

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 528

Inkuilen van eendenkroos als veevoer met verschillende additieven

Oktober 2011



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR



Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2011

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

Ferment duckweed as silage is a cheap and sustainable alternative for drying. Without an additive, no satisfying preservation result was reached. Molasses gave a good preservation result and is relatively cheap and practical. Common methods of forage ensiling are not suitable for duckweed as they have too little product structure to facilitate wrapping. The use of an airtight container or silo may lead to good preservation results, and prevent losses.

Keywords

Duckweed, fermentation, ensiling, preservation, feed, composition, feeding value, digestibility, nutrients

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

I.E Hoving
H.A. van Schooten
G. Holshof
K.M. van Houwelingen
W. van de Geest (K&G Advies)

Titel

Inkuilen van eendenkroos als veevoer met verschillende additieven

Rapport 528

Samenvatting

Voor de verwerking van kroos als veevoer is inkuilen van kroos een goedkoop en duurzaam alternatief voor drogen. Inkuilen slaagt echter alleen bij toevoeging van additieven. Daarbij gaf melasse een goed resultaat en is relatief goedkoop en praktisch. Gezien de geringe structuur van kroos zijn gangbare methoden voor inkuilen van ruwvoer niet bruikbaar. Gebruik van luchtdicht af te sluiten containers of silo's kan een goed conserveringsresultaat geven en voorkomt verliezen.

Trefwoorden

Kroos, fermentatie, inkuilen, conservering, veevoer, samenstelling, voederwaarde, verteerbaarheid, nutriënten

Rapport 528

Inkuilen van eendenkroos als veevoer met
verschillende additieven

Ensiling Duckweed for feed with different
additives

Oktober 2011

Voorwoord

Eendenkroos is eiwitrijk en goed verteerbaar en vanuit dat oogpunt interessant als veevoer. In een pilot, uitgevoerd in 2007 door Wageningen UR Livestock Research en melkveehouders Rik de Vor en Wim van de Geest (Holshof, 2009), werd kroos uit oppervlaktewater geoogst en tot brok geperst. Dit experiment toonde aan dat kroos prima tot mengvoer is te verwerken en melkkoeien dit goed vreten. Als goedkoper alternatief voor het produceren van mengvoer is onderzocht of kroos te fermenteren is door het in te kuilen. De resultaten staan in dit rapport beschreven. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Wim van de Geest in opdracht van provincie Utrecht. Het waterschap Vallei & Eem heeft geparticipeerd in het onderzoek door de oogst van eendenkroos te organiseren en te financieren.

Door dit onderzoek is een belangrijke stap verder gezet in het concretiseren van het verwerken van kroos uit oppervlaktewater tot veevoer. Hopelijk helpen de resultaten bij het daadwerkelijk verwezenlijken hiervan.

Dr.ir. B.G. Meerburg
Afdelingshoofd Milieu, Wageningen UR Livestock Research

Samenvatting

In 2007 is met een pilot aangetoond dat kroos uit oppervlaktewater verwerkt kan worden tot mengvoerbrok (Holshof et. al, 2009). Daarmee is kroos geen afvalstof, maar een grondstof. Door de meerwaarde wordt het oogsten van kroos betaalbaar en bovendien komt dit de waterkwaliteit ten goede. Een vereiste voor het produceren van mengvoer is dat kroos gedroogd wordt, maar dat kost veel energie omdat kroos relatief nat is. Als goedkoper alternatief is onderzocht of kroos te fermenteren is door het in te kuilen. Conservering van kroos is van belang vanuit het oogpunt van voorraadvorming en kwaliteitscontrole.

Ervaringen met het fermenteren van kroos zijn niet bekend en er werd geen informatie in de literatuur gevonden. Kroos heeft een hoog vochtgehalte en een laag suikergehalte. Daarom is onderzocht wat het effect is van het verlagen van het vochtgehalte en van het toevoegen van zure en of suikerrijke producten. De waarnemingen waren gericht op het vaststellen van 1) het conserveringsresultaat, 2) de samenstelling en voederwaarde, 3) de conserveringsverliezen, 4) de nutriëntenverliezen, 5) de aanwezigheid van ziektekiemen en 6) het gehalte aan zware metalen en dioxinen. Het onderzoek is uitgevoerd op experimentele schaal met proefsilo's (statistisch betrouwbaar) en op praktijkschaal voornamelijk gericht op de techniek van inkuilen. De gebruikte additieven waren zuur, melasse (met en zonder inoculant), droge pulp en geconserveerde snijmaïs.

De inkuilresultaten waren alleen goed bij het toevoegen van de suikerrijke producten melasse en droge pulp. Blijkbaar waren er voldoende melkzuurbacteriën aanwezig om de suikers om te zetten in melkzuur, omdat inoculant niet of nauwelijks toegevoegde waarde had. De additieven zuur en snijmaïs hadden respectievelijk een zeer slecht en een matig resultaat, waarschijnlijk omdat de concentraties te laag waren. Persen van het verse kroos had slechts een beperkte verhoging van het droge stofgehalte tot gevolg. Bij gebrek aan regressieformules voor eendenkroos is de voederwaarde berekend op basis van gras voor verse kroos en op basis van graskuil voor ingekuilde kroos. De voederwaarde is dus slechts indicatief, zeker voor de mengkuilen van kroos met pulp en snijmaïs. Daarbij was de samenstelling en voederwaarde erg afhankelijk van het geoogste kroos. Zo werden grote verschillen tussen het eiwitgehalte van de eerste en de tweede oogst gevonden. Verliezen door effluent van persen en inkuilen beïnvloedde het conserveringsresultaat negatief, hoewel het totale verlies van nutriënten relatief klein was. De veiligheidsnormen voor zowel zware metalen als dioxinen werden niet overschreden. Ook zijn geen ziektekiemen gevonden bij een geslaagde conservering.

Kroos (al of niet met toevoegingen) is door de geringe structuur niet te persen en te wikkelen tot een ronde baal, bekend van het inkuilen van gras. Door toevoeging van zuur en melasse werd de structuur bovendien nog aanmerkelijk geringer. Gebruik van big bags biedt uitkomst om het product bij elkaar te houden en om vervolgens in folie te kunnen wikkelen, maar het beperkt de inhoud per baal en vergroot de kosten. Gezien de geringe structuur, het hoge vochtgehalte en grote risico's op verliezen, denken we dat inkuilen van kroos in luchtdicht af te sluiten containers of silo's veel perspectief biedt. Een proef met zogenaamde zuurkoolvaatjes gaf een bijzonder goed conserveringsresultaat.

Zonder additief wordt geen goed conserveringsresultaat bereikt. Alleen de suikerrijke producten melasse en droge pulp gaven een goed tot zeer goed conserveringsresultaat. Daarbij is melasse relatief goedkoop en praktisch. Persen gaf slechts een beperkte verhoging van het droge stofpercentage. Gangbare methoden voor inkuilen van ruwvoer zijn niet geschikt voor inkuilen van kroos door te weinig structuur van het product om het samen te persen en te wikkelen. Daarbij ontstaan gemakkelijk perssapverliezen. Gebruik van een luchtdicht af te sluiten container of silo kan een goed conserveringsresultaat geven en voorkomt verliezen.

Summary

In 2007, a pilot was held that demonstrated that duckweed from surface water can be processed into pellets (Holshof et. Al, 2009). Thus, duckweed is not waste but a resource. Harvesting of duckweed is affordable and the water quality will benefit from it. A requirement to produce compound feed is that dried duckweed should be used, but this costs relatively much energy as duckweed is relatively wet. As cheaper alternative may be to ferment duckweed as silage. Preservation of duckweed is in fact important in terms of stockpiling and quality control.

No previous experiences duckweed fermentation were found in the scientific literature. Duckweed has a high moisture content and low sugar content. Therefore, the effect was examined of reducing moisture content and addition of acid and/or sugary products. The observations aimed to determine: 1) the conservation outcome, 2) the composition and feeding value, 3) the conservation losses, 4) the loss of nutrients, 5) the occurrence of pathogens and 6) the content of heavy metals and dioxins. The study was conducted on both an experimental pilot scale in silos (statistically reliable) and on a practical scale focusing on the technique of ensiling. The additives used were acids, molasses (with and without inoculant), dry pulp and preserved maize.

The preservation results were only good when sugar-rich products such as molasses and dry pulp were added. Apparently, there were enough lactic acid bacteria available to transform the sugars into lactic acid, as inoculant little or no added value. The additives acids and silage had a very poor and moderate result respectively, probably because the concentrations were too low. Pressing of fresh duckweed only limitedly increased the dry matter contents.

