor. În condiții de echilibru coeficientul de permeabilitate al plasticului non-poros este dat de relația:

$P = D \times S$ (Crank, 1975)

P – coeficientul de permeabilitate al materialului;

D – coeficientul de difuziune, care măsoară cât de repede un component nedorit trece prin polimer;

S – coeficientul de solubilitate al alimentului care arată cât din componentul nedorit există în alimentul ambalat.

După transformări, fără da amănunte privitoare la demonstrarea formulelor, se ajunge la următoarea expresie:

$$P = \frac{QL}{At(p_1 - p_2)} \quad (1)$$

în sistemul SI

$$P = \frac{\text{Cantitatea de compus nedorit} \times \text{grosimea peretelui}}{\text{aria} \times \text{timpul de expunere} \times \text{diferența presiunilor parțiale ale componentului}}$$

$$\text{cm}^3 \times \text{cm} / \text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{Pa}$$

În care:

- Q - Cantitatea de compus nedorit – cm³;
- L – grosimea peretelui ambalajului din polimer - cm
- A – suprafața polimerului prin care poate trece componentul nedorit – cm²;
- t – timpul de expunere – secunde;
- p₁ – p₂ – diferența presiunilor parțiale ale componentului nedorit situat în afara ambalajului și cel al aceluiași component aflat în interiorul ambalajului. Conform legii lui Dalton: presiunea unui gaz este egală cu suma presiunilor gazelor componente¹⁴. Pentru aer:

¹⁴ Food Processing: Principles and Applications, Second Edition. Edited by Stephanie Clark, Stephanie Jung, and Buddhi Lamsal, © 2014, cap 11. Joongmin Shin and Susan E.M. Selke, Food Packaging



Compoziția aerului exprimată prin procent volumic, (r) al componentelor este următoarea:

- Oxigen (O₂): 20,93 %
- Azot (N₂): 78,10 %
- Argon (Ar): 0,9325 %
- Bioxid de carbon (CO₂): 0,01 %
- Hidrogen (H₂): 0,0018 %
- Neon (Ne): 0,0005 %
- Kripton (Kr): 0,0001 %
- Xenon (Xe): 0,00000 %

Neglijând restul componentelor în afara O₂ și N₂, se poate scrie legea lui Dalton pentru aer, ca:

$$p_{aer} = p_{O_2} + p_{N_2} \quad (2)$$

Presiunile parțiale ale fiecărui gaz component al aerului se calculează cu relațiile:

- $r_{O_2} \times p_{aer} = p_{O_2}$ (3)
- $r_{N_2} \times p_{aer} = p_{N_2}$
-
- Pentru aer la presiunea atmosferică ($p_{aer} = 1$ bar în scară absolută), presiunile parțiale ale celor două componente gazoase sunt:
- $p_{O_2} = 0,21 \times 1 = 0,21 \text{ bar} = 21000 \text{ Pa}$ (4)
- $p_{N_2} = 0,79 \times 1 = 0,79 \text{ bar} = 79000 \text{ Pa}$ (5)

$$p_{aer} = p_{O_2} + p_{N_2} = 0,21 + 0,79 = 1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa} \quad 15$$

Exemplu: Un aliment ambalat într-un borcan din PET cu o grosime de 0,1 cm și o suprafață de 400 cm², devine rânțed dacă absoarbe 3 cm³ de O₂. Coeficientul de permeabilitate (P) al O₂ este $1,2 \times 10^{-15} \text{ cm}^3 \times \text{cm} / \text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{Pa}$. Presiunea parțială a O₂ în interiorul borcanului este =0. Care este durata de viață a acestui produs (adică durata până când rânțește) ?

Din (1) se obține: $t = \frac{Q \times L}{AP(p_{ext} - p_{int})}$ de unde:

$$t = \frac{3 \times 0,1}{400 \times 1,2 \times 10^{-15} \times (21000 - 0)} = 29761904 \text{ secunde} / 24 \times 3600 = 344 \text{ zile}$$

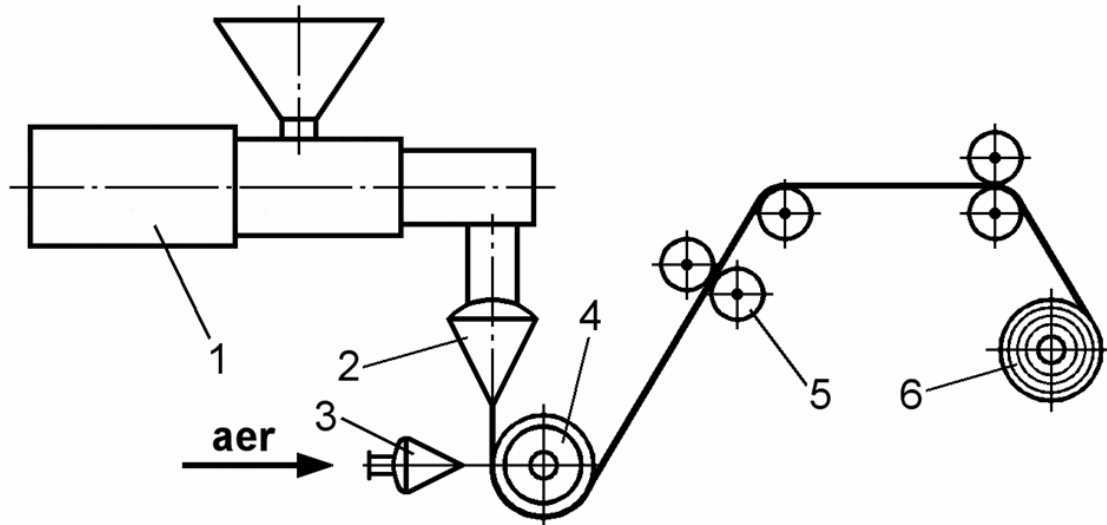
În anexa A2.4 sunt date privind coeficienții de permeabilitate ai principalilor polimeri. Atenție, în anexa 2, P este exprimat în cm³×cm/cm²×s×cmHg, unde 1 cmHG=1332,22 Pa, deci, de ex. presiunea parțială a oxigenului $p_{O_2} = 21000 \text{ Pa} = 21000 / 1332,22 = 15,76 \text{ cmHG}$

¹⁵ https://ro.wikipedia.org/wiki/Legea_lui_Dalton



ANEXA 1: Tehnologii Pentru Ambalajele de Plastic

1.1 Extrudarea foliilor prin filieră plată



Anexa 1. 1 Schema instalației cu fantă largă pentru obținerea foliilor din plastic, după <http://www.tsocm.pub.ro/educatie/cepa/Ambalaje%20-%20CEPA%20-%20Curs%206.pdf>

1. Extruder, 2. Cap de filare cu duză largă, 3. Sistem de răcire cu aer, 4. tambur de răcire, 5. Role de netezire, 6. Tambur de înfășurare.

