



Het oordeelkundig gebruik van perspulp

Guy Legrand

Koninklijk Belgisch Instituut tot Verbetering van de Biet, KBIVB vzw
Tienen, België



Inleiding

Deze Technische Gids is een actualisering van de eerste publicatie, die door het KBIVB vzw werd uitgegeven in 1984, toen het gebruik van perspulp in België in opgang kwam. In deze tweede uitgave wordt eveneens het oordeelkundige gebruik van perspulp beschreven, maar vooral ook de voornaamste regels voor de productie, de levering en de bewaring door inkuiling op het bedrijf. Deze uitgave probeert ook een verklaring te geven voor problemen die zich kunnen voordoen bij het in- of uitkuilen van perspulp.

Net zoals de eerste uitgave geeft deze gids geen voorbeelden van voederrantsoenen met perspulp in functie van het soort vee, de ouderdom of de te verwachte prestaties.

De talrijke korte beschrijvingen (notities) die in het tweede deel van deze gids zijn verzameld geven echter meer precieze aanvullende informatie in functie van de behandelde paragrafen. De belangrijkste elementen van deze notities worden vaak herhaald om ook de geïnteresseerde lezer die er slechts enkele van overloopt zo goed mogelijk te informeren.

Dankwoord

Graag hadden wij het personeel van de suikerfabrieken en de veehouders bedankt voor het delen van hun ervaringen en voor de redactie van deze Gids. Wij bedanken eveneens de Documentatiedienst van het KBIVB. De databank van de «Internationale Bibliotheek van de Biet» (B.I.B.) heeft ons toegelaten veel wetenschappelijke publicaties met betrekking tot dit onderwerp te raadplegen. Wij bedanken ook meer in het bijzonder Steven Vanwelden voor zijn bijdrage in de presentatie van deze Technische Gids en de veehouders bij wie er waarnemingen en analyses werden uitgevoerd..

Legaal Depot: D/2005/6430/1

De illustraties, afbeeldingen en grafieken die in deze Technische Gids zijn opgenomen, komen uit de verzameling of zijn het werk van het KBIVB. Uittreksels van de tekst kunnen voor publicaties gebruikt worden, voor zover de oorsprong wordt vermeld.

Het oordeelkundig gebruik van perspulp

Guy Legrand

Koninklijk Belgisch Instituut tot Verbetering van de Biet, KBIVB vzw
Tienen, België



Publicatie medegefinancierd door het Programma Voorlichting Biet Cichorei,
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (ABKL - Afdeling Voorlichting).

Inhoudstafel:

1. Bietenpulp	5
1.1. Beschrijving	5
1.2. Productieproces	6
1.3. Samenstelling	7
1.4. Waarborg van het product bij de levering	8
1.5. “GMP” pulp	11
1.6. Het gebruik van perspulp in de veevoeding	12
2. Bewaring van perspulp door inkuiling	14
3. Schimmels waargenomen bij het uitkuilen	18
3.1. Identificatie van de schimmels	22
Notities	26

Waarschuwing

De informatie die in deze Gids verzameld werd is bestemd voor zowel de producenten als de gebruikers van perspulp. De informatie wordt te goeder trouw gegeven maar mag in geen geval gebruikt worden om geschillen te beslechten, daar de oorzaken van problematische situaties vaak complex zijn. Het gebruik en de interpretatie van deze informatie valt onder de verantwoordelijkheid van de lezer. Het KBIVB en zijn personeel kunnen niet verantwoordelijk worden gesteld voor de rechtstreekse of onrechtstreekse gevolgen van het gebruik ervan.

1. BIETENPULP

Omwille van zijn grote voederwaarde en uitstekende smaak wordt suikerbietenpulp beschouwd als een voortreffelijk veevoeder (Afbeelding 1). Het kan in grote hoeveelheden door het vee verbruikt worden, zonder echter de dosis van 1,5 kg DS per dag per 100 kg levend gewicht te overschrijden.

1.1. Beschrijving

In grote hoeveelheden beschikbaar in de suikerfabrieken tijdens de bietencampagne, is de bietenpulp een ideaal veevoeder voor melk- en mestvee, maar ook voor ander vee ([Notitie 1](#)).



Afbeelding 1: Suikerbietenpulp wordt erkend als een uitstekend veevoeder

Pulp bestaat uit fijne raspfels (snijdsels) van suikerbieten, die uitgelopen worden met warm water en nadien geperst worden. Het uitloggen van de snijdsels komt overeen met het diffusieproces in de suikerfabrieken waardoor de geaccumuleerde suiker uit de bietenwortel geëxtraheerd wordt. Na diffusie worden de uitgelopen snijdsels (pulp) geperst om natte pulp (10 tot 13% DS) of perspulp (22% DS) te verkrijgen.

Bij de productie is perspulp een vers, niet gesteriliseerd voedingsmiddel dat warm, in bulk en in relatief vochtige staat geleverd wordt (Afbeelding 2). Zonder bijzondere voorzorgen wordt dit voedingsmiddel snel aangetast door omgevingsfactoren (lucht, water, bacteriën, schimmels, ...) en is het dus bederfbaar.

Dankzij de inkuilingstechniek kan perspulp echter probleemloos op het bedrijf bewaard worden na de leveringsperiode en zelfs tot de volgende bieten campagne ([Notitie 2](#)).



Afbeelding 2: Perspulp is een vers, niet gesteriliseerd voedingsmiddel dat warm, in bulk en in relatief vochtige staat geleverd wordt.

In andere Europese landen wordt bietenpulp aan bepaalde voedingswaren toegevoegd (koekjes, vleeswaren) of wordt ze in de non-food sector gebruikt ([Notitie 3](#)).

1.2. Productieproces

Na het wassen worden de suikerbieten in de fabriek door middel van een snijmolen in fijne plakjes gesneden (snijdsels). Tijdens de diffusie stromen de snijdsels in een tegenstroom van warm water ([Notities 4 & 5](#)).

Na diffusie bevatten de snijdsels nog amper suiker, maar zitten ze nog vol water (dat licht gesuikerd is). Ze worden geperst om het overvloedige water te verwijderen en het drogestofgehalte (DS) te verhogen ([Notitie 6](#)).

Geperst tot ten minste 22% DS vormen ze perspulp, dat gemakkelijk te transporteren is, maar zo snel mogelijk op het bedrijf moet geleverd worden, met inachtnahme van verschillende gezondheidsregels en andere kwaliteitscriteria ([Notities 7 & 8](#)).

1.3. Samenstelling

Bietenperspulp heeft een betrekkelijk stabiele samenstelling. Deze samenstelling kan echter variëren in de loop van de bietencampagne, afhankelijk van de «afrijping» van de suikerbieten. Ze kan ook variëren van plaats tot plaats en van jaar tot jaar ([Notitie 9](#)).

De standaardsamenstelling en de voedingswaarde van perspulp worden in Tabel 1a en 1b toegelicht.

Perspulp heeft een hoog gehalte aan cellulose (21 %) en andere verteerbare koolhydraten (hemicellulose en pectine, respectievelijk 27 en 23 %).

	in % van DS	in g/kg terugge- bracht tot 88 % DS		in g/kg van DS	in g/kg teruggebracht tot 88 % DS
Gehalten aan organische elementen			Gemiddelde gehalten aan minerale elementen		
Ruwe eiwitten (stikstofhoudend)	10	88,0	Chloor	0,5	0,44
Ruwe as	7,5	66,0	Natrium	1	0,88 (0,5 - 1,5)
Vetgehalte	1	9,7	Sulfaat	4	3,52 (10)
Koolhydraten	81,3	716,3	Totale stikstof	16	14,08
totaal suikers	6,5	57,2	Gehalten aan zware metalen (in mg/kg teruggebracht tot 88 % DS)		
cellulose	21	187,4		Gemiddelde	Maximum
hemicellulose	27	236,7	Arsenicum	< 2	2
pectine	23	201,5	Lood	< 5	5
lignine	3,8	33,4	Kwik	< 0,1	0,1
Gehalten aan minerale elementen			Cadmium	< 0,6	0,6
Calcium	1	8,8 (7 - 40)	Fluor	< 10	10
Fosfor	0,1	0,9 (0,8 - 1,2)			
Kalium	0,5	4,4 (4 - 10)			
Magnesium	0,25	2,2 (1,2 - 2,5)			

Tabel 1a: Indicatieve waarden van bepaalde componenten van perspulp (voor bepaalde elementen worden uiterste waarden gegeven).

Voedingswaarde (gemiddelde per kg DS)	
VEM	1.040
VEVI	1.114
G VRE (g/kg DS)	63
G DVE (g/kg DS)	101
G OEB (g/kg DS)	- 68

Tabel 1b. : Afgeleide voedingswaarde van perspulp

Het ligninegehalte is vrij laag (< 4 %), wat zorgt voor een goede verteerbaarheid van de organische stof (87 tot 90%) en een goede voedingswaarde (hoger dan die van kuilmaïs en bijna even hoog als die van voederbiet).

In vergelijking met andere veevoeders is perspulp relatief rijk aan kalium, natrium, calcium en magnesium. Perspulp is daarentegen erg arm aan fosfor, mangaan, zink en koper. Bij rantsoenen op basis van perspulp zal men deze elementen moeten aanvullen.

Het calciumgehalte van pulp (8,8 g/kg DS) ligt hoger dan dat van andere veevoeders. Het kan schommelen in functie van de herkomst van de bieten (calciumgehalte van de grond), maar ook van de hoeveelheid gips die de suikerfabriek gebruikt voor het persen ([Notitie 6](#)). Het calciumgehalte kan in de loop van de campagne ook variëren tussen 5 en 30 g per kg DS.

Het proteïnegehalte van perspulp (10 % van de DS) ligt lager dan van kuilmaïs. Deze tekortkoming moet in het rantsoen gecompenseerd worden, liefst door aanvoer van stikstof uit eiwitten (sojaschroot,...).

De ruwe eiwitten van pulp hebben een verteerbaarheid van 75% en bevatten essentiële aminozuren, in het bijzonder lysine, methionine, cysteine en threonine. Deze eiwitten worden niet in de pens afgebroken, maar worden onmiddellijk door de ingewanden opgenomen.

Bietenpulp is daarentegen wel arm aan caroteen en vitamine A. Deze elementen moeten dus ook aan het rantsoen toegevoegd worden om de tekorten te compenseren.

De opeenhoping van pulp in de pens is lager dan bij andere veevoeders. De pulp heeft echter een positieve waarde voor de fysische structuur, die gelijk is aan 30 tot 40% van de fysische structuur van ingekuuld voor droog gras.

1.4. Waarborg van het product bij de levering

In België moet het drogestofgehalte van perspulp op zijn minst 22% bedragen, met een gehalte van 8% ruwe as op DS en een gehalte van onoplosbare as in chloorzuur (HCl) van maximum 3,5% op DS (interprofessionele specificatie). Het niveau van onoplosbare as hangt samen met de wasintensiteit door de wastrommels van de suikerfabrieken. Het grondig wassen van de bieten vermindert sterk de risico's op besmetting van de pulp (en van de diffusie in de suikerfabriek) door schadelijke bacteriën (*Bacillus*, *Clostridium*,...).

Volgens de Belgische interprofessionele akkoorden wordt pulp beschouwd als perspulp (met perskosten) wanneer het drogestofgehalte hoger is dan 22%. De perskosten worden verminderd wanneer het drogestofgehalte tussen 21 en 22% ligt. Men spreekt van natte pulp wanneer het drogestofgehalte lager is dan 21% (geen perskosten).

Afhankelijk van de fabriek ligt het suikergehalte van de pulp tussen 4 en 6% (van de DS). Het gewaarborgde minimum bedraagt 2,5% ([Notitie 10](#)).

De levering vanaf de suikerfabriek gebeurt binnen de 24 of ten laatste 48 uur na de productie.

Het leveringsschema dat overeengekomen wordt tussen de suikerfabriek en de gebruiker moet perfect op beide partijen afgestemd worden en door beiden gerespecteerd worden. Het moet toelaten om een pulpsilo van gemiddelde omvang op minder dan een dag te beëindigen. De tijdsduur tussen de leveringen moet overeenkomen met de tijd die nodig is om elke levering in te kuilen zonder te overhaasten. Deze tijdsduur hangt af van het laadvermogen en bedraagt minstens 15 minuten.

De kleur van de pulp bij levering varieert normaal van wit tot grijs, afhankelijk van de suikerfabriek, het diffusietype (meer of minder sterke verplaatsing van de pulp tijdens de diffusie, wat de luchtoxydatie bevordert waardoor de pulp een grijzere kleur krijgt) en de behandeling tijdens de diffusie (gebruik van technologische hulpmiddelen op basis van zwavel, of stoffen die de pulp doen verbleken). De kleur heeft geen enkele invloed op het gistingsvermogen noch op de voedingswaarde van de pulp.

Bij de levering mag de pulp geen zichtbare schimmels vertonen, niet kleven en geen typische bittere of zure geur verspreiden (verhoogde verzuring als gevolg van een microbiologische besmetting tijdens de diffusie) ([Notitie 17](#)).

De zuiverheid en het regelmatig ontsmetten van de persinstallaties en van de transportbanden van de pulp naar het pulpplein; de regelmatige ontsmetting (borstelen en regelmatig behandelen met propionzuur), de zuiverheid en het beheer van het pulpplein; de stockageduur op het pulpplein; het uitzicht en de temperatuur (> 45°C) van de pulp; de reiniging en de zuiverheid van de laadbakken tijdens het laden; het afdekken van de lading; de regelmaat van de leveringen, zijn eveneens, volgens de suikerfabrieken, elementen waarmee rekening moet gehouden worden en die gecontroleerd moeten worden.

Zo zorgen de suikerfabrieken er ook voor dat de schraapsels van het pulpplein regelmatig verwijderd worden (buiten het pulpplein). Sommige fabrieken ontsmetten deze ruimte regelmatig (Afbeelding 3).

De beste manier voor het afvoeren van pulp uit de suikerfabrieken is het «eerst binnen / eerst buiten» principe («first in/first out»), waarbij verschillende pulphopen



Afbeelding 3 : De zuiverheid van het pulpplein is een belangrijk element tijdens het laden van perspulp ([Notitie 8](#)).



Afbeelding 4 : De pulpafvoer in de suikerfabriek gebeurt volgens het «first in / first out» principe, waarbij verschillende pulphopen achtereenvolgens aangelegd en afgevoerd worden ([Notitie 8](#)).

achtereenvolgens aangelegd en afgevoerd worden (Afbeelding 4). Dit principe beperkt de verplaatsingen van de pulphopen, die nadelig zijn voor het starten van de melkzuurgisting in de suikerfabriek ([Notitie 8](#)). Door de pulp direct te laden in wachtbunkers worden deze problemen vermeden.

Het pulplein moet voldoende ruim en vrijgemaakt zijn, om te vermijden dat de laadmachines op de pulp rijden. Het doorstromen van het regenwater wordt beperkt en geen enkele vrachtwagen die aarde vervoert (of ermee bevuild is), wordt toegelaten, noch worden er modderstromen toegestaan. De bestuurder van de laadmachine zorgt ervoor dat de pulp met een minimum aan verliezen in de vrachtwagens geladen wordt. Deze moeten zich voor het laden altijd op een afgebakende plaats bevinden (Afbeelding 2).

In iedere suikerfabriek laat een traceringsysteem toe om elke levering op te volgen en om de klachten te behandelen, in functie van mogelijke incidenten die zich tijdens de pulpproductie hebben voorgedaan. Sommige fabrieken controleren dagelijks het gistingsvermogen van de geproduceerde pulp door middel van laboratoriumtesten.

Al deze waarborgen worden opgenomen in een «productbeschrijvende fiche», die door elke veevoederproducent wordt opgemaakt en die bijgevolg in elke suikerfabriek beschikbaar is.

1.5. «GMP» pulp

Om te beantwoorden aan de toenemende eisen van de agro-voedingsindustrie en de veevoederproducenten voldoet de suikerbietenperspulp aan de «GMP» productiecriteria («Good Manufacturing Practice»), d.w.z. aan specifieke controle- en voedselveiligheidsnormen ([Notitie 11](#)). Deze normen zijn geïnspireerd op deze beschreven door de HACCP¹-veiligheidscriteria, van toepassing op de eetwarenproductie bestemd voor de menselijke consumptie.

De GMP criteria worden o.a. bepaald door de «beschrijvende productfiche». Deze fiche bevat de wettelijk eisen van het product, de interprofessionele vereisten en de vereisten eigen aan de fabriek. De fiche geeft de standaardsamenstelling, de transport- en leveringsgaranties en de richtlijnen voor het bewaren en het gebruik van perspulp.

De GMP criteria bestaan o.a. uit een uitvoerige beschrijving van het productieproces en de risicoanalyse. De risicoanalyse neemt de lijst van risico's van fysische, chemische en biologische oorsprong in aanmerking die rechtstreeks verband houden met de kwaliteit en de veiligheid van het product, maar ook met de directe productieomgeving.

¹ HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Point

Deze risicoanalyse omvat ook de controlemaatregelen die de fabriek zichzelf oplegt en hun frekwentie. Tenslotte stelt ze ook de beheersprocedures voor van de risico's indien die zich zouden voordoen.