As regression formulas for duckweed were not available, its nutritional value was calculated based on grass for fresh duckweed, and based on grass silage for ensiled duckweed. Feed values are only indicative, especially for the mixing pits of duckweed with pulp and maize. The nutritional value and composition was strongly dependent on the condition of the harvested duckweed. Large differences in protein content between the first and second harvest were found. Losses from pressing (effluent) and affected the preservation negatively although the total loss of nutrients was relatively small. Precaution standards for both heavy metals and dioxins were not exceeded. Similarly, no pathogens were found after successful conservation.

Due to its structure, duckweed (either with or without additives) is difficult to wrap in a round bale which are typical for grass silage. By adding acid and molasses, the structure became even less. Use of big bags can help to keep the product together, after which they can be wrapped into foil. However, this limits the content and will increase production cost. Due to its structure, high humidity and high high risks of losses, we think that ensiling duckweed in airtight containers or in silos may offer perspective. A test with so-called sauerkraut barrels gave a very good preservation result.

Without an additive, no satisfying preservation result was reached. Only the sugar-rich products molasses and dry pulp gave good to very good preservation results. Moreover, molasses are relatively cheap and practical. Pressing of fresh duckweed gave only a limited increase in the dry matter percentage. Common methods of forage ensilaging are not suitable for duckweed as they have too little product structure to facilitate wrapping. Moreover, effluent from pressing is formed easily. The use of an airtight container or silo may lead to good preservation results, and prevent losses.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Achtergronden inkuilen.....	3
	2.1.1 Conserveringsproces	3
	2.1.2 Beoordeling conservering	3
	2.1.3 Additieven	4
	2.1.4 Effect op ziektekiemen.....	4
3	Materiaal en methode	5
	3.1 Proefopzet	5
	3.2 Uitvoering	6
	3.2.1 Oogst en transport	6
	3.2.2 Persen.....	7
	3.2.3 Fermentatie	7
	3.3 Waarnemingen.....	9
	3.3.1 Proefsilos	9
	3.3.2 Praktijkproef	9
	3.3.3 Natte scheidingsfractie	10
	3.3.4 Contaminanten.....	10
	3.4 Statistische analyse	10
4	Resultaten.....	11
	4.1 Oogst.....	11
	4.2 Proefschaal	11
	4.2.1 Uitgangsmateriaal	11
	4.2.2 Inkuilen.....	12
	4.2.3 Conservering.....	12
	4.2.4 Conserveringsverliezen	14
	4.2.5 Samenstelling en voederwaarde	15
	4.3 Praktijkschaal	16
	4.3.1 Uitgangsmateriaal	16
	4.3.2 Inkuilen.....	17
	4.3.3 Conservering.....	18
	4.3.4 Samenstelling en voederwaarde	18
	4.4 Nutriëntenverliezen effluent persen en inkuilen.....	19
	4.5 Ziektekiemen	19
	4.6 Zware metalen en dioxinen	20
5	Discussie	21
6	Conclusies.....	23
7	Aanbevelingen praktijk.....	25
	Literatuur	27

Bijlagen

Bijlage 1 Conserveringsresultaten per behandeling uit het onderzoek op proefschaal

Bijlage 2 Samenstelling en voederwaarde per behandeling uit het onderzoek op proefschaal

1 Inleiding

In 2007 is een pilot uitgevoerd (Holshof et al, 2009), waarbij eendenkroos verwerkt is als eiwitrijke grondstof voor mengvoer voor melkvee. Dit initiatief werd enerzijds ingegeven vanuit de behoefte aan goedkope alternatieve eiwitbronnen voor de productie van veevoer en anderzijds vanuit de behoefte aan effectieve maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren. Op natuurlijke wateren wordt eendenkroos namelijk als hinderlijk ervaren op het moment dat het door excessieve groei het wateroppervlak afsluit en het watermilieu voor flora en fauna verstikt. Bovendien veroorzaakt rottend kroos nabij bewoning stankoverlast. Waterschappen zijn daardoor soms genoodzaakt om kroos te oogsten. Dit gaat echter gepaard met hoge kosten, o.a. omdat het geogoste materiaal als afval wordt afgevoerd. Met de pilot hebben we laten zien dat verwerking van kroos tot veevoer mogelijk is. De meerwaarde die hiermee wordt gerealiseerd kan de kosten voor het oogsten van kroos compenseren, waardoor overlast van kroos tijdig beperkt kan worden. Belangrijke voorwaarde is wel dat het kroos gegarandeerd veilig is om te voeren en dat de kosten voor verwerking laag gehouden worden.

Voor de productie van mengvoer is het drogen van kroos vereist. Omdat het product zeer nat is, vraagt het drogen relatief veel energie. Dit brengt hoge kosten met zich mee, dat economisch alleen verantwoord is bij een gegarandeerd goede kwaliteit. Daarvoor moet het product bovenal een hoog eiwitgehalte hebben van tenminste 30% in de droge stof. Aangezien de kwaliteit van kroos uit oppervlaktewater sterk kan variëren, is een goedkoper alternatief voor drogen gewenst. Daarbij wordt kroos ad hoc in relatief kleine partijen van ongeveer 10 kuub per locatie (één of meerdere sloten) geogost, wat te gering is voor industriële verwerking, maar te veel om plots vers in een veevoerrantsoen in te passen. Een vorm van conservering is dus gewenst vanuit het perspectief van voorraadvorming en het controleren van de voederwaarde en veiligheid van het product. Kroos is een product met enig risico door mogelijke verontreiniging met contaminanten uit het oppervlaktewater. Het gaat hierbij vooral om zware metalen en ziekteverwekkers, bijvoorbeeld e-coli of botulisme. Bij een gecontroleerde waterkwaliteit is het risico op zware metalen uit te sluiten. Ziekteverwekkers overleven waarschijnlijk niet bij een geslaagde conservering. Kroos dat niet aan de gewenste kwaliteit voldoet, kan nog wel tot meerwaarde worden gebracht door het te vergisten voor het opwekken van energie.

Als goedkoper en duurzamer alternatief voor het drogen van kroos hebben we onderzocht of kroos gefermenteerd kan worden door het in te kuilen. De resultaten van het onderzoek zijn in dit rapport beschreven. Ervaringen met het fermenteren van kroos zijn niet bekend en er werd geen informatie in de literatuur gevonden.

Aangezien kroos een hoog vochtgehalte en een laag suikergehalte heeft, was de verwachting dat het conserveren alleen slaagt met toevoeging van zure of suikerrijke producten. Daarom hebben we ons in het onderzoek gericht op het effect van verschillende additieven op de conservering, de verteerbaarheid en de voederwaarde. Ook is bekeken of met persen het vochtgehalte van het in te kuilen product verlaagd kan worden. De opzet en uitvoering van het experiment hebben we zo dicht mogelijk laten aansluiten bij de praktijk, waardoor de uitkomsten direct bruikbaar zijn voor waterbeheerders en de veehouderijsector.

2 Achtergronden inkuilen

2.1.1 Conserveringsproces

In de veehouderij is het gebruikelijk om (ruw)voeders te conserveren door ze in te kuilen. Het inkuilproces is gebaseerd op verzuring van het product door melkzuurbacteriën. Voor een geslaagd inkuilproces is het van belang dat deze zich volop kunnen ontwikkelen. Melkzuurbacteriën zijn anaerobe bacteriën, dus lucht is daarbij ongewenst. Melkzuurbacteriën gebruiken suikers om te groeien en een voldoende hoge concentratie is daarom belangrijk. Voordrogen verhoogt de concentratie in het product. In de praktijk worden optimale leefomstandigheden voor de melkzuurbacterie verkregen door ruwvoeders voor te drogen, de kuil goed aan te rijden en daarna snel luchtdicht te verpakken. De melkzuurbacteriën gaan vervolgens groeien, waarbij ze de aanwezige suikers gebruiken als voedingsstof. Door de bacteriegroei verzuurt de kuil, als gevolg van melkzuurvorming. Dit veroorzaakt een dalende pH en remt de groei van ongewenste organismen, zoals boterzuur- en rottingsbacteriën. Deze kunnen andere fermentatieproducten produceren zoals azijnzuur, boterzuur, propionzuur, ethanol en ammoniak. De vorming van deze overige fermentatieproducten gaat gepaard met meer energieverliezen dan de vorming van melkzuur. Naarmate het gehalte aan deze overig fermentatieproducten hoger is, is het gehalte aan melkzuur lager en slaagt de conservering minder goed of kan zelfs mislukken. Wanneer de omgeving voldoende verzuurt door melkzuurvorming, neemt ook de activiteit van melkzuurbacteriën af. Op een gegeven moment ontstaat een evenwichtssituatie waarbij de pH constant blijft en bacteriën in de kuil niet meer actief zijn. De kuil is dan stabiel. In het algemeen duurt dit conserveringsproces 3 tot 6 weken.