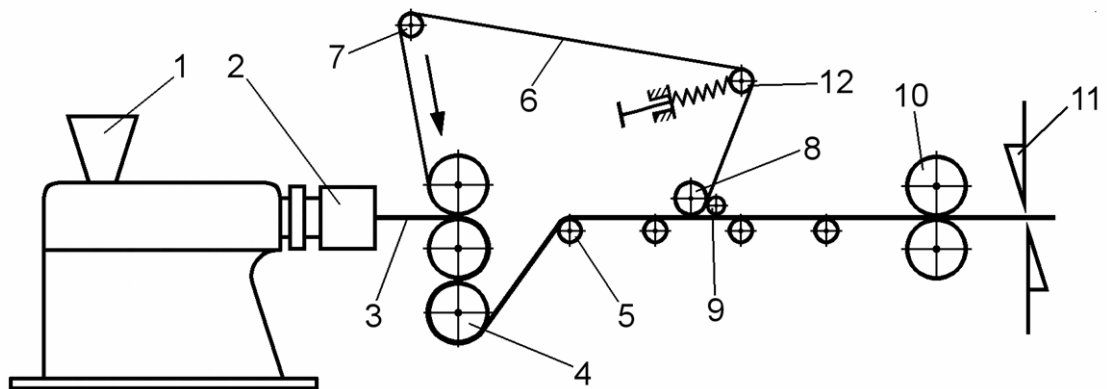
Topitura de polimer care este extrudată ca o membrană, din capul de extrudare prin capul de filare cu duză largă, este stabilă dimensional, este în contact cu mai multe role de netezire înainte de a fi trasă și înfășurată pe tambur. Suprafața cromată a primului tambur este foarte lustruită astfel încât folia obținută este foarte lucioasă și de mare claritate. În extrudarea cu fantă largă (în special la viteze ridicate de lucru), apare o orientare relativ ridicată a filmului în direcția mașinii (adică, pe direcția fluxului de extrudat) și una foarte scăzută în direcție transversală.

Filmul orientat biaxial poate fi produs printr-o extrudare cu fantă largă, folosind un dispozitiv de întindere. Polistirenul, de exemplu, este mai întâi extrudat printr-un cap de filare cu duză cu fantă largă la aproximativ 190 ° C și răcit până la aproximativ 120 ° C, prin trecerea între role. Folia în mișcare, se reîncălzește la 130 ° C, este trasă în sens longitudinal și transversal de niște tije care exercită o tensiune impusă. Rata de întindere este de 3:1-4:1 în ambele direcții.



ANEXA 1: Tehnologii Pentru Ambalajele de Plastic

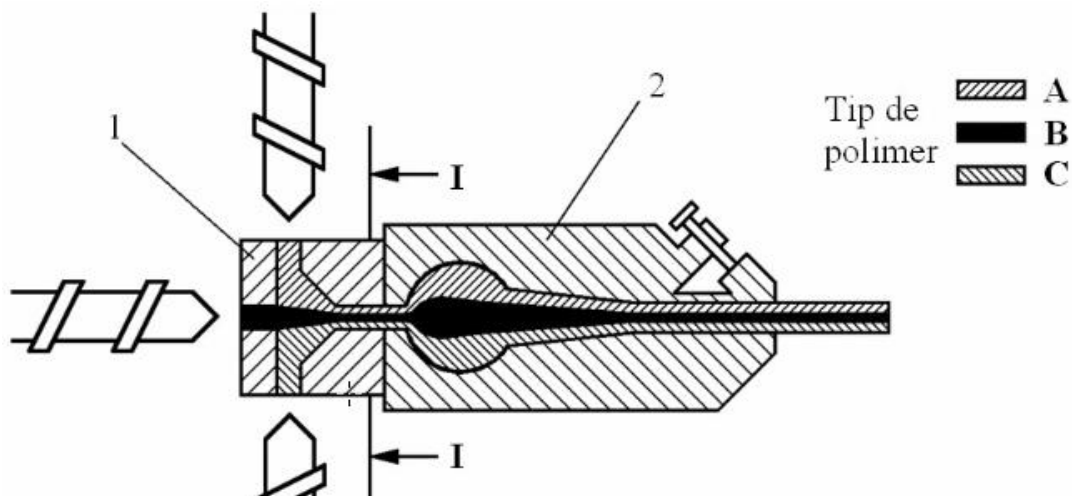
1.2 Extrudarea plăcilor subțiri



Anexa 1.2 Schema instalației de extrudare plăci cu pereți subțiri, după <http://www.tsocm.pub.ro/educatie/cepa/Ambalaje%20-%20CEPA%20-%20Curs%206.pdf>.

1. Extruder, 2. Cap de filare cu duză lată, 3. Placă extrudată, 4. Sistem de role (calandru), 5. Conveior cu role, 6. Bandă continuă din fibre de sticlă țesute, 7,8,9,12 role conducătoare, 10. Valțuri de tragere cauciucate, 11. Sistem de tăiere