1.6. Het gebruik van perspulp in de veevoeding

De in de perspulp aanwezige koolhydraten hebben een zeer hoge verteerbaarheid, wat de pulp een zeer goede voedingswaarde geeft (tussen 87 en 90% DS).

Door het lage eiwitgehalte (10%) en de zwakke structuur moet het rantsoen echter aangevuld worden door eiwitrijke voedingscomplementen met voldoende structuur.

Het toevoegen van vers stro (lange vezels) en een progressieve aanpassing van de voederrantsoenen (overgangperiode van minstens 10 dagen) worden altijd aangeraden ([Notitie 12](#)). Wanneer rantsoenen worden toegediend op basis van grote hoeveelheden perspulp wordt ook aangeraden om de verdeling te fractioneren.

Voor de teelt van vleesrunderen mag niet meer dan 1,5 kg DS pulp per 100 kg levend gewicht toegediend worden, d.w.z. 8 tot 10 kg DS bij volwassen runderen en 3,5 tot 7,5 kg DS bij jonge stieren.

Voor de teelt van melkvee moet de inbreng beperkt worden tot 3 à 5 kg DS per melk-koe. Perspulp staat goed bekend voor zijn lactogene werking. Zeer veel proeven toonden een verhoging aan van 1 tot 3 kg melk per dag en per koe, afhankelijk van de inbreng van pulp in het rantsoen. In grote hoeveelheden gebruikt (6 kg DS/dag/koe) vermindert pulp ook het boterzuurgehalte (1 tot 2 g/kg) en verhoogt het eiwitgehalte van de melk (0,5 tot 3 g/kg). Bij koeien op het einde van de dracht wordt aangeraden om het verbruik vanaf 3 tot 4 weken voor het kalven te beperken, om te voorkomen dat het teveel aan calcium kalfziekte zou veroorzaken.

Het gebruik van perspulp wordt niet aangeraden bij jonge kalveren. Te grote hoeveelheden verstoren de normale werking van de pens, door het opzwellen van de pulp in de pens.

Perspulp is ook een interessant voer voor andere dieren op het bedrijf (varkens, schapen, geiten, paarden,...). Voor kleinere of eenmagige dieren zijn de te gebruiken hoeveelheden per individu echter kleiner. In deze bedrijven hangt het gebruik van perspulp af van de mogelijkheid om een pulpsilo van beperkte omvang aan te leggen, om een aangepaste opnamesnelheid van de pulp te bekomen.

In de varkensteelt wordt perspulp als complement gebruikt, en is zowel geschikt voor zwangere zeugen als voor mestvarkens. Men kan pulp vrij voeren aan varkens, maar nooit meer dan 4 kg per dag en per dier (hetzij 1 kg DS/dag/dier). Verschillende proeven bewijzen dat door het toevoegen van perspulp aan de rantsoenen

van varkens (tot 15 à 30%) niet alleen de totale hoeveelheid ontlasting significant vermindert, maar ook de hoeveelheid ammoniakale stikstof in de ontlasting. Het gedrag van zeugen verbetert wanneer zij gevoed worden met pulp. Door de langere vertering zijn de zeugen kalmer, waardoor het per ongeluk verpletteren van biggen door de moeder minder vaak voorkomt en de worpen gevoelig groter zijn.

In de schapenteelt kan perspulp toegediend worden aan melkschapen, tot 1 à 2 kg DS per dag en per schaap, maar dit moet aangevuld worden met stro (0,5 kg/dag), krachtvoer (500 tot 800 g/dag) en mineralen en vitaminen op basis van fosfor.

Het toedienen van perspulp aan lammeren jonger dan 2 maanden wordt afgeraden. Oudere lammeren en mestlammeren kunnen 3,5 tot 4 kg perspulp per dag verbruiken. In die gevallen moet men zorgen dat de stikstofbehoefte gedekt wordt en moet men gebruik maken van perfect ingekuilde pulp die in propere voedertroggen geplaatst wordt.

In de geitenteelt kan de perspulp tot 30% van de totale opgenomen DS bedragen. Geiten kunnen tot 4 kg per dag perspulp verbruiken, mits toevoeging van lange vezels (stro), stikstofrijke stoffen, mineralen en vitaminen aan het rantsoen.

Buiten de veeteelt is het gebruik van perspulp als paardenvoeding niet gebruikelijk. Daar hun maag een beperkte omvang heeft (5 tot 6 l) mag ten hoogste 2 tot 4 kg per dag en per dier gegeven worden aan zware paarden of halfbloeden en mag niet meer dan 40% van het hooi- en storantsoen gegeven worden.



2. BEWARING VAN PERSPULP DOOR INKUILING

Perspulp is een vers, niet gesteriliseerd voedingsmiddel, dat warm, in bulk en relatief vochtig geleverd wordt. Het is een voedingsmiddel dat snel kan aangetast worden door omgevingselementen (lucht, water, bacteriën, schimmels, ...) en dus bederfbaar is als bepaalde voorwaarden om de bewaring d.m.v. inkuiling te garanderen niet gerespecteerd worden.

Door de inkuiling van perspulp ontstaat er een natuurlijk en spontaan melkzuurgistingsproces binnenin de ingekuilde pulpmassa. Wanneer de perspulp volledig gekoloniseerd is door de melkzuurgisting, kan ze gedurende maanden bewaard worden met een minimumverlies van voedzame stoffen, door enkele inkuilingsregels te respecteren. Pulp met een goede kwaliteit bij levering die correct wordt ingekuild veroorzaakt geen effluënten noch onaangename geuren.

Om perspulp op homogene, stabiele en anaërobe wijze in te kuilen, wat nodig is voor de ontwikkeling van melkzuurbacteriën, moeten de volgende 10 regels gerespecteerd worden:

1	kuil perspulp in van goede kwaliteit,	Notitie 13
2	respecteer de afmetingen van de silo...,	Notitie 14
3	... en kuil niet hoger in dan 2 meter,	Notities 15 tot 18
4	zorg voor een goede organisatie om snel te kunnen werken,	Notitie 19
5	kuil de pulp in op een aangepaste en propere plaats,	Notitie 20
6	werk met uiterst proper materiaal,	Notitie 21
7	spread de pulp homogeen uit en druk ze voldoende en homogeen aan,	Notities 22 tot 24
8	maak de laatste laag gelijk,	Notitie 25
9	sluit de silo correct af,	Notitie 26
10	breng een uniforme ballast aan op de bovenkant van de silo.	Notitie 27

Een kwaliteitsinkuiling wordt meestal verkregen in een aangepaste installatie van het sleufsilo-type. Dergelijke silo's beschikken over een harde grondbekleding (beton, verharde bodem,...) en harde zijwanden (betonplaten, ...) of versterkte zijwanden (strobalen,...) die er voor zorgen dat de volledige ingekuilde massa voldoende en homogeen aangedrukt kan worden (Afbeelding 5).



Afbeelding 5 : Het homogeen aandrukken van elke gelijkmatig uitgespreide laag vormt een belangrijk element voor een geslaagde inkuiling van perspulp ([Notitie 22](#)).



Afbeelding 6 : De inkuiling in een plastieken worst, die door de loonwerker wordt uitgevoerd, biedt uitstekende bewaringsomstandigheden voor perspulp ([Notitie 28](#)).

De techniek van inkuiling in een plastieken worst, die door de loonwerker wordt uitgevoerd, voldoet aan deze voorwaarden (Afbeelding 6). Ze biedt uitstekende bewaringsomstandigheden voor kwaliteitspulp ([Notitie 28](#)).

Een goedkope techniek, is de molshoopsilo (geen zijwanden), die met grote zorg aangelegd moet worden (Afbeelding 7) om een voldoende en homogene aandrukking van de hele ingekuilde massa te verkrijgen ([Notitie 29](#)).



Afbeelding 7 : Het inkuilen in een molshoopsilo moet met de grootste zorg gebeuren, om een voldoende en homogene aandrukking van de hele ingekuilde massa te verkrijgen ([Notice 29](#)).

Om tot een toereikend bewaringsniveau te komen moet een perspulsilo bij het openen zekere waarden vertonen (tabel 2). Een gering verlies van het drogestofgehalte kan op dit ogenblik waargenomen worden. Dit is meestal het gevolg van de verdamping van vluchtige stoffen die door diverse gistingen geproduceerd worden ([Notitie 30](#)).

droge stof	pH	dichtheid (kg/m ³)	Gehalte (g/kg DS)		
			melk- zuur	azijn- zuur	boter- zuur
Deze gemeten bij de levering $\pm 0,5$ tot 1 punt	$3,6 \pm 0,2$	> 800	> 30	< 15	< 2

Tabel 2 : Gehalten nodig voor het bekomen van een toereikend bewaringsniveau in een perspulsilo

Om de bewaringsomstandigheden tijdens het uitkuilen te behouden moet men er ook op letten dat:

de silo gesloten blijft gedurende 30 dagen voor het gebruik,

er tijdens het uitkuilen minstens 1m per week gevorderd wordt, vooral in de zomer,

de silo niet te veel schokken krijgt door te ruw uit te kuilen, waardoor barsten kunnen ontstaan die snel worden gekoloniseerd door schimmels,

de bovenste zeilen correct teruggevouwen worden, door ze naar de achterkant van de silo te rollen en door ze perfect, door middel van voldoende ballast, tegen het silo-oppervlak te houden, om te vermijden dat er lucht binnendringt in de tussenruimte (Afbeelding 8),

water, aarde en vuil verwijderd worden en beschimmelde stukken pulp zo ver mogelijk weggebracht worden, om besmetting van de omgeving tegen te gaan,

plaatsen die gevaar lopen om besmet te worden door schimmels eventueel te behandelen met verdund propionzuur (1,5 l aan 25 %/m²) om de schimmelontwikkeling te vertragen.



Afbeelding 8 : Bij het uitkuilen moeten de bovenste zeilen correct teruggevouwen worden en van voldoende ballast voorzien worden, om te vermijden dat lucht binnendringt, wat de ontwikkeling van schimmels zou bevorderen.

3. SCHIMMELS WAARGENOMEN BIJ HET UITKUILEN

Soms worden schimmels van diverse kleuren waargenomen aan de oppervlakte of binnen in een perspulsilo. Deze schimmelontwikkelingen doen zich voor wanneer:

de pulp kwaliteit tijdens de productie aangetast werd door omstandigheden die schadelijk zijn voor de bewaring (zuurtegraad en/of te hoge temperatuur voor en/of gedurende de diffusie, microbiële besmetting, pectineafbraak...) ([Notities 4, 10, 17](#)),

de ontwikkeling van de melkzuurbacteriën belemmerd werd door een accidentele overdosering van hulpstoffen in de suikerfabriek (onvoldoende melkzuurgisting) ([Notitie 5](#)),

het drogestofgehalte niet in overeenstemming is met de norm en de kwaliteit van de pulp bij de levering te laag is om voldoende aan te drukken (onvoldoende melkzuurgisting) ([Notitie 6](#)),

de perspulp te koud is ingekuild, als gevolg van een langere bewaring of van teveel manipulaties en verplaatsingen (onvoldoende melkzuurgisting) ([Notitie 8](#)),

er voor het persen, tijdens het in- of uitladen, het leveren of het inkuilen brokken gecompecteerde pulp, stukken vuile pulp of aardkluiten met de pulp vermengd werden (contact met verontreinigers) ([Notities 8, 20 en 21](#)),

het gehalte aan oplosbare suikers van de pulp na het persen lager is dan 2,5% van de DS (onvoldoende melkzuurgisting) ([Notitie 10](#)),

de opnamesnelheid bij het uitkuilen onvoldoende is (contact met de lucht) ([Notitie 14](#)),

er scheuren ontstaan (contact met de lucht), veroorzaakt door het afglijden van pulpblokken (vettige pulp, [Notities 17 en 18](#)) of door te harde schokken bij het uitkuilen,

er luchtzakken worden gevormd door een onvoldoende en/of onregelmatige aandrukking of door het onvoldoende luchtdicht afsluiten van de silo (contact met de lucht) ([Notities 22 tot 26](#)),

er luchtzakken worden gevormd door de condensatie van de overtollige waterdamp tijdens het inkuilen (hypothese voorgesteld in [Notitie 26](#)).

Aan de hand van de plaats en de verspreiding van de schimmels in de silo kan men soms de oorsprong ervan achterhalen, er rekening mee houdend dat hun aanwezigheid kan veroorzaakt worden door één of meerdere van de hierboven beschreven fenomenen. De oorzaken van sommige probleemsituaties zijn dus vaak complex (Afbeelding 9).

De meest waarschijnlijke oorzaken worden samengevat in tabel 3, in functie van de plaats en de verspreiding van de schimmels in de silo.

Er valt echter op te merken dat de identificatie van de schimmels weinig over hun oorsprong vertelt. Deze analyse geeft zelden een verklaring van de mogelijke oorzaken.

De identificatie van de schimmels kan eventueel toelaten om te weten of ze een risico inhouden voor de gezondheid van het vee. In dit geval moet men bedenken dat de diagnose enkel betrekking heeft op de aanwezige schimmels in het pulpmonster. Aangezien verschillende schimmels gelijktijdig aanwezig kunnen zijn in een silo en de identificatie zich beperkt tot het geanalyseerde pulpmonster (soms enkele milligrammen beschimmelde pulp), bestaat de enige te volgen richtlijn uit het systematisch vernietigen van alle schimmelzones. Een zichtbare, niet giftige schimmel voor het vee kan immers samengaan met een andere schimmel, die niet werd opgespoord, maar die wel giftig zou kunnen zijn.

Uit voorzorg kan bij het uitkuilen een behandeling met propionzuur (25%) uitgevoerd worden op de plaatsen waar de schimmels zich zouden kunnen ontwikkelen.

De ontwikkeling van schimmels in de oppervlaktelaag kan ook beperkt worden door landbouwzout toe te passen op de oppervlakte van de silo voor het afsluiten ([Notitie 25](#)).



Abbeelding 9 : Verschillende fenomenen kunnen het ontstaan van schimmels door een slechte bewaring van de perspulp veroorzaken. In deze silo stellen we het volgende vast:

- verzakkingen door de aanwezigheid van vettige pulp onderaan de silo (te grote silo, hoogte > 2 m, breedte > 8 m), die snel door schimmels werden gekoloniseerd ([Notities 17 en 18](#));
- deze verzakkingen worden in de hand gewerkt door de helling van de verschillende pulplagen, die bij het inkuilen schuin werden uitgespreid in het onderste deel van de silo ([Notitie 22](#));
- een dunne schimmelzone die zich ontwikkelt onder de oppervlakte van de silo en die het gevolg kan zijn van de condensatie van overtollige waterdamp tijdens het inkuilen ([Notitie 26](#)).

PLAATS EN VERDELING	VERMOEDELIJKE OORZAAK	NOTITIES
verspreide bollen of zones in de silomassa	te laag drogestofgehalte of ontoereikende tot slechte pulpkwaliteit bij de levering, waardoor het onmogelijk is de silo voldoende en regelmatig aan te drukken en optimaal te bewaren;	4, 5, 6, 10, 13, 17
	geblokkeerde of onvoldoende melkzuurgisting ($\text{pH} > 4,00$; melkzuurgehalte $< 30 \text{ g/kg DS}$);	5, 10, 23, 24
	te koud geleverde of ingekuilde pulp;	8, 10
	onvoldoende zuiverheid van de laadruimte in de suikerfabriek, de vrachtwagens, de plaats en de omgeving van de silo op het bedrijf, het materiaal dat gebruikt wordt om de pulp uit te spreiden en aan te drukken (tractor, frontale lader, laarzen, ...);	8, 20, 21
algemeen op het opnamevlak	onzuiverheden in de pulp (aarde, gecompacteerd en bevuild pulp, stro, ...);	8, 20, 21
	een te lange tijd om de silo aan te leggen;	19
	overblijvende luchtzakken te wijten aan een onvoldoende of onregelmatige aandrukking (dichtheid $< 800 \text{ kg/m}^3$).	22
	onvoldoende opnamesnelheid;	14
alleen juist onder het zeil	te hoge temperatuur en vochtigheid aan het opnamevlak van de silo.	14
	onvoldoende opnamesnelheid;	14
	onregelmatig oppervlak bovenaan de silo;	25
	afsluitzeilen die onvoldoende over de oppervlakte van de silo gespannen zijn;	26
	gaten en scheuren in de zeilen, waterinfiltratie;	26
	luchtinfiltratie onder het zeil doordat het onvoldoende verzwaard werd na opening;	26
algemeen in de bovenste laag	onvoldoende of onregelmatig aanbrengen van ballast (banden, ...) waardoor luchtzakken onder het zeil gevormd worden.	27
	onvoldoende opnamesnelheid;	14
	onvoldoende en onregelmatig aandrukken van de laatste lagen (komt vaak voor bij molshoopsilo's);	22, 25, 29
	opnieuw nat worden van de bovenste laag door zware regenval en door het te traag afsluiten van de silo.	26
langs de zijanten, in de bovenste hoeken, langs de wanden	luchtzakken te wijten aan het onvoldoende of onregelmatig aandrukken van de silo (dichtheid $< 800 \text{ kg/m}^3$);	22
	onregelmatig oppervlak bovenaan de silo;	25
	afwezigheid van zijdelingse zeilen;	26
	afsluitzeilen die onvoldoende over de oppervlakte van de silo gespannen zijn;	26
	gaten en scheuren in de zeilen, waterinfiltratie;	26
	onvoldoende of onregelmatig aanbrengen van ballast (banden, ...) waardoor luchtzakken onder het zeil gevormd worden.	27