2.1.2 Beoordeling conservering

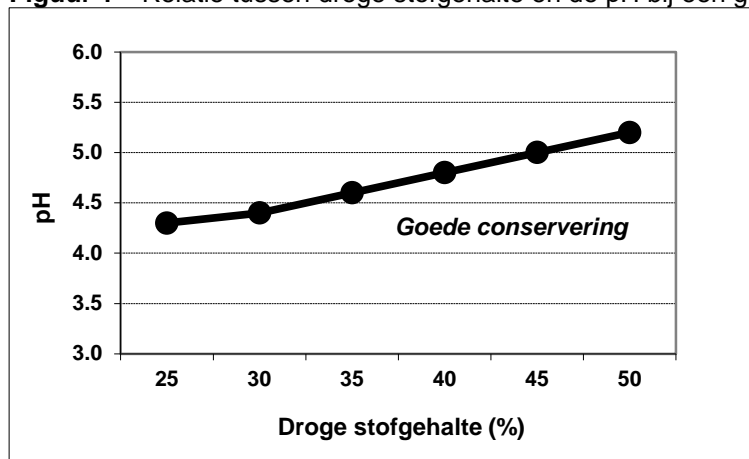
De belangrijkste criteria voor de beoordeling van de conservering in de praktijk zijn de NH_3 -fractie en pH. Daarnaast geven ook het boterzuurgehalte en het aantal sporen van boterzuurbacteriën inzicht in het verloop van de conservering. Laatst genoemde gehalte is in dit onderzoek niet bepaald.

De ammoniakfractie (NH_3) is een goede maatstaf voor de beoordeling van de conservering. Het geeft aan welk deel van het stikstof in ruw eiwit is omgezet in ammonium-stikstof. Dus hoe hoger de NH_3 -fractie, hoe slechter de conservering is verlopen. In tabel 1 staat hoe de hoogte van de NH_3 -fractie zich verhoudt tot de kwaliteit van de kuil.

Tabel 1 Relatie ammoniakfractie (NH_3) en kuilkwaliteit

NH_3 -fractie	Kuilkwaliteit
<5	zeer goed
5 t/m 8	goed
9 t/m 15	matig
16 t/m 20	slecht
>20	zeer slecht

In de praktijk wordt naast de ammoniakfractie de pH gebruikt als maatstaf voor de beoordeling van de conservering van kuilen. De pH van een stabiele kuil is afhankelijk van het droge stofgehalte. Naarmate het droge stofgehalte hoger is, is de kuil sneller stabiel, omdat de bacteriën bij een hogere pH worden geremd.

Figuur 1 Relatie tussen droge stofgehalte en de pH bij een geslaagde conservering

Boterzuur is ongewenst in een kuil. De vorming ervan gaat gepaard met veel energieverliezen en er kunnen veel sporen van boterzuurbacteriën aanwezig zijn. Deze sporen kunnen in de melkveehouderij problemen geven bij de kaasproductie uit melk van koeien die gevoerd zijn met sterk besmet kuilvoer. Bij de beoordeling van het gehalte aan boterzuur worden drie klassen onderscheiden:

- Goed : 0,0 – 0,2%
- Matig : 0,2 - 0,5%
- Slecht : >0,5%

2.1.3 Additieven

Het inkuilproces kan worden beïnvloed door toepassing van een additief. Er zijn diverse additieven die volgens verschillende principes werken:

- Verlagen van de pH. Door toevoeging van een zuur verlaagt de pH en hoeven melkzuurbacteriën minder zuur te vormen om een voldoende lage pH te bereiken voor een stabiele kuil.
- Verhogen suikergehalte. Door suikers toe te voegen is meer voeding beschikbaar voor melkzuurbacteriën om voldoende melkzuur te vormen.
- Gewenste bacteriepopulatie aanvullen. Er zijn vele soorten inoculanten op de markt. Doel is om de natuurlijk populatie aan melkzuurbacteriën aan te vullen met goede melkzuurbacteriën. Soms voegt men ook enzymen toe om suikers vrij te maken uit onoplosbare koolhydraten.
- Verhogen osmotische druk. Door zouten toe te voegen verhoogt de osmotische druk, waardoor de bacteriegroei wordt geremd.

2.1.4 Effect op ziektekiemen

In hoeverre bacteriën overleven in kuilen hangt af van of ze pH-gevoelig zijn en of het sporenvormers zijn. *E.coli* en *Salmonella* zijn pH-gevoelig en geen sporenvormers. De verwachting is dan ook dat deze bacteriën bij een goed geslaagde conservering niet blijven leven. *Clostridium botulinum* (botulisme) is een sporenvormende bacterie die alleen overleeft onder anaerobe omstandigheden. De sporen kunnen wel in een kuil overleven. Wanneer de pH laag genoeg is (<4,6) groeit de bacterie echter niet. De para tbc-bacterie (*Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*) heeft een stevige waslaag, waardoor deze heel lang (meer dan een jaar) kan overleven in bijvoorbeeld kuilgras, mest, water en grond. Onder invloed van UV-straling (zonlicht) gaat de bacterie snel dood.

3 Materiaal en methode

3.1 Proefopzet

In het onderzoek naar de fermenteerbaarheid van kroos hebben we het vochtgehalte gevarieerd. Bovendien zijn verschillende mengsels met gangbare voeders en inkuiladditieven getest om de beperking van het hoge vochtgehalte en het lage suikergehalte te compenseren. Het onderzoek is uitgevoerd op experimentele schaal met proefsilo's en op praktijkschaal (persen van ronde balen) met de meest kansrijke mengsels uit het experimentele onderdeel. In tabel 2 zijn de behandelingen per schaalniveau en de gebruikte additieven nader gespecificeerd.

Tabel 2 Behandelingen en gebruikte additieven fermentatieonderzoek kroos per schaalniveau

Schaalniveau	Vochtgehalte	Additieven
Proefsilo's	1. Vers product 2. Geperst	1. Blanco
		2. Zuur
		3. Melasse
		4. Inoculant
		5. Melasse + Inoculant
		6. Droge pulp
		7. Snijmaïs
Praktijkschaal	2. Vers product	1. Blanco 2. Droge pulp 3. Snijmaïs

Het experiment met de proefsilo's werd in drievoud uitgevoerd om de resultaten statistisch betrouwbaar te kunnen analyseren. De praktijkproef was voornamelijk bedoeld om ervaring op te doen met het verwerken van grotere hoeveelheden en was dus meer gericht op de techniek van het inkuilen dan op het testen van de fermenteerbaarheid.

Hieronder worden de gebruikte additieven verder toegelicht:

1. Blanco: geen additief (negatieve controle).
2. Zuur: oorspronkelijk was gekozen voor mierenzuur. Bij de aanleg van de proef bleek dit door omstandigheden niet beschikbaar. Er is toen gekozen voor een zurenmengsel op basis van propionzuur (37%) plus natriumpropionaat (11%) en natriumbenzoaat (14%) (Kofa[®] Grain pH5).
3. Melasse: heeft een droge stofgehalte van 73% en bevat 45% suiker. Extra toevoeging van suiker, zodat melkzuurbacteriën voldoende melkzuur kunnen vormen.
4. Inoculant: er zijn vele soorten inoculanten op de markt. Doel is om de natuurlijke populatie aan melkzuurbacteriën aan te vullen met goede melkzuurbacteriën. Soms worden ook enzymen toegevoegd om suikers vrij te maken uit onoplosbare koolhydraten. In dit onderzoek is het middel Sill-All 4x4 toegepast.
5. Melasse + inoculant: aanvullen van tekort aan zowel suiker als melkzuurbacteriën (zie punten 3 en 4).
6. Droge pulp: is een gangbaar energierijk product met een droge stofgehalte van 91% en bevat 15% suiker. Toevoeging van dit product verhoogt zowel het droge stofgehalte als het suikergehalte.
7. Snijmaïs (geconserveerd, 32% droge stof): gangbaar energierijk ruwvoer dat vanuit rantsoenooipunt goed past naast het eiwitrijke eendenkroos. Toevoeging van dit product verhoogt het droge stofgehalte en verlaagt de pH.

In tabel 3 staan de toevoegmiddelen en de gebruikte dosering van de proefsilo-proef.