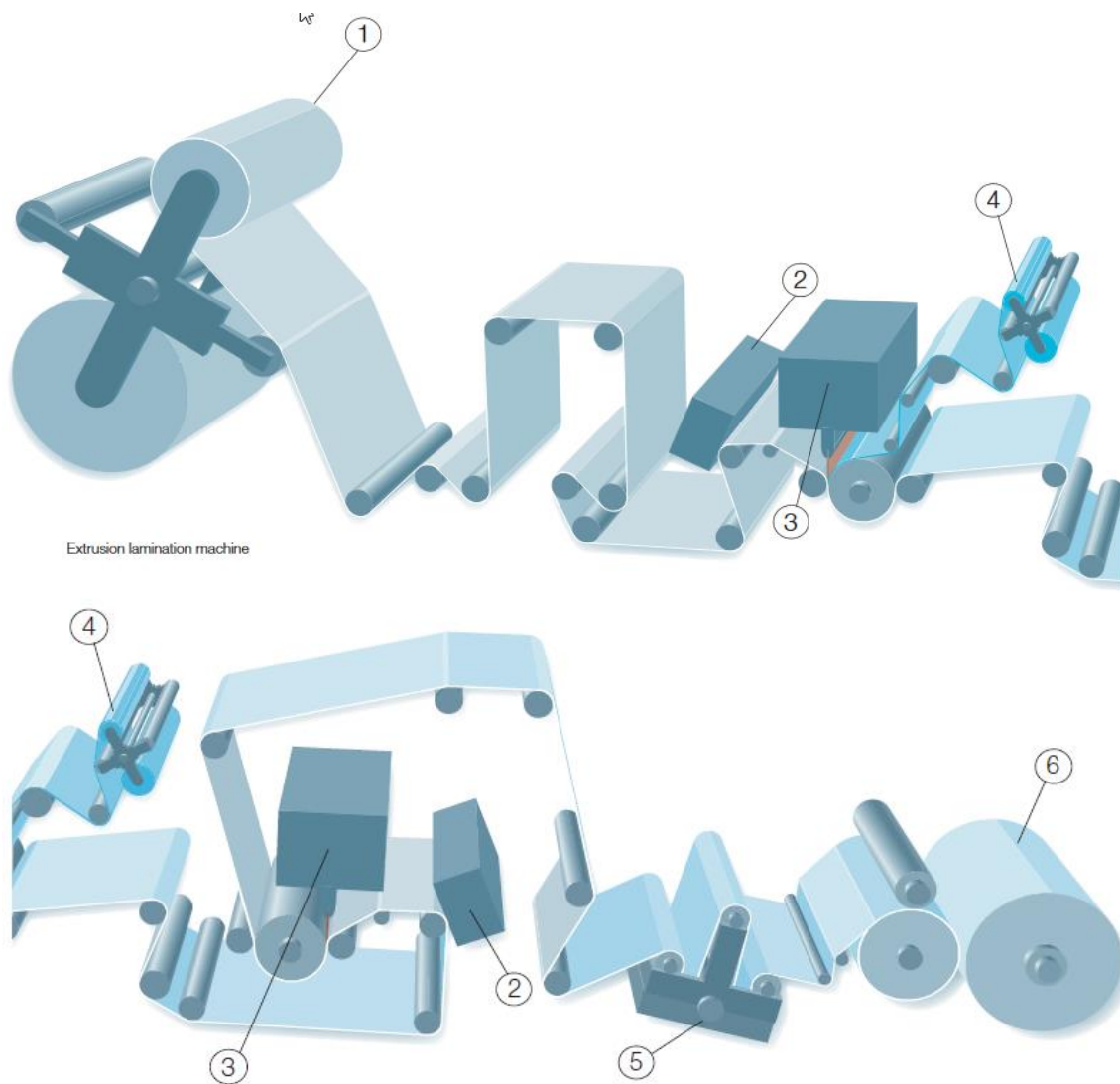
Co-extrudarea plăcilor subțiri



Anexa 1.3 Co- extrudarea a 3 polimeri. 1. Bloc alimentare, 2. Cap de extrudare
Se obține o placă subțire de 30 - 120 μm , din trei polimeri, primul folosit ca strat de contact cu alimentul, al doilea ca strat de compatibilizare, al treilea ca strat barieră.



ANEXA 1: Tehnologii Pentru Ambalajele de Plastic



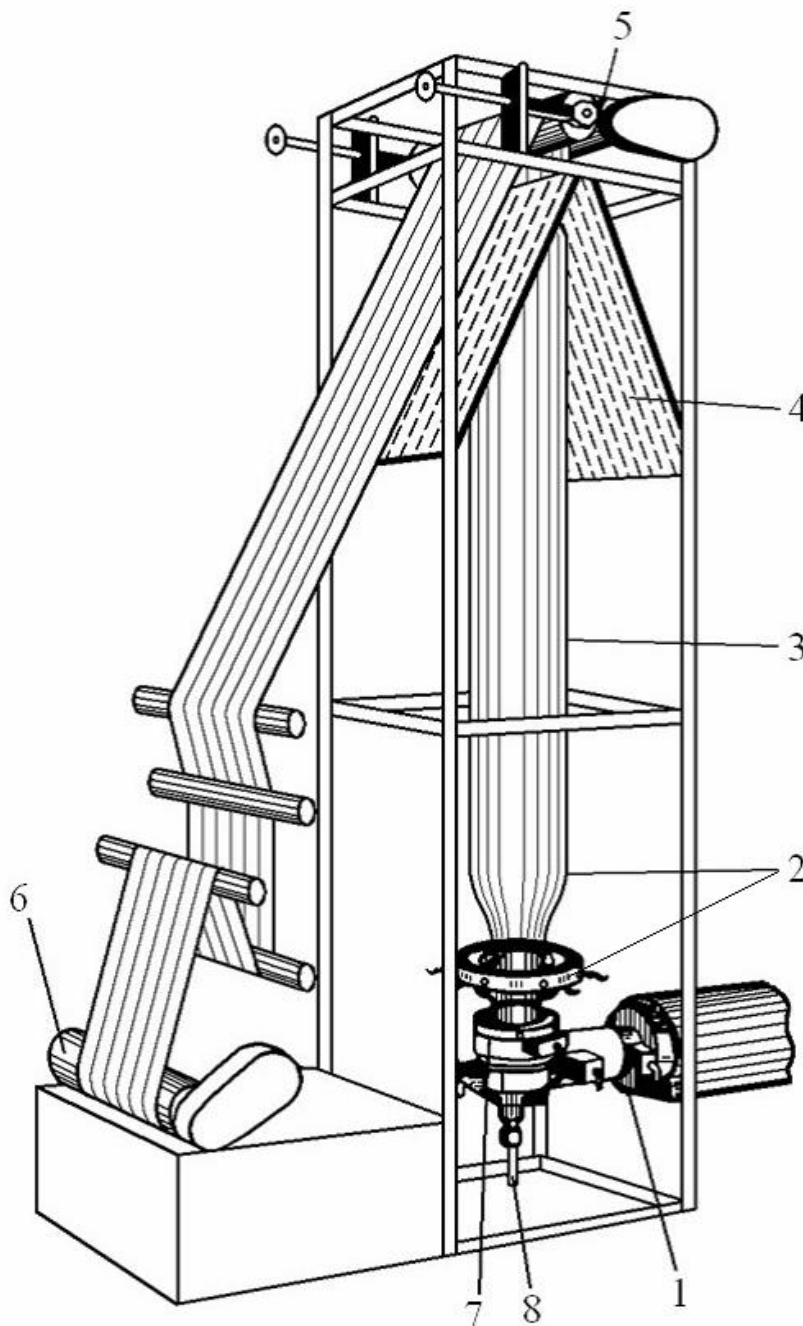
Extrusion lamination machine

Anexa 1.4 Acoperire și laminare prin extrudare

1. Carton, 2. Pre-tratament descărcare electrică Corona pe partea care se printează, 3. Acoperire cu plastic topit din Extruder, 4. Rolă cu filmul sau folia laminată, 5. Tratament descărcare electrică Corona pentru îmbunătățirea caracteristicilor de etanșare, 6. Tambur final de înfășurare.

după IGGESUND PAPERBOARD, Reference Manual, Extrusion coating and lamination





Anexa 1.5 Linie pentru extrudarea filmelor și foliilor cu tubul suflat pe verticală, după <http://www.tsocm.pub.ro/educatie/cepa/Ambalaje%20-%20CEPA%20-%20Curs%206.pdf>.

1. Extruder, 2. Zonă răcire, 3. Film suflat, 4. Panouri de ghidare, 5. Cilindrii de închidere a filmului, 6. Dispozitiv de înfășurare, 7. Inel de răcire, 8. Intrarea aerului pentru dilatarea filmului.

Caracteristici:

- presiunea gazului duce la creșterea diametrului și la etirarea transversală
- productivitatea instalației este limitată de posibilitățile de răcire a tubului suflat

- raportul de suflare, raportul dintre diametrul tubului suflat și cel al fantei de extrudare = 2:1 – 3:1 (uzual)