onder de vorm van een fijn zone, 20 tot 30 cm onder het silo-oppervlak	onvoldoende opnamesnelheid;	14
	condensatie van waterdamp die nog aanwezig is bij het afsluiten van de silo.	26
	onvoldoende opnamesnelheid;	14
	onvoldoende of onregelmatig aandrukken van de silo (dichtheid < 800 kg/m ³);	22
in scheuren die zich vooraan het opnamevlak bevinden	aanleggen van de silo door de ene lading tegen de andere te kiepen en het geheel snel aan te drukken met een machine met een frontale schep zonder de pulp vooraf uit te spreiden;	22
	aanwezigheid van vettige pulp onderaan de silo, waardoor pulpblokken verschuiven;	17, 18, 22
	te bruut uitkuilen, waardoor scheuren ontstaan.	
	onvoldoende opnamesnelheid;	14
in scheuren achter het opnamevlak	aanwezigheid van vettige pulp onderaan de silo, waardoor pulpblokken verschuiven.	17, 18, 22
	onvoldoende opnamesnelheid;	14
	te grote silo (hoogte > 2 m, breedte > 8 m);	14, 15
	te trage afkoeling van de silo (< 1°C/dag);	16, 17
met verschuiving van pulpblokken	aanwezigheid van vettige pulp onderaan de silo, waardoor pulpblokken verschuiven;	17, 18, 22
	plaatselijke opwarming van de silo als gevolg van secundaire gistingen;	17
	te snelle aanleg van een pulpsilo boven/onder een maissilo;	17, 18
	aanleggen van de silo door de ene lading tegen de andere te kiepen en het geheel snel aan te drukken met een machine met een frontale schep zonder de pulp vooraf uit te spreiden;	22
in de contactzone met een ander ingekuild voeder in dezelfde silo	opnieuw vochtig worden van de contactzone tussen beide voeders en besmetting afkomstig van het andere veevoeder.	25, 26, 29
De opnamesnelheid is een doorslaggevende factor in de ontwikkeling van schimmels. Denk eraan om de afmetingen van uw silo af te stemmen op de hoeveelheid pulp die u nodig zal hebben (Notitie 14).		
De vorming van geelachtige pulp die vetig aanvoelt, op vochtige pulp lijkt en zich gewoonlijk onderaan de silo bevindt, wordt niet veroorzaakt door schimmels, maar door slechte inkuilingsomstandigheden (Notities 15 tot 17).		
Tabel 3 : Vermoedelijke oorzaken van schimmelontwikkeling naargelang hun plaats in de perspulsilo.		

3.1. Identificatie van de schimmels

Een beperkt aantal schimmels wordt in ingekuilde perspulp aangetroffen (Afbeelding 10). Het zijn hoofdzakelijk aërobe soorten (*Cladosporium*, *Epicoccum*...) of anaërobie-tolerante soorten (*Aspergillus*, *Byssoschlamys*, *Neurospora*, *Penicillium*, *Mucor*, *Trichoderma*,...). Bepaalde soorten (*Aspergillus*, *Byssoschlamys*, *Penicillium*,...) kunnen toxines produceren die gevaarlijk zijn voor het vee.

Zelfs bij afwezigheid van toxines kan de opname van te grote hoeveelheden schimmels de goede werking van de pens verstoren. Een te grote disfunctie van de pensflora kan soms fataal zijn voor het vee. Nochtans zijn bepaalde disfuncties (acidose, enterotoxemie...) niet altijd te wijten aan de aanwezigheid van schimmels ([Notitie 12](#)).



Afbeelding 10 : Soms worden schimmels van diverse kleuren waargenomen aan de oppervlakte of binnen in een perspulsilo. De meest voorkomende zijn:
a) *Penicillium* sp. b) *Aspergillus* sp. c) *Monascus* sp. d) *Neurospora* sp.

Ook boterzuurbacteriën kunnen aan de basis liggen van een slecht bewaarde inkuiling. Deze inkuilingen hebben een te hoog boterzuurgehalte (> 2 g/kg DS) en worden door het vee minder goed gesmaakt ([Notitie 17](#)).

3.1.1. *Penicillium* sp.

Deze schimmels (*P. roqueforti*) komen zeer frequent voor in en op het oppervlak van aangetaste silo's.

Ze zien eruit als een lichtblauw-groene, poederige verkleuring (Afbeelding 10a).

Deze soorten zijn bestand tegen een beperkte anaërobie. Verschillende soorten kunnen verschillende mycotoxines produceren (penicilinezuur, patuline, roquefortine, fumiclavine, ochratoxine...) in laboratoriumomstandigheden of bij sterke besmettingen. Bij hoge dosissen worden deze mycotoxines geassocieerd met onrustig gedrag en soms met vruchtafdrijvingen bij het vee.

Deze schimmels zijn vaak aanwezig in gras- en maïskuilen, maar daar is het risico op de productie van mycotoxines (volgens de huidige literatuur) bijna nul.

3.1.2. *Aspergillus* sp.

Deze schimmels (*A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. glaucus*) komen zeer frequent voor in of aan het oppervlak van aangetaste silo's.

Ze zien eruit als een blauwgroene, poederige verkleuring (Afbeelding 10b.) die iets donkerder is dan deze van *Penicillium*.

Deze soorten zijn anaërobie-tolerant. Verschillende soorten produceren verschillende mycotoxines (aflatoxines, ochratoxine, fumitoxines, ...) waarvan enkele bij het vee onrustig gedrag, vruchtafdrijvingen en ademhalingsproblemen kunnen veroorzaken.

Door de mycotoxines die ze produceren (aflatoxines, ochratoxine,...) zijn deze schimmels, die ook aanwezig zijn in ander kuilvoer, bijzonder schadelijk voor het vee. Deze schimmels kunnen enkel onderscheiden worden van *Penicillium* door middel van een microscopisch onderzoek.

3.1.3. *Monascus* sp.

Deze schimmels (*M. ruber*, *M. purpureus*) zijn vaak aanwezig in perspulp. De pulp vertoont dan een kenmerkende, helderrode kleur (Afbeelding 10c.). Deze schimmels zijn niet giftig en zouden de eetlust zelfs in geringe mate stimuleren. *Monascus* wordt soms als kleurstof in de voedingsindustrie gebruikt.

3.1.4. *Neurospora* sp.

Deze schimmel (*N. sitophila*) is frequent aanwezig in perspulp. *Neurospora* sp. produceren een zeer kleurrijke schimmel, gaande van geel naar okerkleurig - oranje (Afbeelding 10d.). Ze zijn niet gevaarlijk voor het vee.

3.1.5. *Byssoschlamys nivea*

Deze schimmel bevindt zich soms in perspulp. Ze produceert een vrij dichte, witte verviltiging. Wanneer ze in grote hoeveelheden aanwezig is kan ze een mycotoxine (patuline) produceren die een stoornis van de pensflora veroorzaakt. Normaal is deze mycotoxine niet voldoende aanwezig in besmette silo's om het vee ernstig te treffen.

3.1.6. *Trichoderma* sp.

Dit is een minder frequente, stralend witte schimmel. Bepaalde soorten kunnen mycotoxines produceren in laboratoriumomstandigheden, maar ze zouden in silo's niet gevaarlijk zijn.

3.1.7. *Geotrichum candidum*

Geotrichum candidum is een gist (en geen schimmel) die zich vaak ontwikkelt op ingekuilde pulp en een wit poeder vormt. Ze geeft een bittere smaak en verspreidt een ranzige geur. De besmette pulp is minder smakelijk en wordt soms door het vee geweigerd.

3.1.8. Andere schimmels

De soorten *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum* en *Mucor* komen weinig voor en hebben geen bijzondere invloed op het vee.

3.1.9. *Fusarium* sp.

Dit zijn bijzonder gevaarlijke schimmels, die soms in gemengde silo's van maïs en pulp aangetroffen worden, maar zeer zelden in perspulsilo's. Deze schimmels omvatten talrijke soorten (*F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. cerealis*,...) die zeer vaak aanwezig zijn in maïs- en voordrooggrassilo's. Het zijn veldschimmels die zeer kenmerkend zijn voor graangewassen. In deze teelten zijn ze dikwijls aanwezig bij de oogst. Ze produceren veel mycotoxines die men in de silo's terugvindt. Deze mycotoxines (vomitoxine, zearalenon...) zijn zeer schadelijk voor het vee. Ze kunnen soms in zeer hoge concentraties teruggevonden worden (> 10.000 ppb voor vomitoxine (deoxynivalenol - DON); > 3.000 ppb voor zearalenon - ZEA) in besmette maïssilo's.

In het algemeen zijn varkens zeer gevoelig voor mycotoxines. Zij weigeren voeder dat besmet is met vomitoxine vanaf een waarde van 1.000 ppb. Miskramen worden waargenomen bij zeugen die voeder krijgen met een gehalte aan zearalenon van 50 ppb.

Fusarium sp. schimmels worden niet in silo's met enkel bietenpulp waargenomen.

3.1.10. Boterzuurbacteriën

Boterzuurbacteriën behoren hoofdzakelijk tot het geslacht *Clostridium*. Zij bevinden zich in de grond, in ontbindend organisch materiaal, enz ...

In de pulp ontwikkelen de bacteriën zich, in afwezigheid van lucht, bij temperaturen tussen 10 en 50°C en pH-waarden tussen 4,6 en 5,5. Het pulpproductieproces in de suikerfabriek vermindert zeer sterk de natuurlijke besmetting door boterzuursporen (minder dan 10^2 sporen/g DS).

De bewaaromstandigheden, het transport, de in- en uitkuiling van de pulp en de properheid van de (melk)stallen hebben een sterke invloed op het aantal boterzuursporen. Een te grote aanwezigheid van deze sporen in de voeding of in de onmiddellijke omgeving van het melkvee kan als gevolg hebben dat het gehalte aan boterzuursporen in de melk de drempelwaarde overschrijdt.

**De pulpleveringen die moeten ingekuild worden,
moeten onmiddellijk verwerkt worden.**

**In een pulpsilo is lucht een bondgenoot van schimmels;
men moet alles in het werk stellen om lucht te vermijden.**

**Op het zicht is het onmogelijk om te bepalen of
een schimmel al dan niet schadelijk is voor het vee.**

**Aangeraden wordt om systematisch
alle schimmelzones te verwijderen.**

**Het is een absolute regel om het vee nooit te voederen met
beschimmelde pulp.**

**De kwetsbaarste dieren (jonge meststieren, jonge kalveren,
koeien aan het einde van de dracht) zijn het gevoeligst.
Beschimmelde voeding kan hun fataal zijn.**

Notitie 01 Bietenperspulp en dierlijke productie

In België is de pulp eigendom van de bietenteler. Tegelijk met de productie van ruwe suiker (> 10 t/ha) produceert de bietenteler zonder directe bijkomende kosten, op dezelfde oppervlakte, een hoogwaardig kwaliteitsveevoer. Indien we uitgaan van een productie van 65 ton wortels per hectare levert een hectare suikerbieten vandaag eveneens meer dan 33 t natte pulp op (> 10% van de DS), ofwel meer dan 13,5 t perspulp (22% van de DS), ofwel meer dan 3,3 t droge pulp ($\pm$ 90% DS). Als de bietenteler de pulp gebruikt om zijn vee te voeden, kan hij op zijn bietenoppervlakte ook, naargelang de veesoort, meer dan 10.000 liter melk of meer dan 900 kg vlees per hectare produceren.

De eerste valorisatieproeven van perspulp door middel van inkuiling werden in 1977 uitgevoerd door de suikerfabrieken, in samenwerking met het KBIVB en andere onderzoeksinstellingen. De ontwikkeling van de perspulp ging gepaard met de vermindering van de hoeveelheid te drogen pulp, en dus van de energiekosten in de drogerij. België produceert momenteel meer dan 240.000 t natte pulp, meer dan 1.200.000 t perspulp en meer dan 35.000 t droge pulp, d.w.z. een totaal van ongeveer 330.000 t droge stof pulp per jaar. Volgens de huidige tendens stijgt het aandeel van de perspulp. Bijna alle pulp wordt gevaloriseerd als veevoer in landbouwbedrijven met rundvee, meestal gelegen in of nabij bietenstreken.

Notitie 02 Bewaring van de perspulp op het landbouwbedrijf

In de veevoeding kan de perspulp onmiddellijk en zonder bijzondere bewaringsmaatregelen (homogene aandrukking, verwijdering van de lucht, afdekken met een zeil, enz....) gebruikt worden, maar de bewaarperiode "in verse toestand" of "in open lucht" is dan betrekkelijk kort (2 tot 3 dagen, bijna nooit langer dan 4 tot 5 dagen, afhankelijk van de buitentemperatuur). Na deze termijn wordt de pulp die "in open lucht" werd opgeslagen zeer snel gekoloniseerd door schadelijke gistingen en schimmels. In dit geval kan zij niet meer als veevoeder worden gebruikt.

De inkuilingstechniek op het bedrijf daarentegen schept, indien correct toegepast, de vereiste omstandigheden voor het natuurlijke en spontane melkzuurgistingproces. Deze gisting vindt alleen plaats in afwezigheid van lucht (anaërobe omstandigheden), wat bekomen wordt door de pulp voldoende aan te drukken. Als de melkzuurgisting doorheen de volledige massa van de pulpsilo plaatsheeft veroorzaakt dit een verzuring van de pulp. Door deze verzuring behoudt de pulp haar voedingskwaliteiten, met een minimum aan verliezen. Een volledige melkzuurgisting, zonder luchtinfiltratie, voorkomt de ontwikkeling van schimmels die binnen in de silo kunnen ontstaan.

Notitie 03 Alternatief gebruik van bietenpulp

In sommige Europese landen vormt suikerbietenpulp een interessante bron van diëetvezels voor menselijke voeding of voor huisdiervoeder.

Naast de voeding kan suikerbietenpulp gebruikt worden als industrieel gistingssubstraat of substraat voor biogasproductie, als primaire brandstof of als absorberende stof voor zware metalen en andere vervuilers in waterzuiveringsinstallaties. De pulp wordt eveneens gebruikt als alternatief voor papierpap, voor de productie van isolerende panelen, akoestische schermen of cellenbeton. De pulp kan ook dienen als absorberende stof in wegwerpluiers of als kattenbakvulling.

Het gebruik van pulp als substraat voor de industriële gisting door bacteriën of schimmels laat de productie van de meest uiteenlopende natuurlijke moleculen toe zoals: enzymen, proteïnen, suikers, natuurlijke vanillearoma's, enz. De hydrolyse van bietenpulp levert talrijke moleculen voor industrieel gebruik. Galacturonzuur en zijn polymeren, afkomstig van pectine uit bietenpulp, worden gebruikt voor de productie van ecologische schoonmaakmiddelen of oppervlakte-actieve stoffen. Een afgeleide stof uit de gisting, melkzuur, kan dienst doen als basis-element bij de productie van volledig bio-abbrekbare plastic.

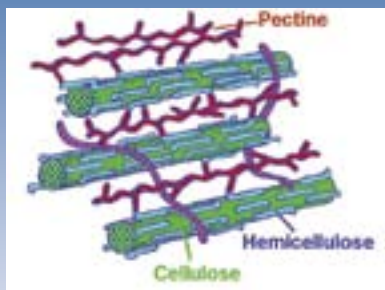
Notitie 04 Diffusie in de suikerfabriek

De diffusie van suiker uit snijdsels is een essentiële fase voor de suikerfabriek. Ze moet uitgevoerd worden op perfect gewassen suikerbieten, permanent gecontroleerd worden om een optimale stabiliteit en regelmatigheid te verzekeren en beschermd worden tegen alle ongewenste microbiologische besmettingen. Naargelang het type diffusie (horizontaal of vertikaal) duurt deze fase 45 minuten tot 2 uur. Afhankelijk van het type diffusie bedraagt de temperatuur van het water dat in contact is met de snijdsels gedurende deze fase ongeveer 65 tot 70°C en maximum 75°C. Door de hoge temperaturen (70 tot 75°C) kunnen de thermofiele bacteriële besmettingen in de diffusie beperkt worden. Bij de uitgang van de persen daalt de temperatuur van de pulp tot ongeveer 60°C.

Naargelang de inrichting van de fabriek kunnen de snijdsels een korte periode voorverwarmd worden in het diffusiesap, om de structuur van de celmembranen enigszins aan te tasten en op die manier de diffusie van de suiker uit de cellen te vergemakkelijken. Het voorverwarmen gebeurt ofwel via sap/snijdsel-wisselaars, die de temperatuur van de snijdsels op hetzelfde niveau brengen als bij het begin van de diffusie, ofwel via een sterkere en korte opwarming (85°C of meer), die echter de celmembranen nog meer zal afbreken.

Te hoge temperaturen, een te lage zuurtegraad ($\text{pH} < 5,0$), onregelmatige debieten, of een accidenteel langere duur van deze fases (opwarming, diffusie) schaden het goed functioneren van de suikerfabriek en verminderen de kwaliteit van de perspulp. Er zullen dan te grote hoeveelheden pectinefragmenten (bestanddelen van de celwanden van de suikerbiet (Afbeelding 11) en andere colloïdale stoffen in het diffusiesap vrijkomen, hetgeen de latere fases in de suikerfabriek verstoort. De kwaliteit van de suikerbietenpulp op het niveau van de pectine neemt ook af door te

lange verblijftijden en/of te hoge temperaturen en te lage pH tijdens deze verwerkingsprocessen ([Notities 10 & 17](#)).