Tabel 3 Behandelingen proefsilo-proef

Persbehandeling	Toevoeging	Dosering (g/kg)
Ongeperst	Geen	-
Ongeperst	Droge pulp	350
Ongeperst	Melasse	76
Ongeperst	Inoculant	0,5
Ongeperst	Melasse+inoculant	76+0,5
Ongeperst	Snijmais	1000
Ongeperst	Zuur	10
Geperst	Geen	-
Geperst	Droge pulp	250
Geperst	Melasse	76
Geperst	Inoculant	0,5
Geperst	Melasse+ inoculant	76+0,5
Geperst	Snijmais	1000
Geperst	Zuur	7

De praktijkproef was voornamelijk bedoeld om ervaring op te doen met het verwerken van grotere hoeveelheden en dus meer gericht op de techniek van het inkuilen dan op het testen van de conservering. Dit deel van het experiment is uitgevoerd met een blanco en twee verschillende mengsels. In tabel 4 staan de toevoegingen en de dosering.

Tabel 4 Toevoegingen en doseringen (kg/ton) in de praktijkproef

Toevoeging	Dosering
Geen	-
Droge pulp	250
Snijmaïs	1000

3.2 Uitvoering

3.2.1 Oogst en transport

Om verschillen tussen behandelingen in uitgangsmateriaal zoveel mogelijk te kunnen uitsluiten, was het streven om op één locatie in een zo kort mogelijk tijdsbestek voldoende kroos te oogsten. De locatie en het oogstmoment werden afgestemd met het waterschap. Loonwerkbedrijf Potenger uit Wilnis voerde de oogst uit met een maaiboot die al varende kroos van het water kan scheppen (zie afbeelding 1). Het kroos werd vanuit de boot op een kipwagen geladen en afgevoerd voor het inzetten van de fermentatieproef.



Afbeelding 1 Maaiboot van Potenger uit Wilnis speciaal uitgerust voor het oogsten van kroos

3.2.2 Persen

Voor het persen van het kroos werd een mestscheider (afbeelding 2) gebruikt die met behulp van een vijzelpers vloeibare en vaste delen kan scheiden. De verwachting was dat op deze wijze het droge stofpercentage verhoogd wordt door het minimaliseren van aanhangend vocht en het reduceren van cellulair vocht. Om te kwantificeren in welke mate hierbij verlies optreedt, werd perssap opgevangen en geanalyseerd op N- en P-concentratie.



Afbeelding 2 Geperst kroos

3.2.3 Fermentatie

Proefsilos

Voor het conserveren op laboratoriumschaal werden proefsilos gebruikt met een inhoud van circa 15 liter (zie afbeelding 3). Dit zijn cilinders waarin een plastic zak wordt geplaatst, die na het vullen luchtdicht wordt afgesloten. Voor het opvangen van perssap wordt onderin de cilinder een ventiel geplaatst. Voor het zo goed mogelijk mengen van de kroos met de additieven of pulp en snijmaïs werd een betonmolen gebruikt. De minimale fermentatieduur die voor ruwvoerders wordt aangehouden is 6 weken. Doordat ervaringen met het inkuilen van kroos onbekend waren en we de risico's op het mislukken van de fermentatie door te vroeg uitkuilen wilden minimaliseren, hebben we een wachtermijn aangehouden van 8 weken.



*Afbeelding 3 Opstelling van proefsilos
voorzien van opvang van perssap*

Praktijkschaal

Het inkuielen op praktijkschaal was voornamelijk bedoeld om te zien of bestaande apparatuur zich leent om kroos in te kuien. Aangezien kroos in relatief kleine partijen wordt geoogst en relatief nat is (groot risico op verlies van perssap), ligt het minder voor de hand om kroos in een sleufsilos in te kuien zoals bij gras en maïs gebruikelijk is. Voor het inkuielen van kleinere partijen gras wordt in de praktijk op grote schaal gebruik gemaakt van getrokken machines die ronde of vierkante balen persen. Het gras wordt daarbij eerst geperst tot een baal om het aandeel lucht te minimaliseren en vervolgens gewikkeld met folie om de baal luchtdicht af te sluiten. Een dergelijk conserveringsvolume sluit aan bij de relatief kleine oogstvolumes van kroos, maar de betreffende persen kunnen alleen lang materiaal verwerken en niet een fijn korrelig product zoals eendenkroos. Sinds enkele jaren zijn er echter ook pers-wikkel-combinaties op de markt die kort materiaal zoals snijmaïs kunnen verwerken. Dit zijn stationaire machines waarbij het product via een stortbunker in een kunststof net tot een ronde baal wordt geperst. Vervolgens wordt deze baal in folie gewikkeld. Loonbedrijf Ter Maat uit Putten heeft een dergelijke machine en deze is gebruikt om te zien of eendenkroos hiermee in te kuien is (afbeelding 4).



*Afbeelding 4 Apparatuur voor het persen en in folie wikkelen
geschikt voor relatief kleine hoeveelheden product
(loonwerker Termaat uit Putten)*

Als alternatief voor het persen van ronde balen is een experiment uitgevoerd waarbij big bags van circa 1 m³ zijn gevuld met eendenkroos. Na het vullen werden deze big bags gewikkeld met folie door een balenwikkelaar.

3.3 Waarnemingen

3.3.1 Proefsilos

Uitgangsmateriaal

Voordat het eendenkroos werd gemengd met de verschillende toevoegingen, is van zowel het ongeperste als het geperste kroos een monster genomen. Deze monsters zijn onderzocht op droge stof (ds), ruw eiwit (re), ruwe celstof (rc), ruw as (ras), ruw vet (rvet), suiker (NI), vertering coëfficiënt organische stof (vc-os), stikstof (N)-totaal en fosfor (P). De verschillende gehalten werden bepaald volgens de klassieke natchemische methoden. De in-vitro verteerbaarheid van de organische stof werd bepaald volgens de methode van Tilley & Terry (1963).

Op basis van de chemische samenstelling en de vc-os werd met de formule voor vers gras de VoederEenheid Melk (VEM), de DarmVerteerbaarheid (DVE) en de Onbestendig EiwitBalans (OEB) berekend volgens de voorschriften van het Centraal Veevoederbureau (CVB, 1999).

Inkuilen

Voor het vullen van de minisilo's werd het leeg gewicht vastgelegd. Tijdens het vullen van de silo's is per silo een monster van 800-1000 gram genomen. Deze monsters zijn gedroogd bij 103 °C. Direct na het vullen van de silo's (voordat de gewichten werden aangebracht) is het gewicht van de silo plus eendenkroos vastgelegd.

Uitkuilen

Na een fermentatieperiode van 8 weken werden de silo's met eendenkroos weer gewogen nadat de gewichten waren verwijderd. Daarna heeft men de silo's geopend en per silo twee monsters genomen. Eén monster werd gedroogd bij 103 °C voor bepaling van het droge stofgehalte. In het andere monster werden de gehalten bepaald aan ds, re, rc, ras, rvet, suiker, vc-os, pH, ammoniak (NH₃), boterzuur, azijnzuur, melkzuur, propionzuur en ethanol.

De pH, ammoniak, boterzuur, azijnzuur, melkzuur, propionzuur en ethanol zijn in het verse materiaal bepaald. De overige gehalten zijn op dezelfde wijze bepaald als in het uitgangsmateriaal. Op basis van de chemische samenstelling en de vc-os werd met behulp de formule voor graskuil VEM, DVE en OEB berekend volgens de voorschriften van het Centraal Veevoederbureau (CVB, 1999).

Om kosten te besparen zijn de monsters van proefsilobehandelingen 'Inoculant' en 'Melasse' niet onderzocht op rc, ras, rvet, vc-os.

Perssap

Per proefsilos werd het perssap opgevangen in een fles waarin voorafgaand aan het inkuilen een hoeveelheid water was gedaan om een waterslot te creëren. Het gewicht van fles met water werd bij inkuilen gemeten. Na de conserveringsperiode is het gewicht van de fles met water plus eventuele perssap opnieuw gemeten. Uit het verschil werd de hoeveelheid vrijgekomen perssap berekend. Van het perssap van de behandelingen zonder toevoeging (geperst en ongeperst) is 3 dagen na inkuilen een monster genomen. In dit monster werd de N- en P-concentratie geanalyseerd.

3.3.2 Praktijkproef

Uitgangsmateriaal

Voor inkuilen is een plukmonster genomen voor onderzoek op ds, re, rc, ras, rvet, suiker,vc-os, N-totaal en P.