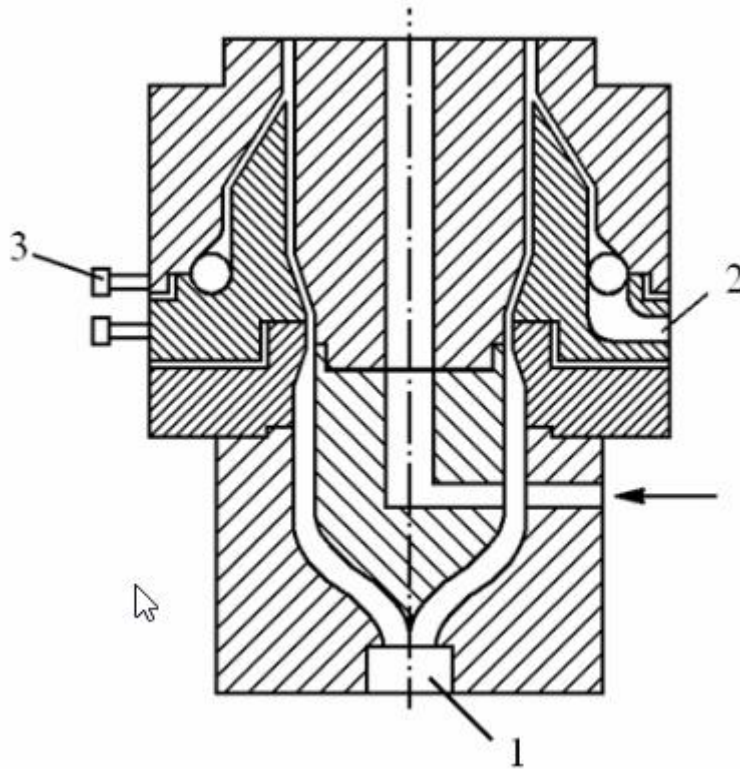


ANEXA 1: Tehnologii Pentru Ambalajele de Plastic

- etirarea longitudinală este asigurată de rolele de tragere și aplatizare confecționate din oțel și acoperite cu cauciuc pufos.

- pentru a obține proprietăți uniforme pe ambele axe, este necesar ca etirarea longitudinală = etirarea transversală.

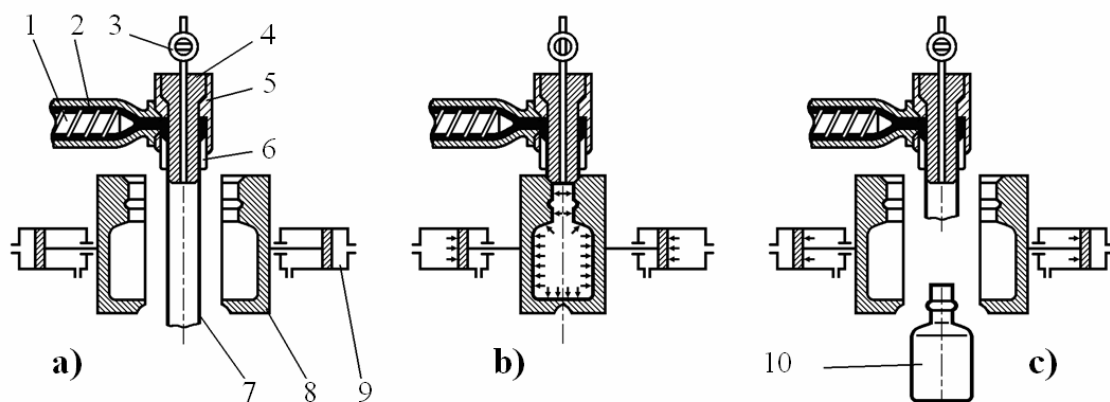
Co-extrudarea foliilor suflate:



Anexa 1.6 Cap de extrudare pentru obținerea unei folii suflate bistratificate.

<http://www.tsocm.pub.ro/educatie/cepa/Ambalaje%20-%20CEPA%20-%20Curs%206.pdf>

1. Introducerea polimerului strat interior, 2. Introducerea polimerului strat exterior, 3. Reglare



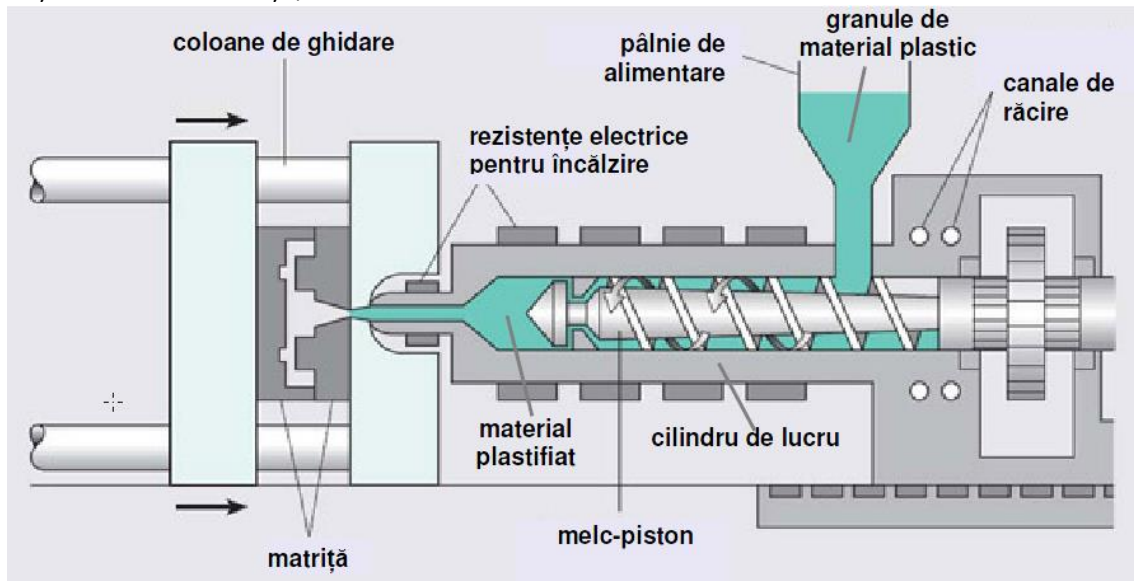
Anexa 1.7 Procesul tehnologic de realizare a corpurilor cave prin extrudare-suflare. După

<http://www.tsocm.pub.ro/educatie/cepa/Ambalaje%20-%20CEPA%20-%20Curs%206.pdf>



ANEXA 1: Tehnologii Pentru Ambalajele de Plastic

1. Extruder, 2. Polimer topit, 3. Ventil electromagnetice admisie aer comprimat, 4. Dorn,
5. Cap extrudare, 6. Filieră, 7. Tub plastic semifabricat, 8. Semimatriță, 9. Cilindri acționare semimatrițe, 10. Produs finit.



Anexa. 1.8 Formarea prin injecție, după:
<http://magnum.engineering.upm.ro/~gabriela.strnad/Tehnologia%20materialelor%20I%20-%20curs%20licenta%20an%20II/2%20CURS/capitolul%207.pdf>



ANEXA 2: Materiale plastice tipuri, proprietăți și caracteristici pentru proiectarea ambalajelor alimentare.