Afbeelding 11 : Pectine is een element dat bijdraagt tot de stevigheid van de celwand. Het bestaat uit een netwerk van soepele vezels die verstrengeld zijn met het netwerk van stevigere cellulose- en hemicellulosevezels dat de celwand vormt.

Notitie 05 Controle op besmettingen tijdens de diffusie

Technologische hulpmiddelen (anti-schuimproducten, pH-regulatoren, ontsmettingsmiddelen, emulgatoren) die voor gebruik in de voedingsindustrie werden goedgekeurd worden tijdens de diffusie gebruikt om de ontwikkeling van microbiologische besmettingen in het diffusiesap onder controle te houden. Bij de hoge diffusietemperaturen kunnen thermofiele bacteriën van het geslacht *Bacillus* (*B. stearothermophilus*, *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. cereus*,...) of *Clostridium* (vooral *Cl. thermosaccharolyticum* en *Cl. thermohydrosulfuricum*), die aanwezig zijn in de bietenaarde, het waswater, het perswater of het toegevoegde water, zich immers ongewenst ontwikkelen in het gesuikerde en warme diffusiesap. Deze bacteriën produceren dan te veel melkzuur of andere organische zuren (bv. boterzuur, enz,...) uit de sacharose. Door de suikerverliezen die ze veroorzaken verstoren deze infecties het suikerproductieproces.

Bij gebruik aan de standaarddosissen (10 tot 30 g/t bieten naargelang het gebruikte technologische hulpmiddel) zullen deze ontsmettingsmiddelen het bacteriële melkzuurinoculum, dat later nodig is voor de melkzuurgisting van de ingekuilde pulp, niet te drastisch verminderen.

Andere procédés, zoals het reinigen van de installaties met behulp van stoom onder hoge druk ($> 75^{\circ}\text{C}$), de sterilisatie van het perswater door pasteurisatie aan 90°C , het aanvoerbiet van snijdsels, de diffusietemperatuur ($< 75^{\circ}\text{C}$), de voorverwarmingsduur, de stabilisatie van de pH (tussen 5,5 en 6,0) ... maken het eveneens mogelijk om de ontwikkeling van deze bijzonder ongewenste besmettingen tijdens de diffusie te beperken.

Notitie 06 Het persen van de pulp

Om het persen van de uitgelopen snijdsels (= pulp) te vergemakkelijken gebruiken de meeste suikerfabrieken een pershulpmiddel. Gips (onder natuurlijke vorm ofwel teruggewonnen en gezuiverd uit calciumsulfaat, wat beantwoordt aan de voedselkwaliteitsnormen) is het voornaamste pershulpmiddel dat in België wordt gebruikt. Dit pershulpmiddel verstevigt de pulpvezels (door de pectinebestanddelen van de celmembranen onderling te verbinden met calciumionen). Hierdoor wordt het water gemakkelijker uit de snijdsels afgevoerd bij het persen, waardoor het energieverbruik tijdens deze fase vermindert. Bij gebruik aan de standaarddosissen (200 tot 800 g/t bieten) heeft calciumsulfaat geen enkel effect op de gisting, noch op de kwaliteit van de perspulp. In andere landen, maar niet in België, wordt soms calciumchloride of aluminiumsulfaat als pershulpmiddel gebruikt. Sommige suikerfabrieken in België gebruiken geen enkel pershulpmiddel.

Een te sterke afbraak van de structuur van de celmembranen van de snijdsels (= pectineafbraak) gedurende de diffusie of een verouderde staat van de persen maken het moeilijker om het water te verwijderen tijdens het persen, wat tot een overmatig gebruik van gips kan leiden. Naast de toename van het mineralestofgehalte in de pulp kan de aanwezigheid van te veel calcium door een buffereffect een licht ongunstige invloed hebben op het starten van de melkzuurgisting. Te veel calcium zou ook onrechtstreeks ongewenste boterzuurgistingen bevorderen.

Omgekeerd kan een te sterke persing van de pulp (> 25 tot 30% DS) het suikergehalte verminderen en, als dit te laag wordt (< 2,5% van de DS), het gistingsvermogen verminderen ([Notitie 10](#)).

De organische zuren en melkzuur in het bijzonder, die binnen bepaalde grenzen geproduceerd worden door de bacteriële activiteit tijdens de diffusie, vergemakkelijken het persen van de pulp. De controle van deze besmettingen is essentieel, want bij een te hoge zuurtegraad tijdens de diffusie zou de limiet voor de aantasting van de pulp kunnen overschreden worden.

05

06

Notitie 07 Perspulp en bacterieel inoculum

Momenteel worden in België geen bijkomende stoffen die rijk zijn aan oplosbare suikers, en die dus een snelle ontwikkeling van de melkzuurgisting in de ingekuilde pulp bevorderen (suikerstroop, bietenscherven, ...), toegevoegd in de suikerfabrieken.

Het gebruik van bacteriële inocula (zoals voorgesteld bij de inkuiling van gras of maïs) lijkt niet gerechtvaardigd voor het inkuilen van perspulp. De hoeveelheid oplosbare suikers die nog aanwezig zijn in de pulp (4 tot 6% van de DS) en de melkzuurbacteriën (minimum 10^2 tot 10^3 eenheden/g DS bij de uitgang van de persen) volstaan in normale productie- en inkuilingsomstandigheden om de melkzuurgisting in gang te zetten ([Notitie 10](#)).

Ook het gebruik van producten van het type “kuilbewaarmiddelen” geven geen merkbare verbetering van de bewaring van de perspulp.

Notitie 08 Opslag van de perspulp in de suikerfabriek

Zoals in een azijnstokerij of een brouwerij wordt de atmosfeer in een suikerfabriek spontaan verrijkt met bacteriën die specifiek zijn voor het procédé. In de suikerfabrieken verrijken de specifieke installaties voor de productie van perspulp zich spontaan met de mesofiele melkzuurbacteriën (*Lactobacillus* sp.) die in de lucht of in de bietengrond aanwezig zijn. Deze bacteriën zijn na de diffusie (nog steeds) in de pulp aanwezig.

Bij de uitgang van de persen en in normale en stabiele productieomstandigheden heeft de perspulp een temperatuur die ligt tussen 55 en 60°C, een pH van $\pm 5,0$, een suikergehalte van 4 tot 6% van de DS, een gering melkzuurgehalte (< 5 g/kg DS) en een dichtheid van ongeveer 400 kg/m³. Deze parameters evolueren gedurende de stockage op het pulpplein en tijdens de levering, als gevolg van de afkoeling (opslag van de pulp in open lucht) en bij het begin van de melkzuurgisting (binnenin de pulphoop).

Naargelang het type stockage en afvoer na de persen (wachtbunker, storten of werpen op de grond, opslag op het pulpplein in één of meer wachthopen, Afbeelding 4) en naargelang de opslagtermijn in de fabriek en de transporttijd, kan men een daling van de temperatuur (van minstens 5 tot 10°C), een daling van de pH (van ongeveer 0,5 tot 1 punt) en een daling van het suikergehalte (van ± 1 punt, d.w.z. meer dan de helft van het suikergehalte als dit zich bij de productie kort bij het minimum van 2,5% van de DS bevindt!) waarnemen. In pulp die gedurende ± 12 uur opgeslagen wordt op het pulpplein in de fabriek kan de pH dalen met 0,5 tot 1 punt, te wijten aan een lichte verhoging van het melkzuurgehalte.

Het is dus aangewezen om de perspulphopen na het persen zo weinig mogelijk te manipuleren en ze snel te leveren om de melkzuurgisting, die van start gaat in de eerste opslaguren in de suikerfabriek, niet te verstoren. Onnodige verplaatsingen of transport van de pulp van

de ene naar de andere plaats vóór de inkuiling moet vermeden worden, om te voorkomen dat de pulp afkoelt tot beneden 45°C (optimale temperatuur voor de melkzuurgisting) en om het op gang komen van de melkzuurgisting niet te onderbreken.

Ook de properheid van het traject dat afgelegd wordt door de pulp vanaf de diffuseur tot de aankomst op de opslagplaats (of in de laadbunkers) moet gegarandeerd worden. Opgeschopte pulp moet regelmatig verwijderd worden uit de infrastructuur van de pulpersen, de transportbanden, de verborgen hoeken en de concentratie- en opstopplaatsen. Deze aangetaste pulp, die snel gekoloniseerd wordt door schimmels of mesofiele bacteriën (vooral van het geslacht *Leuconostoc*, die opeenhopingen van plakkerige substanties produceren), mag in geen enkel geval vermengd of vervoerd worden met perspulp. De bewaarplaats moet regelmatig geledigd, schoongemaakt, en indien nodig ontsmet worden (Afbeelding 3).

Ook pulp die geproduceerd werd gedurende periodes met onregelmatigheden of onderbrekingen van de diffusie (Notitie 17), waarvan de kwaliteit twijfelachtig zou zijn, mag niet gemengd of afgevoerd worden met de perspulp.

Notitie 09 Merggehalte van de bieten

Het merggehalte is een element dat in aanmerking wordt genomen bij het bepalen van de hoeveelheid pulp die vergoed wordt aan de bietentelers op basis van zijn hoeveelheid geleverde bieten.

Het merggehalte komt overeen met het gehalte aan componenten van de biet die overblijven na volledige extractie met water van alle oplosbare bestanddelen, volgens het suikerwinningsproces en in functie van de temperatuur, de pH, de toevoeging van calciumsulfaat, de kwaliteit van het gebruikte water, de extractieduur, enz. Samengevat komt het overeen met het gehalte aan onoplosbare niet-suikers van de biet. Het merggehalte bepaalt de hoeveelheid pulp die door de suikerfabriek geproduceerd wordt.

Het merggehalte varieert hoofdzakelijk in functie van de plaats en het ras, meer dan in functie van het jaar. Deze variaties kunnen 20% bedragen. Het merggehalte ligt over het algemeen tussen 47 en 53 kg DS/t.

Het merggehalte vermindert in de loop van de groeiperiode, in functie van de toename van het suikergehalte. Het daalt ook in functie van de hoeveelheid water en, in mindere mate, van de stijging van de stikstofbemesting. Rijke rassen, die iets meer vaatbundelringen (cambium) hebben, hebben een iets hoger merggehalte dan zwaardere rassen.

In feite geeft het merggehalte de hoeveelheid cellen en celwanden in de biet (functie van het aantal cambiumringen) weer, die tijdens de eerste groeifase werden gevormd (tot vóór de zomer). Het is dus afhankelijk van het gehalte aan celwandelementen, d.w.z. cellulose, hemicellulose en pectine, die overblijven na het suikerwinningsproces. De grootte van de cellen is ook van belang. Bieten met kleine cellen hebben een hoger merg- en saccharosegehalte. Te grote cellen bevatten meer water en hebben een dunnere wand.

07

08

09

Hierin ligt het belang (van de breekbaarheid) van de pectine van de celwanden en van hun voortbestaan tijdens het suikerproces. Cellulose en hemicellulose zijn immers onoplosbaar in water, terwijl pectine, afhankelijk van zijn degradatiegraad, oplosbaar is ([Notities 4 & 17](#)).

De bietenveredelaars zijn het er over eens dat de samenstelling van de polysacchariden van de celwanden (mergbestanddelen) van de nieuwe suikerbietenrassen geëvolueerd is, onder meer op het niveau van de pectine en zijn consistentie en dus op het niveau van zijn stevigheid. Analooq hiermee observeren ingenieurs van de suikerfabrieken verschillen in breekbaarheid en in puntbreuken van de bieten bij het wassen in de fabriek, in functie van de jaren en de streken.

Notitie 10 Suikergehalte en kwaliteit van de perspulp

De perspulp die in België geproduceerd wordt heeft een totaal suikergehalte dat ligt tussen 4 en 6 % van de DS, naargelang de fabriek en het diffusieproces. Het minimaal gegarandeerde gehalte bedraagt 2,5% van de DS. De oplosbare suikers, waaronder hoofdzakelijk saccharose, worden door de melkzuurgisting omgezet in sub-eenheden van glucose en fructose. Volgens zet de melkzuurgisting de glucose om in melkzuur, die de bewaring van de ingekuilde perspulp verzekert.

Een suikergehalte lager dan 2,5% van de DS laat geen melkzuurgisting in optimale omstandigheden toe, waardoor andere gistingen of schimmels zich kunnen ontwikkelen in de ingekuilde pulp.

Waarnemingen in andere landen tonen aan dat een gehalte aan oplosbare suikers hoger dan 5% van de DS niet nodig is, daar het suikeroverschot op dit niveau niet omgezet wordt in melkzuur maar bij de uitkuiling als dusdanig wordt teruggevonden.

Verschillende landen melasseren de perspulp (toevoeging van 2 tot 3 % melasse) om een optimaal niveau van 5% vergistbare suikers te bekomen. Aan dit suikergehalte kan de melkzuurgisting zich in gans de silo perfect en snel voltrekken. Hierdoor wordt de ontwikkeling van andere, schadelijke gistingen (boter- en/of pectinolytische gistingen door bacteriën van het geslacht *Clostridium*) sterk beperkt.

Het melasseren van perspulp verhoogt de bewaarbaarheid, vermindert proportioneel de perskosten door bij te dragen tot het bereiken van het gewenste drogestofgehalte. Het wordt vooral gedaan in landen waar de afzet van bietenmelasse minder zeker is.

De volgende productieomstandigheden zijn ongunstig voor de kwaliteit van perspulp:

- een te laag gehalte aan fermenteerbare oplosbare suikers (overdreven uitloging of lange onderbrekingen in de diffusie);

- te weinig melkzuurbacteriën voor het inkuislen (onvrijwillige sterilisatie) ([Notitie 5](#));

- te veel andere bacteriën of andere sporen (gisten, schimmels,...). Bij besmettingen, onregelmatigheden of lange onderbrekingen in de diffusie produceren deze micro-organismen geïnverteerde suikers (sacharose gedegradeerd in glucose en fructose), pectinolytische enzymen (pectaatlyase, polygalacturonase) en organische zuren (azijnzuur, boterzuur, melkzuur, enz.). Door de productie van deze zuren daalt de pH tijdens de diffusie en de pH van de pulp vóór de levering. De afbraak van de pectine in de pulp neemt evenredig toe met de hoeveelheid van deze enzymen en organische zuren (zure hydrolyse) en met de temperatuur;

- een verzwakking van de pectine van de celwanden (door lange onderbrekingen in de diffusie, te sterke uitloging van snijdsels, onregelmatig debiet van de snijdsels, enz.) waardoor de structuur aangetast wordt (thermische afbraak) en de vorming van "vettige pulp" bevordert wordt ([Notitie 17](#)).

Afhankelijk van hun belang kunnen deze omstandigheden de kwaliteit van de pulp, en dus ook zijn geschiktheid om correct ingekuuld en bewaard te worden op het bedrijf, aantasten. Naargelang de ernst van de degradatie zal deze pulp eerder gebruikt worden voor directe voeding of afgevoerd worden. Dergelijke diffusie-accidenten (bacteriële besmettingen, lange onderbrekingen, pannes, stoornissen, enz.) vertalen zich op het niveau van de suikerfabriek onmiddellijk in een suikerproductieverlies.

Notitie 11 Wetgeving in verband met de verontreinigers in de pulp

Wettelijk gezien mag suikerbietenpulp geen ongewenste substanties, zoals residuen van bepaalde pesticides², zware metalen en andere schadelijke elementen³, organische micro-vervuilers en mycotoxines⁴, bevatten. Deze ongewenste substanties en hun limietwaarden worden in verscheidene Europese Richtlijnen en andere Belgische Koninklijke en Ministeriële Besluiten vastgelegd.

Soms worden de meest uiteenlopende vreemde voorwerpen (stenen en stukken van stenen, keien, hout, glas, plastic, metaal, drankblikjes, ...) teruggevonden in bietenladingen. Ondanks alle zorgen die in de suikerfabriek besteed worden aan het wassen van de suikerbieten kunnen sommige voorwerpen (stukjes plastic, drankblikjes...) niet altijd systematisch verwijderd worden. Zij gaan dus door de snijmolen. Eenmaal kleiner kunnen deze vreemde voorwerpen in de pulp terechtkomen, ondanks de waakzaamheid die de suikerfabrieken aan de dag leggen in de fases voor en na het snijden van de bieten. Het is dus de taak van de bieteneler om deze vreemde voorwerpen, en vooral diegene die in de bietenpulp kunnen terechtkomen, te verwijderen bij het laden van zijn bieten.

²: de pesticide in kwestie (aldrine, dieldrine, camphechlor, endosulfaan, lindaan,...) zijn in België niet meer erkend

³: arsenicum, lood, kwik, cadmium, fluor

⁴: aflatoxinen

Notitie 12 Perspulp en voederstoornissen bij rundvee

Gevallen van voedselvergiftiging (acidose, enterotoxemie) bij runderen zijn vaak het gevolg van het toedienen van zeer energierijke, d.w.z. zeer fermenteerbare rantsoenen of van te bruuske veranderingen van de voedselrantsoenen. Jonge melkkoeien en stierkalveren alsook kalveren die te snel met gras werden gevoerd zijn gevoelig voor dit verschijnsel.