Inkuilen

Het inzetten van een stationaire pers-wikkel-combinatie en het gebruik van bigbags werden beoordeeld op praktische uitvoerbaarheid, waarbij het vooral de vraag was of kroos geperst kan worden tot een vormvaste baal, die gewikkeld kan worden en transporteerbaar is.

Uitkuilen

Na een inkuilperiode van circa 2 maanden is per behandeling per big bag een monster genomen met een gutsboor. Deze monsters zijn onderzocht op ds, re, rc, ras, rvet, suiker, vc-os, pH, ammoniak (NH₃), boterzuur, azijnzuur, melkzuur, propionzuur en ethanol.

3.3.3 *Natte scheidingsfractie*

Voor het kwantificeren van de nutriëntenverliezen (N en P) die gepaard gaan met scheiden van de eendenkroos, werd van de natte fractie een monster genomen voor analyses op het gehalte aan N en P.

3.3.4 *Contaminanten*

Een aantal monsters zijn onderzocht op E-coli, Salmonella, Botulisme en Para-tbc. Van het onderzoek op proefschaal waren dit monsters van het ingekuilde materiaal van de behandelingen Zuur, Pulp en Melasse +inoculant. Van het onderzoek op praktijkschaal waren dit monsters van het verse materiaal en monsters van het ingekuilde materiaal van de behandelingen Blanco, Pulp en Mais.

Daarnaast is een monster van het verse materiaal uit het onderzoek op proefschaal en een monsters van het ingekuilde materiaal van de behandeling Blanco uit het onderzoek op praktijkschaal onderzocht op zware metalen en dioxinen.

3.4 Statistische analyse

De conserveringsresultaten uit het onderzoek op proefschaal zijn statistisch geanalyseerd door middel van variantieanalyse. Daarbij is gebruik gemaakt van de procedure ANOVA van het statistische programma Genstat (Genstat Committee, 2006). De verschillen tussen behandelingen zijn (per analyse) steeds aangegeven met de Least Significant Difference (LSD) bij een betrouwbaarheid van 95%.

4 Resultaten

4.1 Oogst

Op 24 augustus is kroos geogst in de Bickerspolder bij Bunschoten. Het kroos was na een aantal dagen met stevige wind opgestuwd tot een dik dek, waardoor het kroos effectief geogst kon worden. Bij een dun kroosdek drijft tijdens het oogsten kroos gemakkelijk uiteen. Per dag werd zo'n 10 kuub product geogst. Het verse kroos had na uitlekken ongeveer een droge stofgehalte van 5,5%. Het kroos werd direct na oogst geperst met een vijzelpers om zoveel mogelijk vocht kwijt te raken. Na persen bleef er een kleine 3 ton product over met een droge stofgehalte van ongeveer 9%. Dit was lager dan verwacht, want het uitgangspunt was minimaal 15%. Droger persen zal zeker tot ongewenst verlies van celinhoud leiden en dit gaat ten koste van (voer)kwaliteit. Een hoog vochtgehalte benadeelt de conservering, waardoor het gebruik van additieven nog essentiëler bleek dan op voorhand werd ingeschat.

Voor het inkuilen op praktijkschaal is op 30 september binnen de bebouwde kom van Ede een tweede oogst uitgevoerd. Door het verschil in locatie (meer schaduw door opgaande begroeiing) bestond het kroosdek voor >95% uit Klein kroos. Dit in tegenstelling tot de oogst in de Bickerspolder waar meerdere kroossoorten voorkwamen. De botanische samenstelling van het geogste kroos van beide oogsten staat in tabel 5.

Tabel 5 Botanische samenstelling van het geogste kroos (%)

	24 augustus	30 september
Veelwortelig kroos (<i>Spirodela polyrhiza</i>)	40	
Wortelloos kroos (<i>Wolffia arrhiza</i>)	15	
Puntkroos (<i>Lemna trisulca</i>)	2	
Bultkroos (<i>Lemna gibba</i>)	10	
Klein kroos (<i>Lemna minor</i>)	10	>95
Kroos indet	20	

4.2 Proefschaal

4.2.1 Uitgangsmateriaal

Het droge stofgehalte van het uitgangsmateriaal was 5,5% en werd door persen slechts beperkt verhoogd naar bijna 9%. Het gehalte aan met name ruw eiwit is van het geperste materiaal duidelijk lager dan van het ongeperste materiaal. Daarnaast lijkt ook het gehalte aan ruw vet en suikers wat lager. Daarentegen is het gehalte aan ruwe celstof van het geperste materiaal hoger dan van het ongeperste materiaal. Blijkbaar gaan met het persen vooral gemakkelijk oplosbare bestanddelen verloren. Dit resulteerde in een slechtere verteerbaarheid van de organische stof en een lagere voederwaarde (VEM, DVE en OEB).

Tabel 6 Samenstelling van het verse kroos gebruikt voor het onderzoek met de proefsilos (in g/kg droge stof, tenzij anders vermeld)

	Ongeperst	Geperst
Droge stof (g/kg)	55	89
Ruw eiwit	190	169
Ruwe celstof	149	175
Ruw as	125	133
Ruw vet	54	47
Suiker	16	14
VC-org. stof (%)	55,9	52,7
Stikstof-totaal	31,8	33,1
Fosfor	3,3	3,8
VEM ¹⁾	630	576
DVE ¹⁾	57	47
OEB ¹⁾	63	50

¹⁾Berekend op basis van CVB-formule voor vers gras

4.2.2 Inkuilen

Door het mengen van het kroos met additieven veranderde de structuur van het kroos omdat door osmose vocht uit het kroos trad. De mate waarin was afhankelijk van de osmotische waarde van het additief. Bij melasse en zuur was dit effect het grootst, waarbij met melasse feitelijk een natte brij ontstond. Voor toepassing bij gangbare inkuilmethoden is brijvorming ongewenst, omdat door het uiteen drijven van het product het niet te persen en te wikkelen is. Voor het vullen van de proefsilos (Afbeelding 5) leverde dit geen beperking op.



Afbeelding 5 Het vullen van proefsilos met kroos voor het conserveringsonderzoek

4.2.3 Conservering

Het effect van de behandelingen 'vochtgehalte' en 'additieven' op de conservering zijn in deze paragraaf apart behandeld om de effecten beter te kunnen duiden. Interacties lijken niet of nauwelijks aan de orde en zijn dus niet nader uitgewerkt en beschreven. In bijlage 1 staan de resultaten van beide behandelingen in één overzicht.

Effect vochtgehalte

Persen had gemiddeld een beperkt positief effect op de conservering (tabel 7). In het ongeperste kroos werd wel weliswaar meer melkzuur gevormd en was de pH lager, maar door het lagere droge stofgehalte van het uitgangsmateriaal waren de kuilen gemiddeld minder stabiel dan de kuilen van het geperste kroos. De NH₃-fractie van het ongeperste kroos was bijna 3 eenheden hoger dan van het ongeperste materiaal. De verschillen droge stof, pH, NH₃ en melkzuur waren significant. De gehalten aan azijnzuur, boterzuur, propionzuur en ethanol verschilden nauwelijks en waren niet significant.

Tabel 7 Gemiddeld effect van persen op het conserveringsresultaat

	Ongeperst	Geperst	Lsd (p<0,05)
Ds-gehalte kuil (%)	15,1	16,1	0,4
pH-waarde	4,34	4,49	0,04
NH ₃ -fractie	11,0	8,3	1,2
Melkzuur (g/kg)	7,1	6,3	0,4
Azijnzuur (g/kg)	3,1	3,7	0,9
Boterzuur (g/kg)	0,5	0,4	0,2
Propionzuur (g/kg)	1,1	1,1	0,1
Ethanol (g/kg)	1,1	1,4	0,2

Effect additieven

In tabel 8 staat het effect van de verschillende additieven op het conserveringsresultaat. Per analyse zijn vaak de verschillen tussen de additieven en de onbehandelde kuil significant en waren er opvallende verschillen. Zo waren de onbehandelde kuil en de kuil met inoculant erg slecht geconserveerd en de kuilen met melasse (met en zonder inoculant) en pulp goed tot zeer goed geconserveerd. De kuilen met zuur en snijmaïs waren matig geconserveerd.