A2. Alte materiale plastice folosite la ambalarea alimentelor (vezi și punctul 8.1)

- Ionomerii – ionomers – Cel mai cunoscut ionomer este Surlyn (Du Pont), este înrudit cu PE, este transparent, mai dur și mai rezistent decât PE și foarte rezistent la uleiuri și grăsimi și are proprietăți excelente de etanșare. Se folosește la împachetarea cărnii și brânzei.
- Etilen Vinil Acetat - Acetat de etilen vinil - ethylene vinyl acetate (EVA) – Este similar cu PE și se folosește în amestec cu PE. În general când procentul de VA crește scade temperatura de etanșare și crește rezistența, crește flexibilitatea la temperaturi mici, crește rezistența la oboseală și flexibilitatea. De asemenea este un component important în adezivul rezistent la temperatură ridicată folosit în tehnica ambalării.
- Poliamide - polyamides (PA, nylon) - PA poate fi amestecat cu PE, PET, EVA și EVOH. Poate fi turnat prin suflare pentru a face sticle și borcane care sunt transparente ca sticla, au o greutate redusă și au o bună rezistență la impact. Filmul PA cu orientare biaxială are rezistență ridicată la căldură și rezistență excelentă la spargere și străpungere. Are claritate bună și este ușor de deformat termic. Oferă o barieră bună la arome și miros și este rezistent la uleiuri și grăsimi. Are o permeabilitate ridicată la vapori și este dificil de etanșat la cald. Aceste caracteristici pot fi îmbunătățite prin acoperire cu PVdC. De asemenea, prin laminare sau co-extrudare cu polietilenă, această structură este utilizată ca placă termo-formabilă de fund, pentru a ambala șunca și brânza în ambalaje vidate sau în ambalaje cu gaz (MAP/ modified atmosphere packaging). Filmul poate fi metalizat.
- Policlorura de viniliden - polyvinylidene chloride (PVdC). PVdC se etanșează la căldură și reprezintă o barieră excelentă pentru vaporii de apă și gaze și la produsele grase și uleioase. Ca rezultat al barierei ridicate la gaz și miros, este folosit pentru a proteja alimentele sensibile la aromă și miros, atât din cauza pierderii aromei și pentru pătrunderea contaminanților volatili. Se utilizează în ambalaje flexibile ca monomer, prin co-extrudare sau ca material de acoperire, care pot fi aplicate utilizând soluții în oricare dintre solvenții organici sau dispersii apoase pe filme de plastic cum ar fi BOPP și PET și la hârtie și carton. PVdC, este o componentă utilizată pe scară largă în ambalarea cărnii a brânzei, snack-uri, ceai, cafea și produse de cofetărie. Se folosește în umplerea la cald, retorte, depozitare la temperaturi scăzute și MAP, precum și la umplerea la temperatura mediului ambiant și pentru distribuție într-o gamă largă de forme de ambalaj.
- Butadien stiren - styrene butadiene (SB) - Copolimerul SB este, de asemenea, un polimer de ambalare - este rezistent și transparent, cu un finisaj foarte lucios.



ANEXA 2: Materiale plastice tipuri, proprietăți și caracteristici pentru proiectarea ambalajelor alimentare.

Filmul suflat are permeabilitate ridicată la vaporii de apă și la gaze. Se folosește pentru ambalarea produselor proaspete.

- Acrilonitril Butadien Stiren - acrylonitrile butadiene styrene (ABS) – Este un copolimer cu proprietăți diferite funcție de proporția celor trei polimeri componenți. Este un material rezistent cu rezistență bună la impact și întindere și flexibil. Este translucid sau opac și se folosește la fabricarea unor containere mari.
- Etilen vinil alcool - ethylene vinyl alcohol (EVOH) – Este o barieră excelentă pentru O₂ și este rezistent la absorbția și penetrarea de către multe produse ca, uleiuri grăsimi, arome și mirosuri. Este sensibil la umezeală și de aceea se folosește prin co-extrudare în structuri cu mai multe straturi ca de exemplu filme pentru ambalare flexibilă, folii pentru termoformare și la injecția sticlelor astfel ca el să nu vină în contact cu lichidul. Structurile PS/EVOH/PS și PS/EVOH/PE sunt folosite pentru MAP (Modified Atmosphere Packaging) cărnii proaspete și pentru paste, salate, cafea compot etc. PP/EVOH/PP este o barieră înaltă folosită la pasteurizarea unor produse ca fructe, pate, mâncare pentru copii și mâncare semipreparată care poate fi încălzită în cuptorul cu microunde. De asemenea poate fi laminată prin extrudare cu mulți alți polimeri în diverse scopuri.
- Polimetil pentan - polymethyl pentene (PMP sau TPX) – Este transparent, rezistent la temperaturi până la 200 °C, are rezistență bună la chimicale, transparență și luciu. Principala utilizare a ambalajelor alimentare este ca acoperire pe carton prin extrudare pentru utilizare în aplicații de coacere sub formă de cutii de carton și tăvi pentru pâine, prăjituri și alte alimente gătite în ambalaj. Alimentele ambalate astfel pot fi încălzite în cuptorul cu microunde și în alte cuptoare.
- Polimeri nitrilici de înaltă polimerizare - high nitrile polymers (HNP) – Este folosit la fabricarea altor plastice ca ABS și SAN conferindule proprietăți de barieră pentru gaze și arome și o bună rezistență chimică. HNP potrivit pentru ambalarea alimentelor este fabricat sub marca BAREX, care este suflat și turnat ca film prin extrudare sau injecție. Este transparent, rezistent și rigid. Este folosit prin co-extrudare cu HDPE pentru fabricarea buteliilor și cu PE, PP, și folie de Al pentru aplicații la ambalaje flexibile. Plăcile pot fi termoformate.
- Fluoropolimeri - fluoropolymers (PCTFE/PTFE) – PCTFE are cele mai înalte proprietăți de barieră la vaporii de apă dintre toți polimerii și este rezistent la



ANEXA 2: Materiale plastice tipuri, proprietăți și caracteristici pentru proiectarea ambalajelor alimentare.

multe chimicale la temperaturi joase. Poate să înlocuiască folia de aluminiu și este disponibil ca film sau plăci. Este transparent, poate fi etanșat la cald, poate fi laminat, termoformat, metalizat și sterilizat. Este relativ scump și deși este posibil nu este aplicat la ambalarea alimentelor. PTFE (Teflon) are punct înalt de topire și este un polimer inert și ceros. Este folosit în construcția mașinilor de împachetat.

- Materiale pe bază de celuloză - cellulose-based materials – Filmul din celuloză regenerată (regenerated cellulose film (RCF), este fabricat din celuloză extrasă din lemn dizolvată și regenerată prin extrudare printr-o fantă, turnată pe un tambur și tratată cu acid, după care se înfășoară pe un tambur sub formă de film. RCF, curent denumit Celofan/Cellophane este un material renumit. Nu este un material termoplastic, este un polimer cu masă moleculară ridicată, obținut natural. Pentru a-l face flexibil este plasticizat cu umectanți de tip glicol. Gradul de flexibilitate poate fi modificat de la rigid la foarte flexibil, poate fi pliat sau folosit prin răsucire. Este o barieră slabă pentru vaporii de apă iar această proprietate este folosită cu produse care trebuie să-și piardă umezeala, cum ar fi produse de patiserie și alte confecții de făină, pentru a realiza textura corectă atunci când este ambalată. (Filmele de plastic, ca de ex. PP sau PE, ar păstra o umiditate relativă prea mare în interiorul unui astfel de ambalaj și, prin urmare, vor favoriza mucegăirea). Când este uscat, RCF este o bună barieră pentru oxigen. Etanșarea la cald (sudarea la cald) și îmbunătățirea barierei pentru vaporii de apă și gaze se pot obține prin acoperire cu nitroceluloză sau PVdC. Poate fi colorată (roșu pentru cadouri de Crăciun) și metalizată și este printabilă. Acetatul de celuloză este de asemenea derivat din celuloză. Este foarte transparent și lucios. Poate fi printat. A fost utilizat prin laminare pe carton și la ferestre la proiectarea cartoanelor. Este mai scump față de BOPP care are proprietăți similare, de asemenea a fost înlocuit de alți polimeri ca PVC, PET, PP, PVA
- Acetat de polivinil - polyvinyl acetate (PVA) - Este un polimer care formează un material amorf cu bune proprietăți adezive în ceea ce privește accesibilitatea și puterea lipiturii uscate. Utilizarea principală a PVA în ambalajul alimentar este ca adeziv dispersat în apă. Adezivii PVA sunt utilizați pentru a etanșa cusăturile laterale ale cutiilor de carton pliabile și ambalajele din carton ondulat și la laminat pe folie de aluminiu.¹⁶

¹⁶ RICHARD COLES, DEREK MCDOWELL, MARK J. KIRWAN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY, Blackwell Publishing Ltd, 2003



ANEXA 2: Materiale plastice tipuri, proprietăți și caracteristici pentru proiectarea ambalajelor alimentare.