Door de grote hoeveelheid aan gemakkelijk fermenteerbare koolhydraten is suikerbietenpulp een veevoeder dat de bacteriële activiteit in de pens sterk stimuleert. Pulp moet dus op een correcte manier in een aangepaste veevoeding geïntegreerd worden.

Acidose bij melkkoeien komt tot uiting in verschillende symptomen: verminderde eetlust; vloeibaardere koeiendrek; daling van de melkproductie en van het vetgehalte van de melk; hogere gevoeligheid voor besmettingen; uierontstekingen; verminderde vruchtbaarheid,... Het wordt vaak veroorzaakt door een plotselinge verandering van de voeding tijdens de eerste lactatieweek en door het geven van te energierijke rantsoenen (te veel suikers en zetmeel) zonder voldoende gestructureerde cellulose.

Koeien in eerste lactatie lopen het grootste risico, want hun voederverbruik ligt lager dan dat van oudere koeien. Bij eerstbarende koeien moet een geleidelijke overgang (3 tot 4 weken) verzekerd worden tussen de rantsoenen gegeven voor en na het kalven. De grootste fout is het willen compenseren van een gebrek aan gestructureerde cellulose en een teveel aan koolhydraten door het toevoegen van bufferstoffen (zoals bicarbonaten), aangezien de bacteriële werking van de pens niet terug in evenwicht gebracht is.

Enterotoxemie van het vee is eveneens gebonden aan stress en een plotselinge verandering van het rantsoen. Dit kan een bacteriële verstoring van de pensflora veroorzaken. Sommige bacteriën van het geslacht *Bacillus* en vooral *Clostridium*, die normaal in beperkte mate aan-

wezig zijn in de pens, kunnen zich in erge gevallen snel vermenigvuldigen en toxines produceren, die verantwoordelijk kunnen zijn voor verteringsproblemen en zelfs hartproblemen. In geval van enterotoxemie ontwikkelt een van deze bacteriën, *Clostridium perfringens*, zich soms razendsnel op het moment dat het dier sterft of in de uren die volgen op de dood.

Enterotoxemie uit zich in het eerste stadium door het opzetten en opzwellen van de buik. Bij een gebrek aan stro in het rantsoen kan dit soms zeer snel gaan, en zelfs fataal aflopen in minder dan een dag. Enterotoxemie kan zich ook voordoen wanneer men bedorven pulp geeft of te plots overschakelt op pulp van verdachte kwaliteit, zonder toevoeging van verse stro.

Het vee moet altijd beschikken over vers stro. Dit moet ideaal in ruiven op een zekere hoogte geplaatst worden en regelmatig (om de 2 dagen) vervangen worden om te vermijden dat het stro naar de stal gaat ruiken. Er moet opgelet worden dat het vee het stro niet laat liggen. In dat geval moet het smakelijk voer (pulp en bloem, proteïne complementen) na het stro gegeven worden en niet ervoor. Een jonge stier moet dagelijks minstens 1 tot 2 kg lange vezels (stro of hooi) opnemen. Een koe aan het begin van de lactatie moet eveneens minstens 0,5 kg per dag opnemen.

Bedorven pulp (slecht gegist of bewaard, [Notitie 17](#)) zal over het algemeen door het vee geweigerd worden. Deze pulp mag nooit aan jong mest- of slachtvee, aan drachtige koeien of aan jonge kalveren gegeven worden. Beschimmelde pulp mag nooit als veevoeder gebruikt worden.

Een weigering van het dier om perspulp te eten die er op het eerste gezicht goed uitziet, kan soms liggen aan een abnormaal hoog calciumgehalte, waardoor de osmotische druk in de pens verandert. Een te hoog zwavelgehalte kan ook aan de oorzaak liggen van afwijzing van het voer. Het zwavelgehalte mag niet hoger zijn dan 3 g/kg DS. Boven deze drempel vermindert de eetlust en wordt opname

geblokkeerd, vooral van Cu en Zn. Het gehalte aan sulfaationen mag niet hoger zijn dan 10 g/kg DS. Rekening houdend met de natuurlijke aanwezigheid van zwavel in pulp en uitgaande van een maximaal fixatieniveau van 30% moet de toevoeging van zwavelzuur (diffusiehulpmiddel in de suikerfabriek dat de pulp lichtjes verzuurd) beperkt worden tot 1.300 g/t bieten. De gebruikte hoeveelheid zwavelzuur in de suikerfabrieken in België bedraagt ongeveer 200 g/t bieten. Zwaveldioxide (SO_2 -gas met een bittere geur) wordt door de meeste suikerfabrieken in België niet meer gebruikt, maar werd vroeger toegevoegd aan een dosis van 150 tot 350 g/t bieten. In aanwezigheid van SO_2 kunnen bepaalde thermofiele bacteriën die aanwezig zijn tijdens de diffusie (*Clostridium thermohydrosulfuricum*) waterstofsulfide (H_2S) produceren, dat zelfs in kleine concentraties een misselijkmakende geur kan verspreiden.

Notitie 13 Kuil perspulp in van goede kwaliteit

De suikerfabrieken zorgen ervoor om pulp te produceren met een drogestofgehalte van 22%. Bovendien worden tijdens het ganse suikerwinningsproces talrijke aandachtspunten opgevolgd om op een regelmatige wijze kwaliteitspulp te produceren. ([Notities 4 tot en met 11](#)).

De droge stof is een belangrijk element voor het slagen van de inkuiling. Een te laag drogestofgehalte kan de inkuilingsoperaties verstoren, doordat het moeilijker wordt om de pulp uit te spreiden en aan te drukken met machines die over de silo rijden (tractor met dubbele banden, ...). Een te hoog drogestofgehalte (te sterke persing van de pulp) kan het aantal oplosbare suikers doen dalen die nodig zijn voor de melkzuurgisting ([Notitie 6](#)). Naargelang de gebruikte machine voor de aandrukking en het type banden kunnen de inkuilingsoperaties hierdoor in sommige gevallen evengoed verstoord worden.

Notitie 14 Respecteer de afmetingen van de silo...

Na het openen van de silo moet het opnamevlak, vooral in de zomer, met minstens 1m per week vorderen, om te voorkomen dat er zich schimmels en andere schadelijke micro-organismen (bacteriën, gisten,...) ontwikkelen. De afmetingen van een silo worden dus bepaald door het verbruik per week, maar mogen ook een bepaald volume niet overschrijden ([Notitie 15](#)) om een ideale afkoeling van de ingekuilde pulp te verkrijgen. Het is altijd beter en gemakkelijker om verschillende silo's met een aangepaste grootte aan te leggen, dan 1 silo met te grote afmetingen waarin de afkoeling

en bewaring niet optimaal zijn ([Notitie 16](#)).

Wanneer men de hoeveelheid verbruikte pulp per week kent (in functie van de veesoort, de verbruikte hoeveelheid per dier en per dag en de hoeveelheid dieren) (tabel 4) kan men gemakkelijk de optimale afmetingen van een silo bepalen (tabel 5). Tabel 4 is opgesteld voor een aandrukdichtheid van 850 kg/m³ pulp en voor een silobreedte die overeenkomt met een veelvoud van 1,80 m (gemiddelde breedte van uitkuilingsmachines).

Als de uitkuiling gebeurt door vrije voeding moet men erop letten dat de silo niet hoger is dan 1,80m en dat per volwassen rund een voedervlak voorzien wordt van 25 cm.

	kg verbruikte pulp per dier per dag			
	10	20	30	40
Aantal dieren	ton/week			
10	0,7	1,4	2,1	2,8
20	1,4	2,8	4,2	5,6
30	2,1	4,2	6,3	8,4
40	2,8	5,6	8,4	11,2
50	3,5	7,0	10,5	14,0
60	4,2	8,4	12,6	16,8
70	4,9	9,8	14,7	19,6
80	5,6	11,2	16,8	22,4
90	6,3	12,6	18,9	25,2
100	7,0	14,0	21,0	28,0

Tabel 4: Hoeveelheid gebruikte pulp per week in functie van de verbruikte hoeveelheid per dier en per dag en van de veestapel.

	Hoogte in meter		
	1	1,5	2
Breedte in meter	ton/week		
3,6	3,1	4,6	6,1
5,4	4,6	6,9	10,3
7,2	6,1	9,2	12,2
9,0	7,6	11,5	15,3

Tabel 5: Minimale hoeveelheden uit te kuilen pulp per week in functie van de hoogte en de breedte van de silo.

Voorbeeld: Een kudde van 50 runderen met een dagelijks individueel rantsoen op basis van 30 kg perspulp zal 10,5 t/week verbruiken (tabel 4). Silo-afmetingen die overeenkomen met 10,5 t/week of kleiner (tabel 5) kunnen gebruikt worden, zoals bijvoorbeeld een hoogte van 2 m en een breedte van 5,4 m

NB: Voor grotere veestapels is het vanzelfsprekend dat men meerdere perspulsilo's moet voorzien.

Notitie 15 ... en kuil niet hoger in dan 2 meter ...

Perspulp is bij de inkuiling 3 to 5 keer minder rijk aan oplosbare suikers dan maïs of gras. Daarentegen is pulp die geleverd wordt binnen de 24 uur na het persen nog voldoende warm ($> 45^{\circ}\text{C}$) en bevat ze melkzuurkiemen, die afkomstig zijn van het wassen en de diffusie van de bieten. Deze kiemen komen overeen met mesofiele melkzuurbacteriën (*Lactobacillus* sp.) die de hoge diffusietemperaturen hebben overleefd.

Daar de pulp warm geleverd wordt zijn deze bacteriën (o.a. *L. delbrückii* die zich optimaal ontwikkelt tussen 45 en 50°C) de eersten die zich vermenigvuldigen en die de ganse silo koloniseren, op voorwaarde dat alle inkuilingsomstandigheden gunstig zijn en deze bacteriën niet in competitie treden met andere micro-organismen. Onnodige manipulaties of verplaatsingen van de pulp vóór het inkuilen moeten dus vermeden worden om de pulp niet te veel af te koelen of te verluchten.

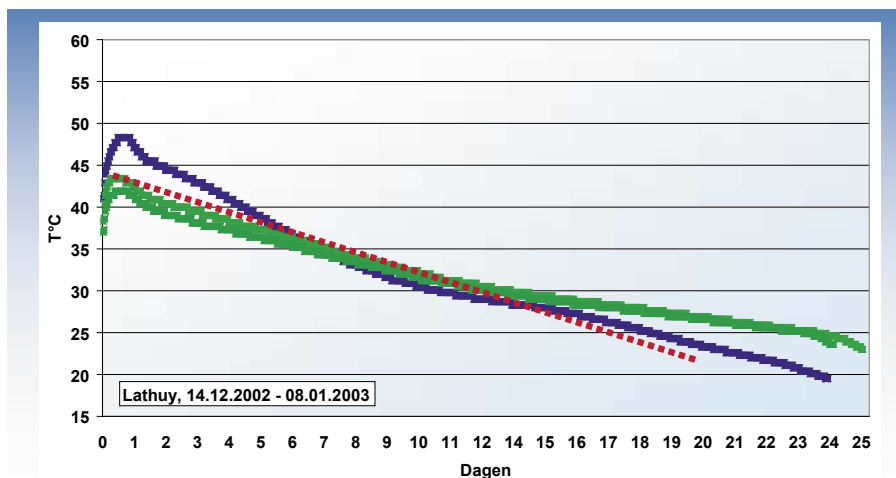
Bij het correct inkuilen van een silo (regelmatige uitspreiding van de pulp in opeenvolgende lagen) wordt een temperatuursdaling waargenomen van ongeveer 5 tot 10°C . Nadien daalt de temperatuur langzamer, maar regelmatig, met in theorie ongeveer 1°C per dag.

Anders gezegd moet de temperatuur tijdens de eerste dagen na de inkuiling minstens 45°C bedragen om de kolonisatie van de pulp door melkzuurbacteriën te bevorderen. Daarna moet de temperatuur dalen en na 2 tot 3 weken ongeveer gelijk zijn aan de omgevingstemperatuur. Deze afkoeling is noodzakelijk om een latere structuurdegradatie van de pulp (thermische degradatie) te voorkomen, als gevolg van een te lang verblijf in een te warme omgeving ([Notities 16 tot 18](#)).

Een silo die niet hoger is dan 2 m en niet breder dan 8 m laat een regelmatige afkoeling van de ingekuilde pulp toe (Afbeelding 12).

14

15



Afbeelding 12 : Afkoeling van de pulp in een silo met een correcte hoogte (< 2 m). Na twee weken daalt de temperatuur in het midden van de silo op 1 m hoogte tot beneden 30°C . De rode stippellijn komt overeen met de theoretische afkoeling ($1^{\circ}\text{C}/\text{dag}$).

Notitie 16 ... om een regelmatige afkoeling van de silo te garanderen

...

Afbeelding 12 illustreert de regelmatige afkoeling van een silo met beperkte afmetingen (< 250 t) en een hoogte < 2 m. Gedurende de eerste drie weken na het aanleggen van de silo werden de temperaturen binnenin de silo opgemeten. Men ziet dat de temperaturen (opgemeten op 3 verschillende plaatsen in het midden van de silo en op 1 m hoogte) snel afnemen. Een kleine temperatuursstijging ($\pm 5^\circ\text{C}$) kan tijdens de eerste dagen waargenomen worden door het vrijkomen van warmte die geproduceerd wordt door de melkzuurgisting of door andere enzymatische aërobe gistingen. Na 3 weken is de initiële temperatuur ($\pm 40^\circ\text{C}$) op een juiste wijze gedaald, maar is ze nog altijd hoger dan 25°C . De evolutie van de afkoeling loopt ongeveer gelijk met de rode stippellijn, die overeenkomt met de theoretische afkoeling ($1^\circ\text{C}/\text{dag}$). Het feit dat de silo en de metingen bij wintertemperaturen werden uitgevoerd (tussen 0 en 10°C) is niet doorslaggevend; de temperatuursvermindering is gelijkaardig in vergelijkbare silo's die in de herfst werden aangelegd.

Notitie 17 ... en «vettige pulp» te vermijden ...

Een verschijnsel dat lijkt op dat van “langzaam gekookte pulp” kan waargenomen worden wanneer de temperatuur van de ingekuilde pulp te lang (> 3 weken) te hoog (> 45°C) blijft. Deze omstandigheden bevorderen het ontstaan van plakkerige, geelachtige zones, “vettige pulp” genoemd. Deze pulp wordt vaak aangetroffen in de onderste lagen (verschillende tientallen centimeters, tot meer dan een meter!) van silo's die te hoog zijn of aangelegd werden op een maïsilo die op dezelfde dag ingekuild werd (Afbeelding 14). Deze pulp wordt ten onrechte als natte pulp beschouwd. Wanneer men deze pulp aanraakt voelt deze aan als natte pulp, maar het drogestofgehalte is ongeveer hetzelfde als dat gemeten bij de levering. De geelachtige kleur verdwijnt snel wanneer de pulp aan de lucht wordt blootgesteld.

Deze “vettige pulp” heeft een gebrekkige structuur en mechanische weerstand omdat de pectinebestanddelen van de celwanden werden afgebroken. In dit geval heeft de degradatie een thermische oorzaak (de thermische afbraak van de pectine is het resultaat van een β -eliminatiereactie van de chemische verbindingen die de basiseenheden van de galacturonzuurketens verbinden en die de gladde zones van de pectine vormen). Deze degradatie wordt ook bevorderd door de pH van de pulp, die ondertussen zuurder geworden is. De degradatie kan ook het gevolg zijn van de activiteit van gistingen of pectinolytische bacteriën (*Bacillus megaterium*, *Clostridium acetobutylicum*, ...), die zich in de pulp kunnen ontwikkelen als de omstandigheden gunstig zijn. Deze bacteriën breken de hemicelluloses en de pectine af door enzymatische hydrolyse (met enzymen van het type hemicellulase, pectaatlyase en polygalacturonase) (zie verder in [Notitie 17](#)).

Pectine is een element dat bijdraagt aan de stevigheid van de celwanden. Het bestaat uit een netwerk van soepele vezels die verstrengd zijn met het netwerk van stevigere cellulose- en hemicellulose-vezels dat de celwand vormt (Afbeelding 11).

Het “vettige” aspect van de pulp wijst op een gedeeltelijke degradatie van de pectine in meer elementaire, slijmerige (arabane) en plakkerige substanties die door latere gistingen (*Lactobacillus buchneri* en *Streptococcus* sp.) tot het stadium van azijnzuur opgesplitst kunnen worden (sterke geur van azijn).