In de onbehandelde kuil en de kuil met inoculant was nauwelijks melkzuur aanwezig, terwijl de gehalten aan azijnzuur, boterzuur en propionzuur relatief hoog waren. Dit resulteerde in een te hoge pH en NH₃-fractie. De toevoeging Zuur gaf een beperkte verbetering van de conservering, maar het resultaat is nog steeds als matig tot slecht te kwalificeren. De pH was lager door een hoger melkzuurgehalte dan onbehandeld. De NH₃-fractie was echter nauwelijks lager. De kuilen waaraan melasse (+ inoculant) en pulp waren toegevoegd hadden daarentegen een voldoende lage pH en NH₃-fractie en waren voldoende goed geconserveerd. Opvallend zijn wel de relatief hogere gehalten aan ethanol bij melasse (+ inoculant) en de nauwe verhouding tussen het melkzuur- en azijnzuurgehalte bij pulp. De kuilen met snijmaïs waren matig geconserveerd. De pH was weliswaar voldoende laag, maar de NH₃-fractie is enigszins hoog. Evenals in de kuilen met pulp hadden deze kuilen een nauwe verhouding tussen het melkzuur- en azijnzuurgehalte.

Tabel 8 Effect van verschillende addities op het conserveringsresultaat

	Onbehandeld	Zuur	Melasse	Inoculant	Melasse + Inoculant	Pulp	Snijmais	Lsd (p<0,05)
Ds-gehalte kuil (%)	10,2	11,3	15,5	10,1	15,8	25,1	21,2	0,7
pH-waarde	5,3	4,5	3,9	5,4	3,9	4,0	4,0	0,14
NH ₃ -fractie	14,0	13,8	5,0	16,5	3,7	4,5	10,0	2,3
Melkzuur (g/kg)	0,1	1,3	14	0,2	15	5,6	11	0,7
Aziijnzuur (g/kg)	2,6	1,1	1,6	3,3	1,4	4,9	8,7	1,8
Boterzuur (g/kg)	1,3	0,2	0,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Propionzuur (g/kg)	2,6	0,9	0,2	2,3	0,1	0,6	0,7	0,2
Ethanol (g/kg)	0,2	0,3	2,9	0,3	2,7	0,7	1,7	0,3
Waardering	Slecht	Matig	Goed	Slecht	Zeer goed	Zeer goed	Matig/goed	-

4.2.4 Conserveringsverliezen

Door conservering treden door verschillende omzettingen verliezen aan droge stof op. Dit verlies wordt uitgedrukt in droge stofverlies, dat wordt berekend als verschil in hoeveelheid uitgangsmateriaal en ingekuilde materiaal op basis van droge stof. Daarbij is het ds-gehalte van het ingekuilde materiaal gecorrigeerd voor vluchtige bestanddelen, omdat die bij het drogen van de monsters verloren gaan. De correctie is uitgevoerd volgens Weisbach en Kuhla (1995). Dit houdt in dat het ethanolgehalte voor 100% is meegenomen in de correctie, het boterzuur- en aziijnzuurgehalte voor 80%, het ammoniakgehalte voor 32% en het melkzuurgehalte voor 8%. De effecten zijn uitgesplitst voor de behandelingen 'vochtgehalte' en 'addities'.

Effect van persen

Door persen werd het droge stofgehalte van het uitgangsmateriaal verhoogd en het verlies van perssap kleiner. Hierdoor is het percentage droge stofverlies bij persen ook kleiner. Daarnaast waren de kuilen van het geperste materiaal gemiddeld beter geconserveerd dan de kuilen van het ongeperste materiaal (zie tabel 7). Dit heeft ook een positief effect op de droge stofverliezen. In tabel 9 staan de resultaten van het effect van persen op de conserveringsverliezen. De verschillen zijn duidelijk significant.

Tabel 9 Effect van persen op de conserveringsverliezen

	Geperst	Ongeperst	Lsd (p<0,05)
Ds-gehalte vers (%)	14,4	12,0	0,2
Ds-gehalte kuil (%)	16,1	15,1	0,4
Perssap (kg/ton)	252	387	9
Ds-verlies (%)	13,1	18,7	2,0

Effect van toevoegingen

Vergelijkbaar met het effect van persen staan in tabel 10 de resultaten van het effect van de addities op de conserveringsverliezen. Alleen bij toevoeging van pulp kwam geen perssap vrij, maar voor de overige behandelingen waren de hoeveelheden zeer groot, tot ruim 46% van het gewicht bij het additief melasse. Voor de kuil zonder additief was dit bijna 40%. Door de osmotische waarde van de melasse kwam extra perssap vrij. Bij inkoulen in de praktijk zal naar methoden gezocht moeten worden om deze verliezen te voorkomen. De verschillen in ds-verliezen zijn opvallend groot. De

verliezen bij de toevoeging Pulp waren beperkt tot 3,6%. De verliezen bij de toevoegingen Snijmaïs, Zuur en Inoculant en bij Onbehandeld waren groter en namen toe door een combinatie van meer perssap en een slechter geslaagde conservering. Opvallend zijn de hoge droge stofverliezen bij de behandelingen met Melasse ondanks de goede conservering. Blijkbaar zijn er met het perssap veel toegevoegde suikers uit de melasse verloren gegaan.

Tabel 10 Effect van verschillende toevoegingen op de conserveringsverliezen

	Onbehandeld	Zuur	Melasse	Inoculant	Melasse + Inoculant	Pulp	Snijmaïs	Lsd (p<0,05)
Droge stofgehalte vers (%)	7,2	7,6	11,8	7,3	12,2	26,4	20,0	0,8
Droge stofgehalte kuil (%)	10,2	11,3	15,5	10,1	15,8	25,1	21,2	0,7
Perssap (kg/ton)	398	381	464	384	457	0	152	16,0
Droge stofverlies (%)	14,2	9,4	31,0	14,2	31,4	3,6	7,4	3,7

4.2.5 Samenstelling en voederwaarde

Effect van persen

De resultaten van persen op de samenstelling en voederwaarde van het gefermenteerde product staan in tabel 11. Vooral het suikergehalte werd lager door persen. Mede daardoor was de verteringscoëfficiënt 2% lager. Dit betekent dat met het verlies van perssap de voederwaarde (VEM) daalt. De verschillen waren veelal significant.

Tabel 11 Effect van persen op de samenstelling en voederwaarde van het ingekuilde product

	Geperst	Ongeperst	Lsd (p<0,05)
Ds-gehalte kuil (%)	16,1	15,1	0,4
Ruwe celstof (g/kg ds)	171	167	3
Ruw eiwit (g/kg ds)	122	124	4
Ruw as (g/kg ds)	105,0	96,0	2,0
Ruw vet (g/kg ds)	43	47	1
Suiker (g/kg ds)	6,1	9,1	1,6
VC-os (%)	62,0	64,2	0,8
VEM ¹⁾	700	737	13
DVE ¹⁾	28	31	1
OEB ¹⁾	33	38	5

¹⁾Berekend op basis van CVB-formule voor graskuil

Effect van toevoegingen

De resultaten van verschillende toevoegingen op de samenstelling en voederwaarde van het ingekuilde product staan in tabel 12. De gehalten en de voederwaardes verschoven daarbij in de richting van die van de toevoegmiddelen. Zo werd het droge stofgehalte, de verteringscoëfficiënt, VEM en DVE verhoogd door de toevoegingen pulp, snijmaïs en in mindere mate melasse. De suikerrijke producten melasse en pulp verhoogden het suikergehalte. Daarentegen werd door toevoeging van pulp en snijmaïs het ruw eiwit-, as- en vetgehalte en OEB verlaagd.

Tabel 12 Effect van verschillende toevoegingen op de samenstelling en voederwaarde van het ingekuilde product

	Onbehandeld	Zuur	Melasse	Inoculant	Melasse + Inoculant	Pulp	Snijmais	Lsd (p<0,05)
Ds-gehalte kuil (%)	10,2	11,3	15,5	10,1	15,8	25,1	21,2	0,7
Ruwe celstof (g/kg ds)	168	160	nb	nb	132	186	202	6
Ruw eiwit (g/kg ds)	142	147	130	131	151	98	64	8,0
Ruw as (g/kg ds)	120	109	nb	nb	134	81	57	4
Ruw vet (g/kg ds)	61	51	nb	nb	44	27	41	2
Suiker (g/kg ds)	3,8	6,8	nb	nb	9,1	15,7	2,5	3,1
VC-os (%)	47,5	54,9	nb	nb	62,4	83,2	67,4	1,5
VEM ¹⁾	505	600	nb	nb	681	1007	799	24
DVE ¹⁾	5	18	nb	nb	30	64	32	2
OEB ¹⁾	92	85	nb	nb	60	-27	-30	10

¹⁾Berekend op basis van CVB-formule voor graskuil

4.3 Praktijkschaal

4.3.1 Uitgangsmateriaal

Voor de proef op praktijkschaal is op 30 september een tweede oogst uitgevoerd. In tabel 13 staat de samenstelling van het kroos voor persen. Het droge stofgehalte was hoger en het ruw eiwitgehalte was aanmerkelijk hoger dan dat van de eerste oogst. Hierdoor was ook de berekende OEB-waarde hoger.