Name	Density g/cm ³	Tm Melting °C	Tg glass °C	Tensile strength MPa	Elastic limit %
PET	1.37-1.455	260	75	55-75	50-150
LDPE	0.910 -0.940	98-115	-	8.0 -31	
PVC	1.30-1.58	100-260	57-82	50-80	20-40
HDPE	0.952-0.965	130-137	-	18.5-24.8	55
PP	0.855-0.946	160	-	31-41	15
PS	1.04-1.05	240	95	45-60	3-4
ABS	1.04-1.05	-	105-115	29.6	20
SAN	1.06-1.1	-	102-104	32-40	4
PC	1.2-1.22	267	150	55-75	80-150
PA Nylon 6	1.15	254	-	59-90	50

Tabel A2. 1 Proprietățile principalelor polimeri folosiți pt. ambalajele din plastic

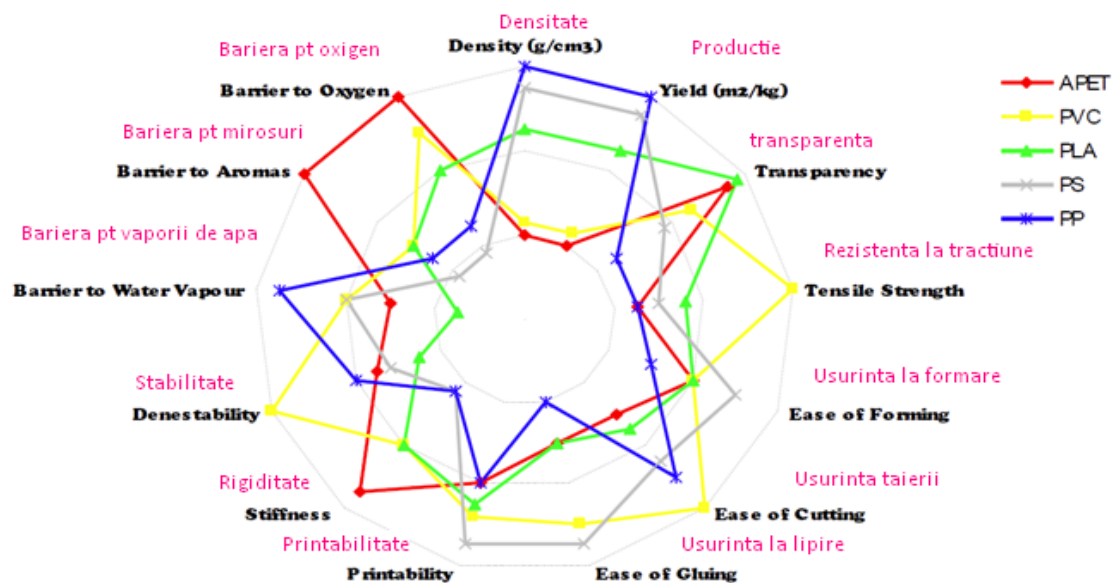


FIG. A2.1 Diagrama păianjen a proprietăților de utilizare a polimerilor, după Design for plastic packaging recyclability, Mepex Consult AS 2017



Plastic	LDPE	HDPE	PP	PVC	PET	PS
Food approval / Aprobat pentru alimente	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Approximate hot fill temperature/ Temperatura aprox. de umplere [°C]	80	95	120	50 to 65 Depending on type	60 standard, 85 partial heat-set, 95+ full heat-set	60 to 95 depending on type
Oxygen barrier/barieră pt oxigen	Very poor /foarte slab	Poor /slab	Poor	Moderate to good/moderat spre bun	Good /bun	Poor
Moisture barrier/Barieră pentru umiditate	Good	Excellent	Excellent	Moderate	Moderate	Poor
Impact strength /rezistență la impact	Excellent	Good	Poor to good depending on grade	Poor to good depending on grade	Excellent	Poor to moderate depending on grade
Clarity /transparentă	Moderate	Poor	Poor to good depending on grade	Good	Excellent	Poor to excellent depending on grade
Main applications/ aplicații principale	Soft caps / capace ușoare	Bottles, caps and closures/butele, capace, închideri	Pots/vase and tubs/tuburi, screw caps/capace cu filet, hinged caps/capace balama, some bottles/unele sticle	Bottles/sticle	Carbonated beverage and other bottles/băuturi carbogazoase și alte sticle	Yoghurt and cheese pots/vase pentru iaurt și brânză



Moulding processes /Proces de formare	Injection moulding/injecție, extrusion/extrudare, blow moulding/formare prin suflare	Injection moulding/injecție, extrusion/extrudare, blow moulding/formare prin suflare	Injection moulding/injecție, extrusion/extrudare, blow moulding/formare prin suflare, termoformind/termoformare	Extrusion/extrudare, -blow moulding/formare prin suflare, thermoforming/termoformare	Stretch-blow moulding/formare prin suflare și etirare, thermoforming/termoformare	Injection moulding/formare prin injecție, thermoforming/termoformare
--	--	--	---	--	---	--

Tabel A2.2 Tabel pentru utilizarea plasticelor la ambalaje alimentare rigide după ¹⁷

Tabel A2.3 Proprietățile de utilizare ale materialelor plastice folosite ca ambalaje alimentare¹⁸.

Material	Product characteristics/Caracteristici		Marketing issues/Calități de piață		Environmental issues/Impactul asupra mediului		Cost
	Avantages/avantaje	Disadvantages/dezavantaje	Avantages/avantaje	Disadvantages/dezavantaje	Avantages/avantaje	Disadvantages/dezavantaje	

¹⁷ F. Hannay, Nampak Group Research & Development, Rigid Plastics Packaging - Materials, Processes and Applications, Rapra Technology Limited, UK

¹⁸ După: KENNETH MARSH & BETTY BUGUSU, Food packaging and its environmental impact, www.ift.org