Silo's waar de afkoeling te traag verloopt (t.t.z. waar de voorwaarden gunstig zijn voor het verschijnen van «vettige pulp») zijn meestal:

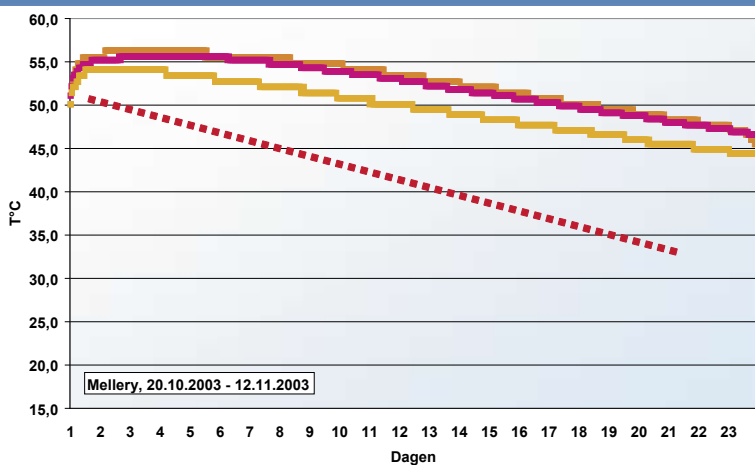
- sleufsilos met een grote capaciteit, met een hoogte > 2 m en een breedte > 8 meter; in deze silos blijft de temperatuur in het centrum vaak te lang hoger dan 45°C (Afbeelding 13);
- te grote silos die tegen elkaar geplaatst zijn of die tegen een verwarmd gebouw aanleun;
- te hoge silos die in een helling werden aangelegd;
- silos die boven of onder een recent aangelegde maïssilo werden aangelegd (Afbeelding 14); de temperatuur van een maïssilo bereikt over het algemeen 20 tot 25°C in de eerste dagen volgend op de inkuiling. Deze bijkomende warmte en het isolerend vermogen van de

maïs verlengen aanzienlijk de afkoelingsduur van de pulp boven of onder de maïs (Afbeelding 15);

- molshoopsilos met één van de kanten naar het zuiden gericht; bij zeer zonnig en te warm weer voor de tijd van het jaar kunnen de zwarte plastic zeilen aan de zijanten van de pulpsilo een bijkomende hoeveelheid warmte opnemen.

Analoog hiermee zal een silo blootgesteld aan de wind sneller afkoelen dan een silo geplaatst in een helling of tegen een andere silo of tegen een gebouw. Een herneming van het gistingsproces als gevolg van een slechte aandrukking kan eveneens de oorzaak zijn van een interne opwarming van de silo.

We merken echter op dat het mogelijk is om ingekuilde pulp van goede kwaliteit te verkrijgen in een iets te grote silo (hoogte > 2 m en breedte > 8 m) indien de pulp (van goede kwaliteit) werd ingekuild door zorgvuldige de op-eenvolgende lagen uit te spreiden, om de eerste afkoeling en de verdamping te bevorderen ([Notities 22 & 26](#)).



Afbeelding 13 : Te trage afkoeling van de pulp in een silo hoger dan 2 m. Na 2 weken bedraagt de temperatuur in het midden en op 1 m hoogte nog steeds meer dan 50°C. De rode stippellijn komt overeen met de theoretische afkoeling (1°C/dag).

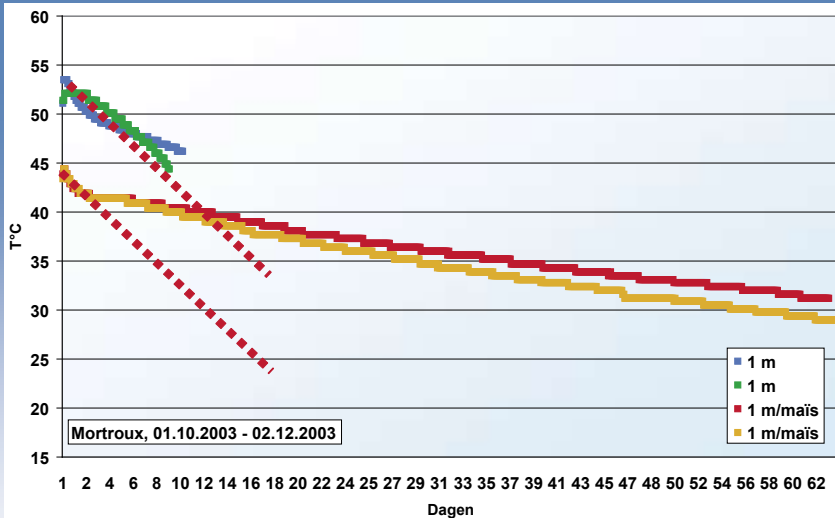
Afbeelding 13 illustreert de afkoeling waargenomen in een grote pulpsilo (> 800 t ; hoogte > 2 m en breedte > 8 m). De temperatuur in de silo werd opgemeten gedurende de eerste drie weken na de aanleg. We zien dat de temperatuur (gemeten op drie plaatsen op 1 m hoogte) te traag afneemt. Gedurende minstens één week wordt een stijging van de temperatuur ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) waargenomen door de melkzuurgisting of door aërobe enzymatische gistingen. De temperatuur bleef gedurende minstens 2 weken hoger dan 50°C . De structuur van de pulp werd aangetast door de aanhoudende warmte en de pulp werd vettig. Door de te grote hoogte van de silo kon de theoretische afkoeling ($1^{\circ}\text{C}/\text{dag}$) niet gerespecteerd worden.

Afbeelding 15 illustreert de afkoeling waargenomen in een relatief grote pulpsilo (500 t, hoogte = 2 m), maar waar op de helft van de pulpsilo nog dezelfde dag een maïssilo werd

ingekuuld. De temperatuur in het gedeelte van de silo dat niet door maïs werd bedekt werd opgemeten in de loop van de eerste week (op 2 plaatsen en op 1 m hoogte, blauwgroene lijnen). Deze temperaturen tonen een correcte afkoeling. De pulp uit dit gedeelte van de silo had bij de uitkuiling een bevredigende kwaliteit. We zien ook dat de pulp die onder de maïs werd ingekuuld (temperatuur gemeten op 2 plaatsen en op 1 m hoogte, oranje-rode lijnen) kouder was bij de inkuiling ($< 45^{\circ}\text{C}$). Deze pulp koelt echter trager af, daar de maïslaag dienst doet als isolerende laag. Na een maand is de temperatuur in dit gedeelte nog altijd hoger dan 35°C . Na 2 maanden bedraagt ze ongeveer 30°C . In dit gedeelte werd de pulp aangetast door de aanhoudende warmte en ontstond vettige pulp. In deze situatie zou het ideaal geweest zijn om eerst de maïs in te kuilen en daarna 1 tot 2 weken te wachten vooraleer de pulp in te kuilen bovenop de maïssilo.



Afbeelding 14 : Aanwezigheid van vettige pulp in een pulpsilo die dezelfde dag bovenop een maïssilo werd ingekuuld. De pulp kon op die plaats niet normaal afkoelen. Door langzaam te «koken» veranderde de structuur van de pulp en werd ze omgevormd tot vettige pulp met een geelachtige kleur ([Notitie 17](#)).



Afbeelding 15: Te trage afkoeling van een pulpsilo die dezelfde dag voor de helft met een maïssilo werd overdekt. Beide silo's zijn lager dan 2 meter. Na 1 maand is de temperatuur in het centrum van de silo (op 1 meter diepte) onder de maïs nog altijd hoger dan 35°C. Na 2 maanden bedraagt de temperatuur ongeveer 30°C. De pulp ingekuuld zonder maïs er bovenop koelt normaal af (enkel metingen voor een periode van 10 dagen). De rode stippellijn komt overeen met de theoretische afkoeling (1°C/dag).

Soms wordt aan de basis van de silo een zeer fijne laag (slechts enkele centimeters) vettige pulp waargenomen (Afbeelding 16). Deze pulp heeft een zure of onaangename geur en werd eveneens omgezet in «vettige pulp». In dit geval is de afbraak het resultaat van de activiteit van pectinolytische bacteriën (enzymatische hydrolyse).

De eerste laag pulp die tijdens het inkuilen op de grond wordt uitgespreid kan te bruusk afkoelen. De temperatuur daalt dan te snel naar de bodemtemperatuur (5 tot 15°C). Door de te lage temperatuur kan de melkzuurgisting zich op die plaats onvoldoende ontwikkelen waardoor boterzuur en/of pectinolytische bacteriën (*Bacillus*, *B. megaterium*, *Clostridium* sp., ...)

zich kunnen ontwikkelen. Deze fijne pulplaag, die andere gistingen onderging (boterzuurgisting,...), verspreidt een onaangename en zelfs zure en misselijkmakende geur, verschillend van de geur van correct gegiste pulp. Deze pulp heeft ook een zeer «vettig» uitzicht en een sterke geel-oranje verkleuring, die snel verdwijnt bij blootstelling aan de lucht. Deze pulp wordt door het vee niet erg gewaardeerd.

In te hoge silo's wordt in het onderste gedeelte niet zelden een continuïteit vastgesteld tussen deze kleine zone van vettige pulp en de grotere zone die ontstaan is door thermische degradatie.



Afbeelding 16 : Een fijne laag vettige pulp wordt soms waargenomen aan de basis van de silo, vlak tegen de grond. Deze pulp ruikt zuur of onaangenaam. Over het algemeen is deze degradatie het gevolg van de activiteit van pectinolytische bacteriën ([Notitie 17](#)).

Af en toe kan de aanwezigheid van «vettige pulp» veroorzaakt of bevorderd worden in de suikerfabriek, door een onvrijwillige verhoging van de temperatuur of door een vertraging of onderbreking van de doorstroom van de snijdsels tijdens de verwerking (bij het vooropwarmen of tijdens de diffusie) of door een plotselinge verzuring van het diffusiesap ([Notities 4, 5 & 10](#)). Het tijdelijk toedienen van antischuimmiddelen, om de persen te “overladen” of latere bacteriële ontwikkelingen kunnen het vettige of plakkerige en compacte aspect van de pulp bevorderen ([Notities 6 & 8](#)). In deze omstandigheden werd de pectine van de pulp (een beetje) te veel afgebroken. Daardoor kan de pulp, zelfs vlak na het persen, plakkerig en vettig aanvoelen. Ze vormt dan compacte blokken van vettige pulp die niet uiteenvallen.

Deze blokken verspreiden een karakteristieke zurige en bittere geur, verschillend van deze verkregen door melkzuurgisting. De pH van deze pulp is bij de uitgang van de persen al lager dan 4,0 en bereikt zelfs een waarde van 3,5. Organische zuren die door gisting werden bekomen kunnen aanwezig zijn, maar in te grote hoeveelheden in dit stadium (melkzuur > 5 g/kg DS, azijnzuur > 2 g/kg DS). Het oplosbare suikergehalte kan schijnbaar correct zijn, maar er kunnen te grote hoeveelheden geïnvverteerde suikers aanwezig zijn (glucose + fructose > 5% DS). Deze verschillende elementen wijzen op een degradatie van de pulp tijdens de productie, die nadelig is voor de bewaring door inkuiling. Naargelang het degradatieniveau moet deze pulp direct vervoerd worden of opgeruimd worden in plaats van ingekuild.

Notitie 18 ... die verschuivingen en de latere ontwikkeling van schimmels bevordert

Al deze omstandigheden (te hoge temperaturen, te zure pH, verlengde diffusie, thermische, zure en/of enzymatische hydrolyse) verhogen de aantasting van de celwanden van de snijdsels. De snijdsels zullen dan te veel pectinefragmenten en andere colloïden in het diffusiesap vrijzetten, die de etappes van de sapzuivering, het filteren van het diffusiesap en de kristallisatie van de witsuiker verstoren. Een te sterke pectineafbraak kan eveneens pigmenten (monomeren van galacturonozuren) produceren die de witheid van de suiker zullen aantasten. Om deze verschillende redenen zorgen verantwoordelijken van het suikerwinningsproces ervoor om de degradatie van de celwanden van de snijdsels te beperken.

Onder het gewicht van de bovenste pulplaag glijden de onstabiele zones van “vettige pulp” gemakkelijk uit de silo (Afbeelding 17). Deze verschuiving veroorzaakt verzakkingen van pulpblokken (van meerdere tonnen) en het verschijnen van barsten en breukzones aan de achterkant van het opnamevlak. Het binnendringen van lucht in deze nieuwe barsten bevordert de snelle ontwikkeling van schimmels. Deze schimmels, die zich achter het opnamevlak bevinden, ontwikkelen zich vaak sneller dan het vorderen van het opnamevlak, vooral in de zomer.

Het gebeurt dat bepaalde veehouders te hoge pulpsilo's (> 2 m) blijven aanleggen omdat ze erin slagen de verschuivingen als gevolg van “vettige pulp”-zones te beperken. Daartoe spreiden zij de pulp bij de inkuiling uit en openen vervolgens hun silo aan de tegenovergestelde kant dan deze waar geladen wordt. Deze veehouders hebben vooral ook een groot verbruiksdebet van pulp.



Afbeelding 17: Te grote silo's (hoogte > 2 m, breedte > 8 m) bevorderen de vorming van vettige pulpzones. Deze instabiele zones glijden gemakkelijk uit de silo

Notitie 19 Zorg voor een goede organisatie om snel te kunnen werken

Het goed organiseren van de inkuilingsoperaties betekent in eerste instantie het goed naleven van de leveringsplanning, die door beide partijen, suikerfabriek en gebruiker, werd overeengekomen. Vervolgens moet een goede coördinatie van de inkuilingsmachines verzekerd worden, vooral bij inkuiling in een worst-silo ([Notitie 28](#)).

De pulp wordt warm geleverd. Ze moet snel ingekuild worden om de melkzuurgisting, die spontaan op gang gekomen is in de uren na het verlaten van de persen, niet te verstoren ([Notitie 8](#)). Men moet er dus voor zorgen om de leveringstijd niet te verlengen en het aantal manipulaties tot een minimum te beperken. De silo moet in 1 keer en zonder lange onderbrekingen aangelegd worden. Als zich een lange onderbreking zou voordoen (meer dan 12 uur) moet het reeds ingekuilde gedeelte behandeld worden als een volwaardige silo (uitspreiden, aandrukken en voorlopig afsluiten). Ideaal moet de pulp ingekuild worden binnen de 24 uur na het persen.

Omgekeerd is een te lage temperatuur ($< 30^{\circ}\text{C}$) van de pulp bij de inkuiling weinig bevorderlijk voor de ontwikkeling van melkzuurbacteriën. De ontwikkeling van andere gistingen (boterzuur...) zal in dit geval bevorderd worden, wat nadelig is voor de bewaringsmogelijkheden van de ingekuilde pulp. Er werd aangetoond dat koud ingekuilde perspulp een ontoereikende pH heeft, een veel te hoog boterzuurgehalte en slechte bewaringskwaliteiten bezit.

Het leveringsritme moet de veehouder ook toelaten om de pulp regelmatig in te kuilen, zonder te lange wachttijden tussen twee leveringen (significante afkoeling van de blootgestelde lagen), maar ook zonder te korte tussenpozen die de veehouders ertoe aanzetten om de pulp haastig in te kuilen omdat er niet genoeg tijd is om de pulp regelmatig uit te spreiden en aan te drukken.

Notitie 20 Kuil de pulp in op een aangepaste en propere plaats

De inkuilingsplaats moet gemakkelijk toegankelijk en stabiel zijn (gestabiliseerd of gebetonneerd oppervlak), met harde wanden (sleufsilo met harde wanden of worstsilo). In molshoopsilo's ([Notitie 29](#)), die geen stevige wanden hebben, kan de perspulp niet homogeen aangedrukt worden over de ganse hoogte van de silo.

De plaats van de silo en de directe omgeving moeten proper zijn en alle verontreinigingen (resten van eerdere silo's, aarde, mest, ...) moeten verwijderd worden. Vrachtwagens moeten gemakkelijk kunnen manoeuvreren in de directe omgeving van de pulpsilo, zonder over de pulp te moeten rijden.

In een sleufsilo moet men liefst een nieuw plastic zeil plaatsen tegen elk van de zijwanden. De zijdelingse zeilen beperken de waterinfiltratie via de zijkanen van de silo ([Notitie 26](#)). Ze beschermen het beton ook tegen het zuur van de ingekuilde massa. De onderkant van ieder zeil moet de grond gedeeltelijk bedekken (met minstens 1 m). De bovenkant van het zeil (minstens 1 m) moet teruggeplooid worden op de silo om waterinfiltratie te vermijden (Afbeelding 21).

Notitie 21 Werk met uiterst proper materiaal

Tijdens de inkuiling moet elke verontreiniging (aarde, mest) vermeden worden om het binnendringen van schadelijke kiemen (schimmels, bacteriën afkomstig van aarde, mest,...) in de silo te beperken. Een te grote besmetting van de pulp door bacteriën afkomstig van grond (*Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium butyricum*,...) of uitwerpselen (*Listeria monocytogenes*,...) veroorzaakt spijsverterings- of zenuwstoornissen bij het vee.

De laadbakken van de vrachtwagens die pulp vervoeren moeten dus gewassen worden, vooral als ze voordien gebruikt werden om bieten of andere vrachten te vervoeren. Bepaalde suikerfabrieken beschikken over een wasinstallatie voor deze laadbakken.

Op het bedrijf moet het materiaal dat gebruikt wordt om de pulp uit te spreiden en aan te drukken permanent op de silo of in een propere omgeving blijven. Het mag niet voor andere taken gebruikt worden of over grond rijden tijdens de volledige aanmaakduur van de silo.

De besmettingsgraad van een silo door vervuiling kan uitgedrukt worden door de verhouding NH_3/N_{tot} . Deze verhouding geeft een idee van het afbraakniveau van de eiwitten (proteolyse-eiwitsplitsing) door de boterzuurflora. Het ammoniakstikstofgehalte moet lager zijn dan 5 tot 7% van de DS. Een oplosbare stikstofgehalte van 20% wijst op een goede bewaring van de stikstofhoudende stoffen.