Tabel 13 Samenstelling van kroos tweede oogst (in g/kg droge stof, tenzij anders vermeld)

Variabele	Gehaltes tweede oogst	Gehaltes eerste oogst
Drogestof (g/kg)	75	55
Ruw eiwit	284	190
Ruwe celstof	130	149
Ruw as	154	125
Ruw vet	38	54
Suiker	12	16
VC-org.stof (%)	55,5	55,9
N-totaal	48,7	31,8
P	8,1	3,3
VEM ¹⁾	653	630
DVE ¹⁾	60	57
OEB ¹⁾	153	63

¹⁾Berekend op basis van CVB-formule voor vers gras

4.3.2 Inkuilen

Het onbehandelde kroos, maar ook de mengsels van kroos met maïs of pulp waren door de geringe structuur dusdanig slecht samen te persen dat er geen ronde baal van te maken was om in folie te wikkelen. Afbeelding 6 toont dat de baal in elkaar zakte nog voordat deze gewikkeld kon worden.



Afbeelding 6 Door de slechte structuur van het kroos was het persen en wikkelen van een ronde baal niet mogelijk

Als alternatief werd kroos in big bags geschept om deze vervolgens als geheel in folie te wikkelen (afbeelding 7). Voor de uitbreiding van het experiment werd opnieuw kroos geoogst en geperst met dezelfde machines (maaiboot en mestscheider) als bij de eerste oogst. Het gebruik van big bags (gemaakt van geweven kunststof) kan uiteindelijk een aantal praktische voordelen hebben, namelijk dat ze ter plaatse van oogst gevuld kunnen worden, er minder materiaalverlies optreedt bij inkuilen, ze gemakkelijk met een palletvork te verplaatsen zijn en aanhangende water (kroos) gemakkelijk kan uitzakken en weglopen. Een nadeel is dat het uitkuilen wat meer moeite kost en meer afval oplevert.



Afbeelding 7 Het in folie wikkelen van bigbags gevuld met kroos

4.3.3 Conservering

De resultaten van de conservering op de samenstelling en voederwaarde van kroos in de praktijkproef staat in tabel 14. De resultaten van het onbehandelde kroos waren nog slechter dan die op proefschaal met proefsilo's. De pH bleef namelijk neutraal en de ammoniakfractie was bijzonder hoog. De resultaten van pulp en snijmaïs waren vergelijkbaar met die van het experiment op proefschaal; ongeveer gelijke pH, ammoniakfractie en melkzuurgehalte. Het effect op azijnzuurgehalte was tegengesteld: bij pulp hoger en bij maïs lager. Ook hier is de waardering voor pulp en snijmaïs respectievelijk goed en matig.

Tabel 14 Conserveringsresultaat per behandeling van de praktijkproef

	Onbehandeld	Pulp	Snijmaïs
Ds-gehalte kuil (%)	6,5	36,5	22,7
pH-waarde (-)	7,0	4,1	4,1
NH ₃ -fractie (-)	56,0	5,0	10,0
Melkzuur (g/kg)	0,1	5,9	11,6
Azijnzuur (g/kg)	6,7	8,6	5,4
Boterzuur (g/kg)	2,9	0,6	0,6
Propionzuur (g/kg)	3,2	1,0	0,8
Ethanol (g/kg)	0,6	1,9	1,7
Waardering	Zeer slecht	Goed	Matig

4.3.4 Samenstelling en voederwaarde

De resultaten van het inkuilen op de samenstelling en voederwaarde van het kroos per behandeling staan in tabel 15. Deze komen redelijk overeen met die uit het experiment op proefschaal. Opvallend is wel dat van het onbehandelde kroos het ruw eiwitgehalte veel lager was. Door het slechte conserveringsresultaat was relatief veel eiwit omgezet in ammoniak. De verteringscoëfficiënt en VEM waren ook veel lager. Door toevoeging van pulp werden het droge stofgehalte, de verteerbaarheid van de organische stof en daardoor de VEM-waarde duidelijk verhoogd. Door het hogere droge stofgehalte werd het eiwit iets bestendiger wat resulteerde in een hogere DVE en een lagere OEB. Door toevoeging van snijmaïs werd de voederwaarde op dezelfde wijze beïnvloed, maar wel minder sterk.

Tabel 15 Samenstelling en voederwaarde gefermenteerd kroos van de praktijkproef per behandeling (in g/kg droge stof, tenzij anders vermeld)

	Onbehandeld	Pulp	Snijmaïs
Ds-gehalte kuil (%)	6,5	36,5	22,7
Ruwe celstof	176	200	222
Ruw eiwit	71	89	95
Ruw as	188	73	68
Ruw vet	73	21	42
Suiker	< 5	16	< 5
VC-os (%)	35,5	87,0	65,9
VEM ¹⁾	388	1073	765
DVE ¹⁾	0	74	37
OEB ¹⁾	93	-46	0

¹⁾ Berekend op basis van CVB-formule voor graskuil

4.4 Nutriëntenverliezen effluent persen en inkuilen

Per ton geogst kroos werd circa 40 kg stikstof (N) en 6 kg fosfor (P) afgevoerd uit het oppervlaktewater (zie paragraaf 4.3.1). Maar volgens de toegepaste inkuilmethode in het onderzoek gingen via het effluent door persen van het uitgangsmateriaal en perssap tijdens de conservering N en P verloren. In tabel 16 zijn de gehalten aan N en P van het effluent bij persen en perssap uit proefsilo's zonder toevoeging weergegeven. Op basis van de droge stofgehalte verhoging door persen is berekend hoeveel effluent bij persen ongeveer vrijkwam. Dit was ongeveer 400 kg per ton verse kroos. Per ton kroos gaat door persen dus $400 \times 0,3$ g N/kg effluent = 0,12 kg N verloren en $400 \times 0,2 = 0,08$ kg P verloren.

Bij inkuilen zonder toevoeging kwam er bij het geperste kroos nog eens $((1000 - 400)/1000) \times 300$ kg / ton = 180 kg perssap uit het overgebleven geperst materiaal. Hiermee ging dus $180 \times 0,3$ g N/kg perssap = 0,054 kg N verloren en $180 \times 0,1$ g P/kg perssap = 0,018 kg P.

De maximale verliezen via effluent door persen en via perssap bij inkuilen bedroegen dus 0,17 kg N (0,12 + 0,054 kg) en 0,1 kg P (0,08 + 0,018 kg). Ten opzichte van de hoeveelheid geogste N en P waren de verliezen dus uiteindelijk beperkt.

Tabel 16 Stikstof en fosforgehalte van effluent na persen van het uitgangsmateriaal en perssap uit proefsilo's zonder toevoeging (g/kg)

	Droge stof	Stikstof totaal	Fosfor
Effluent persen	5	0,3	0,2
Perssap proefsilo's	3	0,2	0,1

4.5 Ziektekiemen

De resultaten van de analyse op de aanwezigheid van ziektekiemen voor vier belangrijke groepen bacteriën staat in tabel 17. In het verse kroos werd *Clostridium botulinum* aangetoond, een bacterie die botulisme veroorzaakt. Bij fermentatie met de toevoegingen pulp, zuur, melasse + inoculant in de proefsilo's en pulp en snijmaïs in de praktijkproef werd de aanwezigheid van deze bacterie niet aangetroffen.

Tabel 17 Aanwezigheid van ziektekiemen¹⁾

Analyse	Vers praktijkproef	Ingekuild proefsilo's			Ingekuild praktijkproef		
		nr25- pulp	nr28- zuur	nr34- mel+inoc	Blanco	Pulp	Maïs
E-coli	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Botulisme	C.bot type C	n.a.	n.a.	n.a.	C.bot type C	n.a.	n.a.
Salmonella	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Para-tbc	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

¹⁾ n.a. = niet aangetoond

4.6 Zware metalen en dioxinen

De resultaten van de analyses op zware metalen en dioxinen staan in tabel 18. Daarbij zijn de uitkomsten van de zware metalen vergeleken met die van de locaties Spakenburg en Stolwijk uit de eerdere pilot uit 2007 (Holshof et al., 2009) en staan de gemiddelde waarden voor gras (van Hoof, 1995) en de normen volgens de diervoederwetgeving (www.pdv.nl/nederland/diervoederwetgeving/) vermeld. Deze normen werden voor de eerste kroosogst, gebruikt voor de proefsilo's, niet overschreden. Ook de oogsten in Spakenburg en Stolwijk voldeden aan de betreffende normen. De tweede oogst die gebruikt werd voor de praktijkproef had relatief hoge waarden voor zink en arseen. Koper en zink worden niet beschouwd als ongewenste stoffen, maar als sporenelementen. Daarom worden hiervoor maximum doseringen aangegeven op rantsoenniveau. Als bijproduct zou het kroos van de tweede oogst voor wat betreft zink dus geen bezwaar opleveren. De concentratie Arseen overschrijft echter wel de norm, waardoor het betreffende kroos uiteindelijk niet gevoerd had mogen worden.