Polyolefins/ PP,PE	Good moisture barrier/ Bune propr. de barieră pt umezeală; Strong/rezistență; Resistant to chemicals/rezistentă la chimicale	Poor gas barrier / Proprietăți slabe de barieră la gaze	Lightweight/ușoare	Slight haze or translucency / Ușor cețoasă sau semitransparentă	Recyclable/reciclabilă(a); High-energy source for incineration /sursă de înaltă energie la incinerare	Easily recycled in semi-rigid form/Ușor de reciclat în formă semirigidă; identification and separation more difficult for films/identificare și separare mai dificilă pt filme	Low cost / Cost redus
Polyester /Poliester	Strong/rezistent; Withstands hot filling/rezistă la umplerea fierbinte; Good barrier properties /Proprietăți bune de barieră		High clarity/Transparență înaltă; Shatter resistant/ rezistent la șocuri		Recyclable (a),(b)	Easily recycled in rigid form, but identification and separation more difficult for films/ușor de reciclat în formă rigidă, dar identificarea și separarea dificilă pentru filme	Inexpensive, but higher cost among plastics/ieftin, dar cu cost mare față de alte plastice
Polyvinyl chloride/PVC	Moldable/turnabil; Resistant to chemicals/rezistent la chimicale		High clarity/înalt transparent		Recyclable (a)	Contains chlorine/conține clorină; Requires separating from other waste /cere separarea de alte deșeuri	Inexpensive /ieftin



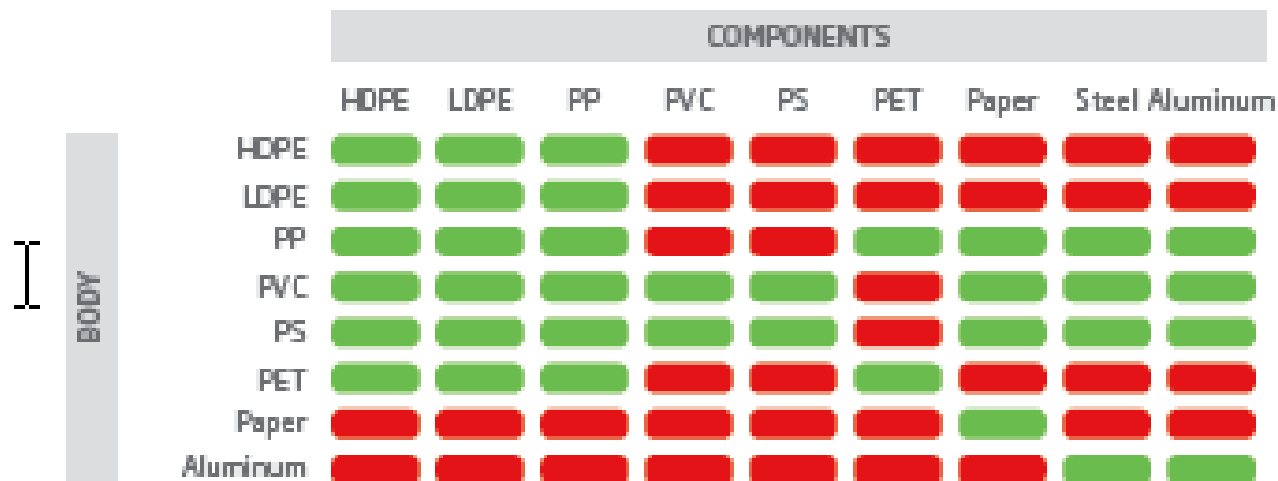
Polyvinylidene chloride/PVDC	High barrier to moisture and gases/Barieră înaltă pt umezeală și gaze; Heat sealable/termo sudabil; Withstands hot filling /rezistă la umplerea fierbinte;		Maintains product quality/menține calitatea produsului		Recyclable (a)	Contains chlorine/conține clorină; Requires separating from other waste /cere separarea de alte deșuri	Inexpensive , but higher cost among plastics/ieftin, dar cu cost mare față de alte plastice
Polystyrene /PS	Available in rigid, film, and foamed form/disponibil ca rigid, film și izolator	Poor barrier properties/Slabe proprietăți de barieră	Good clarity / Transparență bună		Recyclable (a)	Requires separating from other waste/necesită separarea de alte deșuri	Inexpensive /ieftin
Polyamide /PA	Strong /rezistentă; Good barrier properties /bune proprietăți de barieră				Recyclable (a)	Requires separating from other waste/necesită separarea de alte deșuri	Inexpensive , but higher cost among plastics/ieftin, dar cu cost mare față de alte plastice



Ethylene vinyl alcohol /EVOH	High barrier to gases and oils/fat /înalte proprietăți de barieră pentru uleiuri și grăsimi	Low moisture barrier/slabe propr de umezeală; moisture sensitive/sensibilă la umezeală	Maintains product quality for oxygen-sensitive products /păsterează calitatea produsului față de oxigen - produse sensibile		Recyclable (a)	Requires separating from other waste/necesită separarea de alte deșuri	Inexpensive when used as thin film /ieftin când este folosit ca film
Polylactic acid /PLA	Biodegradable /biodegradabil; Hydrolyzable /hidrolizabil				Recyclable (a),(c)	Requires separating from other waste/necesită separarea de alte deșuri	Relatively expensive/r elativ scump
a) All thermoplastics are technically recyclable and are recycled at the production environment, which contributes to lower cost./ toate termoplasticele sunt reciclabile și sunt reciclate pentru protecția mediului și contribuie la scăderea prețului de cost							
b) Recycled extensively for non-food product uses/ reciclate extensiv pentru producerea obiectelor nealimentare.							
c) Can be broken down to monomer level and reprocessed/macromoleculele (polimerii) pot fi sparte înapoi spre molecule (monomeri) și reprocesate.							

Tabel A2.2 Materialele compatibile





Polymer	Common/Trade Name	Permeability Coefficients at 25°C (P × 10 ¹⁰)	
		Oxygen	Moisture
Poly(isoprene)	Natural Rubber	23.3	2290
Poly(chloroprene)	Neoprene G	4.0	910
Poly(isobutene-coisoprene)	Butyl Rubber	1.3	110
Poly(vinyl chloride)	PVC (unplasticized)	0.045	275
Poly(tetrafluoroethylene)	Teflon	4.2	4.8
Poly(tetrafluoroethylene-co)	Teflon FEP	4.9	17
Poly(ethylene), low density (0.914 g/cm ³)	LDPE	2.2	68
Poly(ethylene), high density (0.964 g/cm ³)	HDPE	0.3	9
Poly(propylene) density (0.907 g/cm ³)	PP	1.2	35
Poly(vinylidene chloride)	Saran	0.005	0.5
Poly(trifluoro chloroethylene)	Kel-F81	0.04	0.1
Poly(ethyl methacrylate)	Plexiglas	1.2	3200
Poly(carbonate)	Lexan	1.4	1400
Poly(ethylene terephthalate)	PET	0.035	130

Permeability Coefficient P = (amount of permeate) (film thickness)/(surface area) (time) (pressure-drop across film).
Units of P: [cm³ cm]/[cm² s (cm Hg)].