Notitie 22 Spreid de pulp homogeen uit en druk ze voldoende en homogeen aan ...

De pulp moet homogeen aangedrukt worden door ze over heel de lengte van de silo in op-eenvolgende horizontale lagen van 20-30 cm uit te spreiden, om zo alle luchtzakken uit te drijven (Afbeelding 5). Deze uitspreiding vergemakkelijkt zo nodig de afkoeling en de verdamping als de pulp bij de levering bijzonder warm is. Bovendien verkrijgt men zo een voldoende aandrukdichtheid ($>800 \text{ kg/m}^3$) die homogeen is over de ganse hoogte van de silo.

Het leveringsritme van de pulp is eveneens een element voor het succesvol inkuilen. Een te korte leveringstijd tussen de verschillende vrachtwagens zet de veehouder ertoe aan om snel en zeer ongelijkmatig aan te drukken. De pulp wordt dan in grote pakken tegen elkaar geduwd tot op de gewenste hoogte, door middel van een frontale schep. Het geheel van de silo wordt vervolgens in een keer aangedrukt, door erover heen te rijden alvorens de silo af te sluiten. In dit geval worden alleen de bovenste lagen min of meer correct aangedrukt.

Snel inkuilen door de vrachten direct in de silo te kiepen en tegen elkaar te duwen, om daarna het geheel ruwweg in 1 keer aan te drukken, is niet volgens de inkuilingsregels. Door tijd te willen winnen en zich het werk te willen vergemakkelijken door de pulp niet uit te spreiden, maakt de veehouder een heterogene silo, wat de bewaarmogelijkheden van de perspulp vermindert. Bij een te snelle inkuiling is de pulp bovendien geneigd om de leveringstemperatuur langer te behouden en om vettig te worden als ze in een te hoge silo (Notitie 17) of bovenop een maïssilo (Afbeelding 18) ingekuild werd. Ook de eventuele verdamping zal moeilijker zijn, wat eveneens schadelijk is voor de bewaring (Notitie 26).



Afbeelding 18: Pulp silo direct ingekuuld op een maïssilo. De pulp werd in schuine lagen ingekuuld, door de verschillende leveringen tegen elkaar te duwen zonder ze uit te spreiden. De vorming van vettige pulp, bevordert door de maïssilo, versterkt de instabiliteit van de pulplagen, die verschuiven in functie van de helling van de ingekuilde lagen.

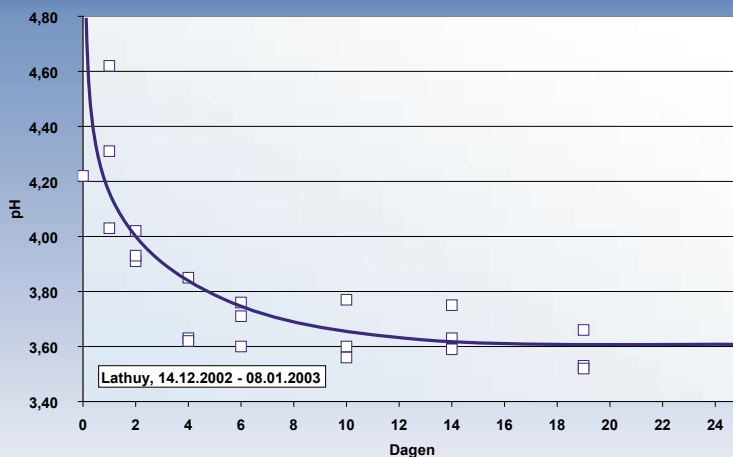
Notitie 23 ... om een anaeroob milieu te creëren en snel een zure pH te bekomen ...

De melkzuurgisting zet de oplosbare suikers in de pulp om in melkzuur. Dit veroorzaakt een snelle verzuring van de pulp (pH-waarde). Deze gisting gebeurt hoofdzakelijk door zogenaamde homofermentaire, mesofiele melkzuurbacteriën (homolactisch). Zij produceren twee melkzuurmoleculen op basis van een glucosemolecule (afkomstig van de saccharose). Deze *Lactobacillus* zijn reeds aanwezig in de pulp die in de fabriek wordt opgeslagen (10^3 tot 10^4 sporen/g DS). In de tijdsspanne van 10 tot 15 u na het persen stijgt de melkzuurflora snel en bereikt 10^7 tot 10^8 sporen/g DS. De pH van de pulp bereikt dan een waarde van ongeveer 4,5. De maximale activiteit van de *Lactobacillus* wordt bereikt na 48 uur en hun populatie bedraagt dan 10^9 sporen/g DS (Notitie 8).

Wanneer de pH daalt tot beneden 4,0 begint de ontwikkeling van aerobe micro-organismen en andere gistingen (schimmels, boterzuurgistingen, coliforme bacteriën...), die schadelijk zijn voor de bewaring, afgeremd te worden.

De pulp ondergaat ook een azijnzuurgisting door heterolactische bacteriën, die een niet verwaarloosbare hoeveelheid azijnzuur produceren. Deze heterofermentaire *Lactobacillus* produceren een melkzuurmolecule op basis van een glucosemolecule, met productie van ethanol, CO_2 of azijnzuur. De activiteit van deze bacteriën wordt geblokkeerd wanneer de pH van de pulp daalt onder de 4,2.

Een optimale pH-waarde ($3,6 \pm 0,2$) wordt bereikt na enkele dagen (Afbeelding 19), in functie van de ontwikkeling van de melkzuurbacteriën. Aan deze pH (en in afwezigheid van lucht) wordt de ontwikkeling van de andere micro-organismen volledig gestopt. Deze verzuring moet zich vervolgens stabiliseren.



Afbeelding19 : Daling van de pH van de pulp tijdens de eerste dagen na de inkuiling. De ideale pH-waarde van 3,6 wordt bereikt na ongeveer 10 dagen en stabiliseert zich daarna (Notitie 23).

Daarom beveelt men aan om een dertigtal dagen te wachten alvorens een perspulp silo te openen.

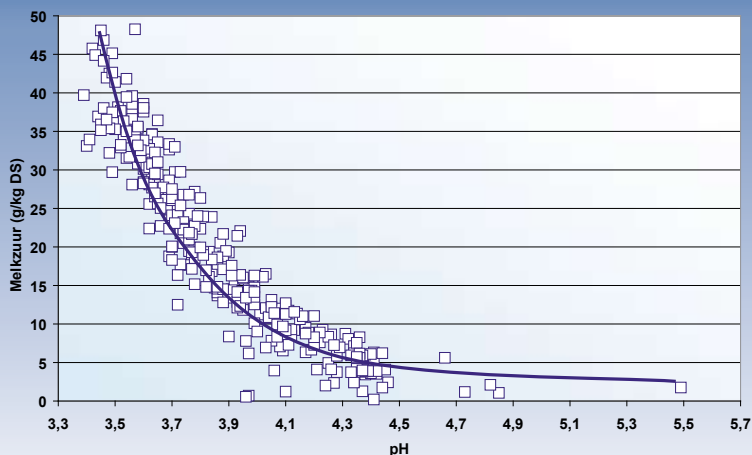
Een pH hoger dan 4,0 en de aanwezigheid van water bevorderen de ontwikkeling van de boterzuurflora. Deze zal de voedingswaarde van de pulp verminderen en, naargelang de omstandigheden, de productie van toxines (cadaverine, putrescine,...) veroorzaken, die de verteerbaarheid van de pulp wijzigen en het metabolisme van het dier verstoren.

Notitie 24 ... door de productie van melkzuur

Er bestaat een rechtstreeks verband tussen het melkzuurgehalte en de pH van ingekuilde pulp (Afbeelding 20). De bereikte hoeveelheid melkzuur is afhankelijk van de hoeveelheid oplosbare suikers in de pulp na het persen (4 tot 6 % van de DS) en van het goede verloop van de melkzuurgisting. Een pH van 3,6 komt overeen met een melkzuurgehalte van 30 g/kg DS. Een silo waarvan de pH hoger blijft dan 4,5 heeft een zeer geringe ontwikkeling van de melkzuurgisting.

Correct ingekuilde perspulp vertoont ook verschillende gehalten aan vluchtige vetzuren (VVZ), die gevormd worden door de melkzuurgisting (Tabel 2). Azijnzuur wordt eveneens geproduceerd (Notitie 23), maar zijn gehalte is over het algemeen lager dan 15 g/kg DS.

Andere organische zuren (boterzuur, ...) zijn het gevolg van schade-lijke gistingen. Zij mogen noch voor, noch na de inkuiling aanwezig zijn in de pulp.



Afbeelding 20 : Correlatie tussen de zuurtegraad (pH) en het melkzuurgehalte in perspulp (enquête KBIVB 2002-2003). Om een pH van 3,6 te bekomen is een melkzuurgehalte van 30 g/kg DS nodig.

Boterzuur is vaak aanwezig wanneer de pH boven 4,2 is gebleven. Boterzuur mag normaal niet aanwezig zijn of aan een gehalte lager dan 2 g/kg DS. Een hogere waarde wijst op de ontwikkeling van (*Clostridium*) bacteriën, die schadelijk zijn voor de bewaring van de pulp, voor de gezondheid van de dieren en voor de kwaliteit van de melk. Deze bacteriën kunnen zich ontwikkelen als de melkzuurgisting niet correct is verlopen.

Tenslotte kan ook propionzuur (< 5 g/kg DS) en iso-boterzuur (< 2 g/kg DS) waargenomen worden.

Barnsteen- en valeriaanzuren komen weinig voor in perspulsilo's.

Notitie 25 Maak de laatste laag gelijk

In een sleufsilos moet de laatste laag in het midden van de silo hoger zijn dan aan de zijkanalen. Op die manier wordt een licht afgeronde bovenkant van de silo bekomen, wat de stagnatie van regenwater op de silo voorkomt.

De laatste laag moet perfect effen gemaakt worden. Door het aandrukken op het einde (met de voeten of met een egaliserende machine) worden holtes en luchtzakken verwijderd en kunnen zich minder schimmels ontwikkelen net onder de afsluitzeilen, vooral als banden gebruikt worden als ballast.

Op het silo-oppervlak kan, vóór het afsluiten, opgelost landbouwsout (3 kg/m²) toegepast worden. Deze behandeling voorkomt in zekere mate de ontwikkeling van schimmels die soms bij het openen van de silo waargenomen worden tussen het plastic zeil en het pulpoppervlak. De zouttoevoeging wijzigt de osmotische druk («wateractiviteit») van de pulp op dit niveau. Hierdoor wordt deze dikwijls aërobe en minder zure zone (pH soms > 5,0) minder gevoelig voor kolonisatie door schimmels. Dank zij deze praktijk zal de pulp aan de buitenkant van de silo ook minder besmet worden bij het openen. Hierdoor zou de globale besmetting van de silo met 50% kunnen verminderen, aangezien de helft van de besmettingen zich aan de buitenkant van de silo bevinden.

Alvorens de silo af te sluiten met zeilen gebruiken sommige veehouders een laag natte pulp of bietenstaartjes om de laatste laag aan te leggen. Als er zich schimmels ontwikkelen in deze laag is het voederverlies economisch minder belangrijk. Deze voeders bevatten soms nog aanzienlijke hoeveelheden water die later, door verdamping, luchtzakken creëren in de contactzones, op plaatsen die dus gevoelig zijn voor de ontwikkeling van schimmels. In dit geval moet men de bietenstaartjes laten uitlekken (1 dag of zo nodig 2 dagen) alvorens ze als laatste laag te gebruiken.

24

25

In een molshoopsilo (Notitie 29) is het aandrukken van de laatste laag wisselvalliger en soms zelfs problematisch. Deze laatste lagen zijn des te meer onderhevig aan degradatie door schimmels naarmate de vereiste aandrukdichtheid niet bereikt werd ($> 800 \text{ kg/m}^3$).

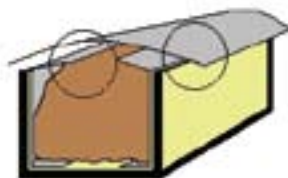
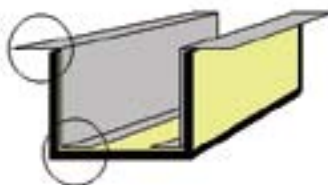
Notitie 26 Sluit de silo correct af

Het afsluiten van een sleufsilo gebeurt door het terugplooien van de vooraf geplaatste zijdelingse zeilen over de bovenkant van de silo (elk zeil over minstens 1 m) en door vervolgens het ganse oppervlak te bedekken met 2 andere plasticen zeilen (Afbeelding 21). Het zeil dat bovenaan komt moet een gebruikt zeil zijn, want deze zijn soepeler en kunnen

beter aangespannen worden. Het gebruikt zeil moet dus als laatste geplaatst worden om beter de oneffenheden van het silo-oppervlak te volgen. Het eerste zeil moet een nieuw zeil zijn, zonder scheuren, noch gaten. Eén enkel

Afbeelding 21 : Om een sleufsilo correct af te sluiten moet men:

1. vóór het inkuilen eerst aan beide kanten van de silo nieuwe zeilen plaatsen. Men moet ervoor zorgen dat de zeilen, zowel aan de onder- als bovenkant van de silo, minstens 1 tot 2 m langer zijn, om waterinfiltratie langs boven of onder te beperken.
2. na inkuiling van de pulp de silo afsluiten door de zeilen aan de zijkant naar binnen te plooien en een derde (nieuw) zeil en een vierde (gebruikt) zeil te plaatsen op het geheel, zodanig dat deze twee zeilen over de silowanden komen.
3. de silo door middel van aarde of stukken rubberen transportbanden perfect water- en luchtdicht maken. Luchtbanden zijn gemakkelijker te plaatsen, maar geven niet altijd een voldoende resultaat.



(nieuw) zeil om de silo af te sluiten volstaat niet om het ontstaan van kleine holtes met overtollige lucht tussen het zeil en de bovenkant van de silo te vermijden. Wanneer men de silo afsluit met slechts één zeil zal men gemakkelijker schimmelhoopjes terugvinden net onder het zeil.

Algemeen wordt aangeraden om de silo de dag van aanmaak af te sluiten. Lichte of normale regen verstoort de aanleg van een silo niet. Als het harder regent mag men zeker niet wachten om een silo af te sluiten. Toch kan perspulp nog grote hoeveelheden waterdamp vrijzetten gedurende de aanleg of de eerste 24 uur volgend op de inkuiling, vooral als de pulp onvolgende uitgespreid werd ([Notitie 22](#)).

In dit geval stelt men vast dat door het afsluiten van de silo uit te stellen met 1 tot 2 dagen de schimmelontwikkeling in de silo, naargelang de weersomstandigheden, afgeremd wordt, meer bepaald in de zone 20-30 cm onder de oppervlakte (Afbeelding 22). De zones waar de schimmels zich ontwikkelen (meestal als het opnamevlak niet snel genoeg vordert) zouden overeenkomen met barsten of scheuren die het gevolg zijn van watercondensatie op het moment van de inkuiling.

De hypothese is dan dat de waterdamp die nog aanwezig is tijdens de inkuiling moet volledig

moet kunnen ontsnappen. Als de silo onmiddellijk wordt afgesloten wordt de waterdamp tegengehouden door de plasticen zeilen en kan ze niet uit de silo ontsnappen. Hierdoor ontstaan

later dunne spleten, waarlangs schimmels kunnen binnendringen. Deze specifieke zones zouden ontstaan door het samenkomen van twee tegenovergestelde temperatuurs- en vochtigheidsfronten, vlak na de inkuiling. Het ene, warme en vochtige front komt uit de silo en het andere, koudere front komt van buiten de silo en dringt de silo langs boven binnen. De waterdamp die ontstaat in de pulp kan niet meer ontsnappen door de plasticen zeilen en zou condenseren op plaatsen waar de twee temperatuursfronten samenkomen.

Als de weersomstandigheden het toelaten en als de pulpsilo veel waterdamp vrijlaat (dit is vaak het geval als de pulp niet uitgespreid maar simpelweg uitgekiept en aangedrukt werd) kan overwogen worden om de silo niet onmiddellijk af te dekken. Als de silo werd beëindigd onder hevige neerslag moet absoluut vermeden worden om het afdekken 12 tot 24 uur uit te stellen. Als de silo 12 tot 24 uur onbedekt blijft onder hevige neerslag wordt de pulp opnieuw vochtig, wordt de aandrukdichtheid aangetast en kan de bewaring van de vochtige pulplaag ernstig in



Afbeelding 22 : De aanwezigheid van een fijne schimmellaag, die zich over het algemeen op 20 tot 30 cm diepte bevindt, zou het resultaat zijn van de condensatie van de overtollige waterdamp die op het moment van de inkuiling nog in de pulp aanwezig is ([Notitie 26](#)).

Naargelang de streek gebruiken bepaalde veehouders enkel een laag aardappelpuree (minstens 15-20 cm), afkomstig van aardappelverwerkingsbedrijven, om hun silo's af te dekken en volledig af te sluiten. Deze laag droogt uit, bewaart gemakkelijk, zet geen geuren vrij en wordt goed gesmaakt door het vee. Ze beperkt de schade door vogels en knaagdieren en vermindert de opwarming van de silo in de zomer. Bij deze methode wordt dus geen gebruik gemaakt van plastieken afdekzeilen. Deze veehouders hebben geen last van schimmelvorming in de laag van 20 tot 30 cm onder het oppervlak of elders. Door de afwezigheid van plastieken afsluitzeilen kan de overtollige waterdamp volledig uit de pulpsilo ontsnappen.

In dezelfde zin gebruiken andere veehouders een laag van bieten- of cichoreistaartjes (> 30 cm) die correct wordt aangedrukt om

hun silo af te werken (Afbeelding 23). Ook zij gebruiken geen enkel afsluitzeil. Deze techniek bevordert de azijnzuurgisting in de laatste pulplaag (bijkomende aanvoer van stoffen die rijk zijn aan oplosbare suikers) en schijnt eveneens de afvoer van overtollige waterdamp uit de pulp te vergemakkelijken. Zulke silo's vertonen geen enkele schimmelontwikkeling. De pulp wordt perfect bewaard en de voedingswaarde van het geheel is uitermate bevredigend.

Nog eenvoudiger zaaien sommige veehouders direct wintergerst op het pulpsilo-oppervlak.

Deze interessante technieken zijn gemakkelijker uit te voeren voor het afsluiten van sleuf-silo's dan voor het volledig bedekken van molsilo's.



Afbeelding 23 : Sommige veehouders gebruiken een laag van bietenstaartjes om hun silo's af te werken en af te sluiten. Ze gebruiken geen enkel afdekzeil. Deze techniek schijnt de afvoer van overtollige waterdamp uit de pulp te vergemakkelijken. Deze met zorg aangedrukte silo's vertonen geen enkele ontwikkeling van schimmels ([Notitie 26](#)).

Notitie 27 Breng een uniforme ballast aan op de bovenkant van de silo

Het afdekzeil van een sleufsilos moet, net zoals die van een molshoopsilo, perfect tegen de oppervlakte van de silo aangebracht worden. De vorming van luchtzakken onder het zeil moet zoveel mogelijk vermeden worden door een uniform ballastsysteem te gebruiken over gans het silo-oppervlak. De ideale ballast bestaat uit riemen van transportbanden. Aan de randen van de silo worden de zeilen vastgehouden door zandzakken.

Gebruikte luchtbanden zijn gemakkelijk in gebruik, maar geven niet altijd het gewenste resultaat. Ze kunnen de vorming van luchtzakken in het midden van de band bevorderen. Het gebruik van oude banden zou bovendien kunnen "aan banden" gelegd worden of zelfs verboden worden, afhankelijk van de recyclageheffingen of regionale wetgevingen. Inkulpingstechnieken waarbij geen afdekzeilen gebruikt worden (Notitie 26) zouden zich dus in de toekomst kunnen ontwikkelen.

Sommige veehouders verzwaren hun silo met aarde waarin wintergerst wordt gezaaid. In de winter kan de bevroren grondlaag dan gemakkelijker in kluiten verwijderd worden.

Notitie 28 Inkuiling in een worstsilos

Sedert 1997 worden in België machines (type ROTOPRESS) gebruikt voor de inkuiling van perspulp en andere veevoeders (zoals maïs, brouwerijdrif, voordrooggras, ...) in enorme plastieken worsten. Per jaar worden ongeveer 10.000 ton perspulp door middel van deze techniek ingekuild. De beschikbare diameters van de worsten bedragen 2,4 en 3 m en maken een inkuiling van 4 tot 6 à 7 ton per m perspulp mogelijk, met een maximale lengte van de worst van 70 m (Afbeelding 6).

Voor zover de worstsilos aangelegd wordt op een gemakkelijk toegankelijke, gebetonnerde of gestabiliseerde ondergrond, biedt deze techniek vele voordelen. Ze laat een kwaliteitsinkuiling toe met optimale bewaaromstandigheden. De voordelen zijn o.a.:

- de werksnelheid (± 100 t ingekuilde pulp/uur),
- de properheid (de pulp komt niet in contact met de grond en wordt niet bevuild door aandrukvoertuigen),
- een zeer goede homogeniteit van het aandrukken,
- een regelmatige afkoeling van de ingekuilde pulpmassa,
- een goede afvoer van overtollige waterdamp alvorens in de worst ingekuild te worden,
- een snelle vordering van het opnamefront bij uitkuiling en
- een betere smakelijkheid van de pulp,...

Deze techniek werd in de jaren 1996 en 1997 getest door het KBIVB en nadien regelmatig opgevolgd. De pulp die in een worstsilos wordt ingekuild heeft een optimale aandrukdichtheid ($> 800 \text{ kg/m}^3$), pH ($\pm 3,6$) en melkzuurge-

27

28

halte (> 30 g/kg DS) (Afbeeldingen 24 tot 26). Het besmettingsgevaar door boterzuurflora blijft zeer beperkt. Normaal moet er geen beschimmelde pulp verwijderd worden.

Door een loonwerker uitgevoerd is deze techniek ideaal voor veehouders die niet over voldoende inkuilingsinfrastructuur beschikken om op een correcte manier perspulp in te kuilen. Deze techniek is perfect geschikt voor zomersilo's of voor bedrijven die weinig pulp gebruiken voor hun vee (varkens, schapen, ...).

Deze minder frequent gebruikte techniek garandeert een goede bewaarkwaliteit van de perspulp. Naast de relatief hoge kost van deze techniek moet men ook rekening houden met de tijdswinst, de kwaliteit en de smakelijkheid

Notitie 29 Inkuiling in een molshoopsilo

De inkuiling in een molshoopsilo (zonder zijwanden) wordt in België nog veel toegepast. Deze techniek vereist geen bijzondere infrastructuur en is gemakkelijk te realiseren. In deze silo's kan de pulp goed bewaard worden mits ze uitgespreid en correct aangedrukt wordt in regelmatige lagen tot bovenaan de silo (Afbeelding 7)!

Een molshoopsilo die aangelegd werd door de pulpladingen simpelweg tegen elkaar te kiepen en het geheel daarna oppervlakkig aan te drukken, voldoet niet aan de inkuilingsregels.

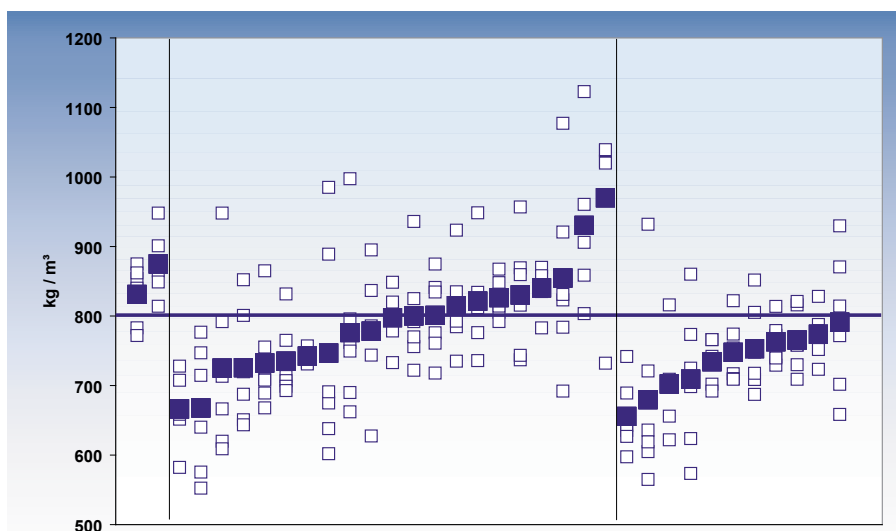
Inkuiling in een molshoopsilo wordt dikwijls gekenmerkt door een ongelijkmatige en onvoldoende aandrukking (< 800 kg/m³), vooral in de bovenste lagen. Deze elementen bevorderen de aanwezigheid van overtollige lucht en de ontwikkeling van schimmels. Ook de zuurtegraad en het melkzuurgehalte zijn dikwijls onvoldoende (Afbeeldingen 24 tot 26). Het gelijkmatig afdekken en verzwaren van de zeilen is moeilijker. Dikwijls zijn de laatste pulplagen niet genoeg aangedrukt (< 500 kg/m³). Deze lagen worden snel gekoloniseerd door schimmels en moeten dan verwijderd worden.

Om de verliezen in de laatste lagen te beperken werken sommige veehouders hun molshoopsilo af met een laag bietenstaartjes (zo nodig uitgelekt) of natte pulp. Deze laag moet echter voldoende aangedrukt worden om de ontwikkeling van schimmels te beperken.

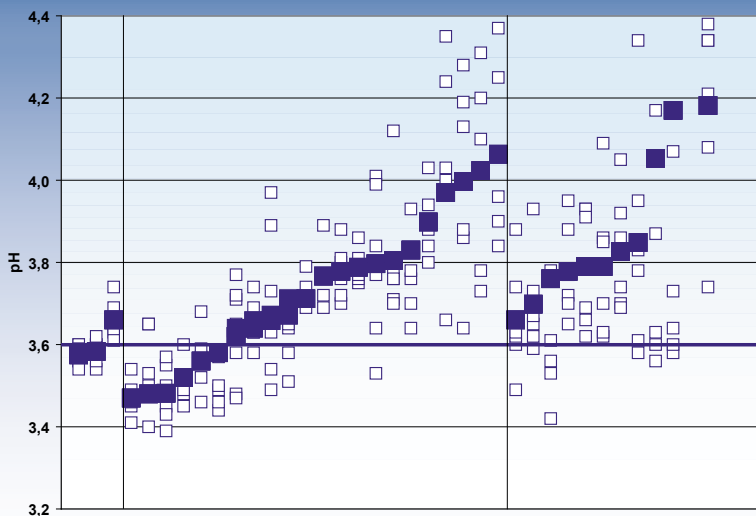
Ten opzichte van inkuiling in een sleufsilo of worstsilo is de techniek van de molshoopsilo minder duur, maar ze geeft minder garanties voor een optimale bewaring en meer risico's voor voeder verliezen.

Bij een rondvraag van het KBIVB in 2002 en 2003 over ongeveer 35, ogenschijnlijk correct aangelegde silo's werd vastgesteld dat de pulp in molshoopsilo's bijna nooit de verwachte waarden voor aandrukdichtheid, pH en melkzuurgehalte, zoals in tabel 2 voorgesteld, bereikte. Zoals voorgesteld in afbeeldingen 24, 25 en 26 bleken de aandrukdichtheid, de pH

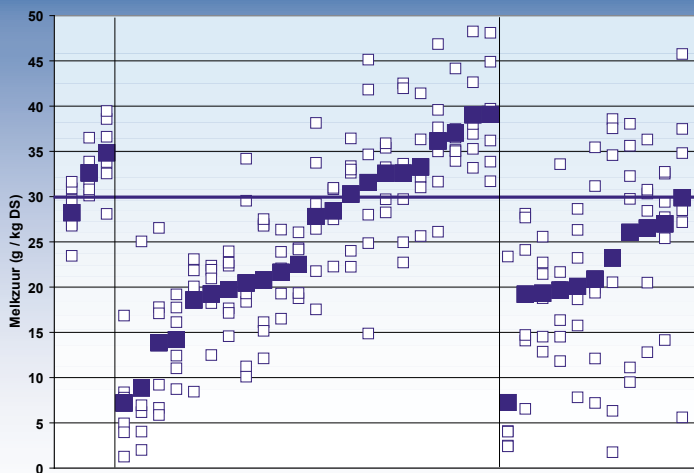
en het melkzuurgehalte (opgemeten op 6 plaatsen per silo) bijna systematisch onvoldoende en zeer heterogeen voor 11 molshoopsilo's, waren de waarden wisselend doch meestal voldoende voor 21 – 22 sleufsilo's en waren de waarden optimaal en zeer homogeen in de 2 tot 3 waargenomen worstsilo's.



Afbeelding 24: Aandrukdichtheid (kg/m^3) (6 metingen/silo) en gemiddelde dichtheid in 2 worstsilo's, 21 sleufsilo's en 11 molshoopsilo's. De optimale aandrukdichtheid bedraagt minstens 800 kg/m^3 (enquête KBIVB 2002-2003).



Afbeelding 25 : Zuurtegraad (6 metingen/silo) en gemiddelde pH in 3 worstsilo's, 22 sleufsilo's en 11 molshoopsilo's. De optimale zuurtegraad bedraagt $3,6 \pm 0,2$ (enquête KBIVB 2002-2003)



Afbeelding 26 : Melkzuurgehalte (g/kg DS) (6 metingen/silo) en gemiddelde waarde in 3 worstsilo's, 22 sleufsilo's en 11 molshoopsilo's. Het optimale melkzuurgehalte bedraagt minstens 30 g/kg DS (enquête KBIVB 2002-2003).

Notitie 30 Drogestofverliezen

Bij het uitkuilen van een perspulsilo kan een lichte daling van het drogestofgehalte waargenomen worden. Deze bedraagt gewoonlijk 0,5 tot 1 punt ten opzichte van de waarde bij levering, hetzij een gemiddeld verlies van maximaal 1 tot 2%, te wijten aan de gisting. Deze verliezen verschillen van silo tot silo en van plaats tot plaats in de silo, maar algemeen stellen we voor silo's met een correcte gisting een kleiner verlies van droge stof ($< 1\%$) vast in silo's waar het drogestofgehalte in het begin groter was ($> 25\%$).

De melkzuurgisting splitst de nog aanwezige saccharose in de pulp in zijn onderdelen glucose en fructose. De glucose wordt vervolgens omgezet in melkzuur. Deze chemische omzetting heeft geen enkel verlies van droge stof tot gevolg. Niet-melkzure gistingen (of heterolactische gistingen) kunnen ook saccharose splitsen in glucose, die vervolgens wordt omgezet in melkzuur en ethanol. De productie van ethanol, een vluchtige stof, gaat gepaard met een drogestofverlies (24% volgens de chemische omzettingsformule). Andere gistingen breken de fructose af in melkzuur, azijnzuur (vluchtige stof) en mannitol. Deze gisting komt volgens de chemische omzettingsformule overeen met een drogestofverlies van 4,8%. Wanneer zich in een pulpsilo verschillende gistingen, melkzure en niet-melkzure voordoen kan men een duidelijk drogestofverlies waarnemen tengevolge van de vervluchtiging van een deel van deze componenten tijdens de meting in de oven. Naarmate er meer niet-melkzure gistingen plaatsgevonden hebben zijn er meer vluchtige componenten (ethanol en vluchtige vetzuren - VVZ: azijnzuur, boterzuur, iso-boterzuur, propionzuur, enz.) aanwezig.

Het meten van het drogestofgehalte van een perspulsilo na een lange bewaartijd geeft niet noodzakelijk een goede schatting van het drogestofgehalte bij levering. Een ontoereikend drogestofgehalte bij het uitkuilen kan wijzen op een onvoldoende drogestofgehalte

in het begin, maar kan ook wijzen op een hoge productie van vluchtige stoffen als gevolg van een onvoldoende melkzuurgisting en dus te veel afbraak door andere gistingen.

De enzymatische hydrolyse van de polysacchariden die de celwand vormen produceert hoofdzakelijk glucose (uit de cellulose), glucose, xylose en arabinose (uit de hemicelluloses) en galactose, galacturonzuur en arabinose (uit de pectine). "Vettige pulp" is hoofdzakelijk het resultaat van de afbraak (thermisch, chemisch of enzymatisch) van de opeenvolgende galacturonzuurketens ([Notitie 17](#)) en niet van een hydrolyse die vluchtige stoffen produceert. "Vettige pulp" heeft dus over het algemeen een drogestofgehalte dat dicht bij de waarde ligt die bij de levering gemeten werd.

[illegible][illegible]



Het oordeelkundig gebruik van perspulp

Guy LEGRAND



Koninklijk Belgisch Instituut tot
Verbetering van de Biet (KBIVB v.z.w.),
Molenstraat, 45,
B-3300 Tienen, België
Tel. : +32 (0) 16 78 19 40
E-mail : kbivb@kbivb.be
Website : www.kbivb.be

Verschenen in de reeks: Technische Gidsen van het KBIVB

- Rhizomanie herkennen in het veld (1997)
- Bladziekten van de biet herkennen in het veld (1998)
- Code voor goede rooi- en laadpraktijken bij de oogst van suikerbieten (1999)
- Stikstofbemesting in suikerbieten (2000)
- Herkennen van onkruiden in suikerbietenvelden (2001)
- Ziekten en plagen in de Belgische suikerbietenteelt (2002)
- Ploegloze teelttechnieken in de suikerbietenteelt (2004)
- Het oordeelkundig gebruik van perspulp (2005)

Verschenen in de reeks: Technische Fiches van het KBIVB

- Voornaamste regels voor het inkuilen van perspulp (1999)
- De verbetering van de oogstkwiteit van de suikerbiet (2000)
- FAR-Memo: voor een optimale onkruidbestrijding in de suikerbiet (2003)

Verschenen in de reeks: Technische Gidsen van het LCBC

- Code voor Goede Teeltpraktijken voor de industriële cichoreiteelt (2003)

De volledige tekst van de Technische Gidsen en Technische Fiches zijn beschikbaar op de website van het KBIVB: www.kbivb.be

Publicatie medegefinancierd door het Programma Voorlichting Biet Cichorei,
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (ABKL - Afdeling Voorlichting).