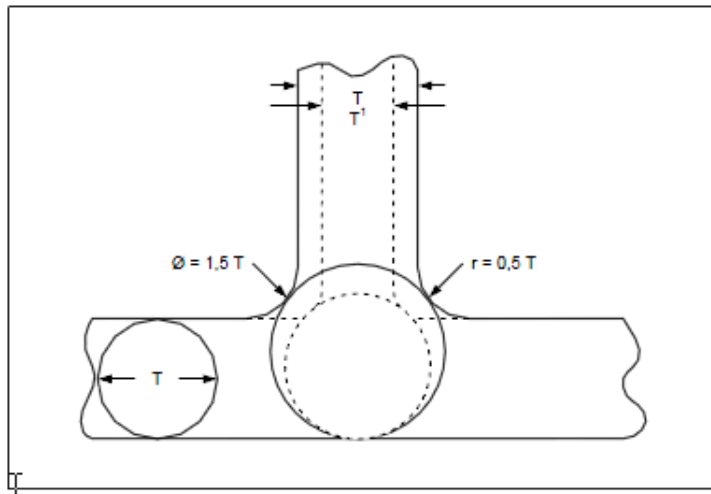
Tabel A2.4 Permeabilitatea principalilor polimeri după http://www.faybutler.com/pdf_files/HowHoseMaterialsAffectGas3.pdf



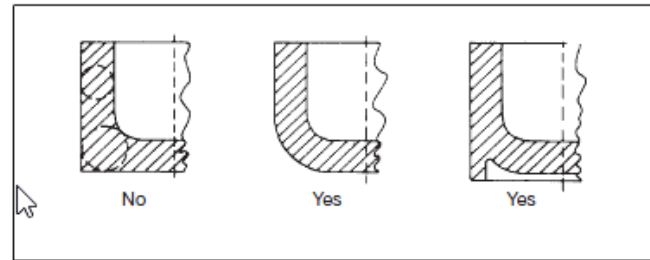
Ecodesign-ul ambalajelor pentru alimente
Unit 8: Plastice pentru ambalarea alimentelor

ANEXA 2: Materiale plastice tipuri, proprietăți și caracteristici pentru proiectarea ambalajelor alimentare.

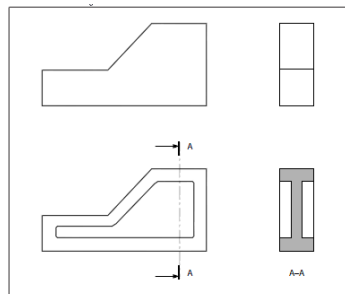
ANEXA 3 UNELE INDICAȚII PENTRU PROIECTAREA PIESLOR DIN PLASTIC TURNATE ÎN MATRIȚE (extrase din DESIGN GUIDE – Module 1 DuPONT)



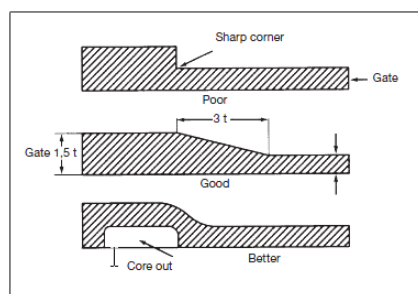
A3.1 Dimensionarea nervurilor (Rib dimensions)



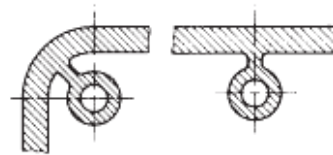
A3.2 Design –ul colțurilor exterioare (Outside corner design)



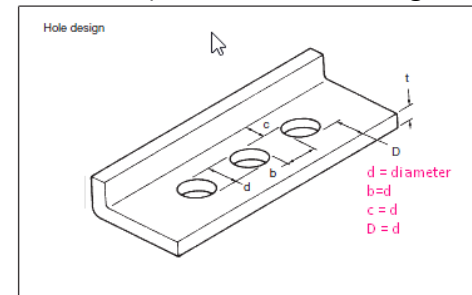
A3.3 Proiectarea uniformă a grosimii pereților (Design for uniform wall thickness)



A3.4 Trecere la grosimi diferite (Wall Thickness Transition)



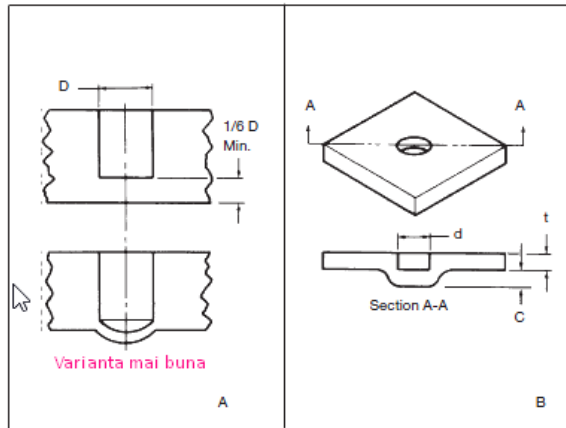
A3.5 Design bun pentru bosaje (Good boss design)



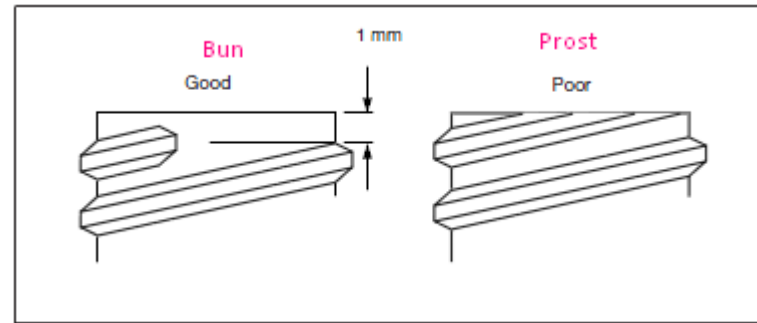
A3.6 Design-ul găurilor



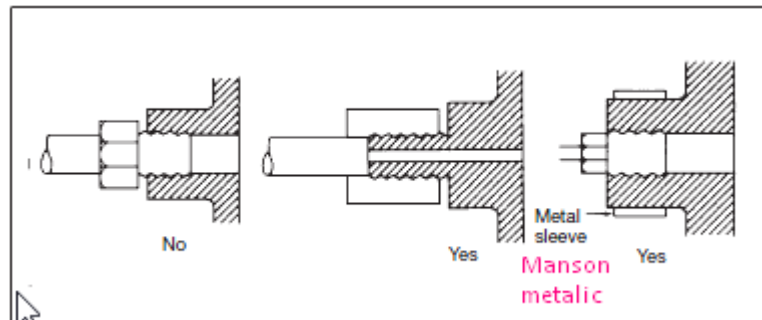
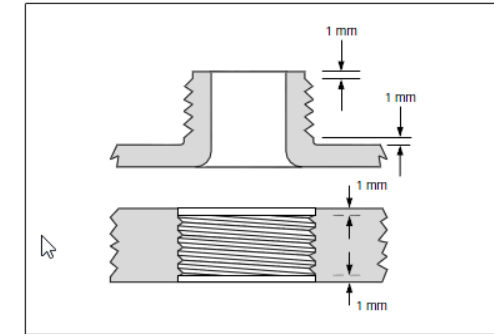
ANEXA 3 UNELE INDICAȚII PENTRU PROIECTAREA PIESLOR DIN PLASTIC TURNATE ÎN MATRIȚE (extrase din DESIGN GUIDE – Module 1 DuPONT)



A3.7 Găuri nestrăpuse (Blind holes)



A3.8 Terminație corectă a filetelor (Correct termination of threads)



A3.9 Îmbinări filetate metal –plastic (Metal-Plastic threaded joints)

Toleranțe: În general prin turnarea în matriță se pot obține toleranțe egale cu:
 $\Delta a = \pm (0,1 \dots 0,0015 \cdot a)$ [mm]
 unde a este dimensiunea în [mm].