Tabel 18 Gehalten aan zware metalen en het totaal aan dioxinen en dioxine-achtige PCB 's. Ter vergelijking zijn de gemiddelde waarden voor gras (van Hoof, 1995), de maximum toegestane gehalten volgens de diervoederwetgeving (www.pdv.nl/nederland/diervoederwetgeving/) en de waarden uit de eerdere pilot uit 2007 (Holshof et al., 2009) gegeven

Analyse	Eenheid	Vers kroos proefsilo's	Ingekuild kroos praktijk (blanco)	Gras	Norm dier- voeder- wet	Spaken- burg 2007	Stolwijk 2007
Koper	mg/kg ds	<5	16	13	40 ¹⁾	7,6	10,7
Zink	mg/kg ds	53	246	58	150 ¹⁾	83	141
Cadmium	mg/kg ds	0,06	0,21	0.17	1.1	0,07	0,08
Lood	mg/kg ds	1,8	6,2	5.0	34	9,7	14
Chroom ²⁾	mg/kg ds	2,0	6,2	0.5	-	7,6	4,7
Nikkel ²⁾	mg/kg ds	2,5	6,4	0.8	-	9,9	9,2
Arseen	mg/kg ds	0,95	2,95	1.31	2.3	0,76	0,87
Kwik	mg/kg ds	<0,112	0,03	0.03	0.11	<0,5	<0,5
Dioxinen en dioxineachtige PCB 's	ng TEQ/kg	0,444	0,339	1 -	0.85		

¹⁾ Koper en zink zijn geen ongewenste stoffen, maar sporenelementen. Hiervoor gelden geen normen in de zin van gevaarlijke stoffen. De gegeven waarden zijn maximumdoseringen op rantsoenniveau

²⁾ Voor Chroom en Nikkel zijn binnen de diervoederwet geen normen.

5 Discussie

Oogst

Een zo groot mogelijke oogstcapaciteit is mede bepalend voor het rendabel kunnen verwerken van kroos. Per dag kon men met de gebruikte maaiboot ongeveer 10 ton product oogsten. en Dat was zeer waarschijnlijk meer dan de hoeveelheden die in de eerdere pilot met een 'dieplepel' (in Stolwijk met een zeefbak en in Spakenburg met een spijlenbak) geoogst konden worden (Holshof et al., 2009). De betreffende boot vaart relatief snel en wordt niet opgehouden door obstakels op de slootkant. Daarbij gaf het oogsten met een maaiboot een relatief schoon product; dat wil zeggen weinig verontreiniging met andere water- en oeverplanten (vergelijkbaar met een zeefbak) en slootvuil in de vorm van bagger (lagere ruw asgehaltenes).

Conservering

Alleen door het toevoegen van suikerrijke producten (melasse en pulp) werd een goede conservering bewerkstelligd. Voor een goed verloop van de conservering wordt als regel aangehouden dat circa 3% suiker in het verse materiaal aanwezig moet zijn. In het verse ongeperste en geperste kroos zat respectievelijk 1,6 en 1,4% suiker op droge stofbasis. Op vers basis is dit respectievelijk maar 0,09% en 0,12%; duidelijk te weinig dus. Blijkbaar waren voldoende melkzuurbacteriën aanwezig om de suikers om te zetten in melkzuur, omdat inoculant niet of nauwelijks toegevoegde waarde had. Bij toevoeging van droge pulp werden relatief hoge azijnzuurgehaltes gevonden, mogelijk omdat de conservering langzamer verliep door het langzamer vrijkomen van suikers uit pulp dan uit melasse. Hierdoor hadden colibacteriën de gelegenheid om azijnzuur te vormen. Het additief zuur was geen succes, omdat de concentratie van het toegepaste zurenmengsel mogelijk te laag was. Oorspronkelijk was gekozen voor mierenzuur, maar dit was door omstandigheden niet tijdig beschikbaar. Mierenzuur is een sterker zuur dan het toegepaste mengsel van propionzuur, natriumpropionaat en natriumbenzoaat. Met mierenzuur kan waarschijnlijk een beter resultaat worden bereikt. Een nadeel is dat het erg corrosief is. Toevoegen van geconserveerde snijmaïs gaf wel voldoende verzuring (is al zuur en geeft extra koolhydraten), maar leidde tot een wat minder conserveringsresultaat door de te hoge ammoniakfractie. De toegepaste dosering van 1:1 was mogelijk niet voldoende voor een optimaal verloop van de conservering.

Verteerbaarheid en voederwaarde

Bij gebrek aan regressieformules voor eendenkroos is de voederwaarde berekend op basis van gras voor vers kroos en op basis van graskuil voor ingekuilde kroos. De voederwaarde is dus slechts een indicatie, zeker bij mengkuilen van kroos met pulp en snijmaïs. Zo was het opmerkelijk dat het VEM-gehalte van de mengkuil met pulp hoger was dan dat van pulp zelf, terwijl kroos een relatief laag VEM-gehalte heeft. Daarbij is de verteerbaarheid en voederwaarde erg afhankelijk van het kroos dat geoogst wordt. Er werden grote verschillen tussen beide oogsten gevonden, vooral voor wat betreft het eiwitgehalte. Wil kroos als eiwitbron interessant zijn dan moet het ruw eiwitgehalte in de buurt komen van 30% in de droge stof. Dit betekent dat het oogstregime afgestemd moet worden op het behalen van een zo hoog mogelijke voederwaarde. Stapeling (kroosdek) en veroudering van kroos benadelen de voederwaarde.

Nutriëntenverliezen effluent persen en inkuilen

Het totale verlies van nutriënten met het effluent van persen en inkuilen was beperkt. Bij inkuilen in de praktijk moeten deze verliezen wel voorkomen worden, omdat dit het conserveringsresultaat negatief beïnvloedt.

Inkuilen in de praktijk

Het verse kroos blijkt na oogst goed stapelbaar, omdat aanhangend vocht gemakkelijk wegglekt. Maar het product is (al of niet met toevoegingen) niet te persen en te wikkelen tot een ronde baal door de geringe structuur, zelfs niet met een machine die speciaal geschikt is voor minder structuurrijke materialen zoals perspulp en snijmaïs. Door toevoeging van de additieven zuur en melasse werd de structuur ook nog eens aanmerkelijk geringer. Gebruik van big bags biedt wel uitkomst om het product bij elkaar te houden en in folie te kunnen wikkelen, maar het beperkt de hoeveelheden per baal tot hooguit een derde van een gangbare ronde baal. Dit vergroot de kosten voor verwerking in de vorm van arbeid en materiaal. Ook lijkt het gebruik van big bags niet afdoende om perssapverlies te voorkomen. Door het samendrukken van de baal tijdens het wikkelen kan vocht onder in de baal komen te staan dat bij openen verloren gaat.

Gezien de geringe structuur, het hoge vochtgehalte en grote risico's op verliezen denken we dat inkuielen van kroos in luchtdicht af te sluiten containers of silo's perspectiefvol is. Om dit te beproeven hebben we in de zomer van 2011 wederom kroos geoogst in de Bikkerpolder bij Spakenburg en hebben we drie zuurkoolvaatjes van 15 liter gevuld met kroos (ongeperst) gemengd met 7,6 % melasse zonder inoculant, gelijk aan de betreffende behandeling uit het experiment met de proefsilos. Het conserveringsresultaat was gezien de herkenbare frisse zure geur uitstekend (niet geanalyseerd). De structuur was echter relatief vast zonder scheiding van een vaste en een vloeibare fase (perssap). Het product komt qua structuur overeen met bierbostel (zie afbeelding 8).



Afbeelding 8 Ongeperst kroos ingekuild met melasse (7,6%) in een afgesloten vat (rechts) benadert de structuur van bierbostel (links)

Duurzamer en goedkoper dan drogen?

Fermenteren van kroos door inkuielen blijkt een goedkoop en duurzaam alternatief voor drogen, omdat de energiebehoefte voor inkuielen nihil is vergeleken met drogen. Drogen is alleen interessant als er restwarmte beschikbaar is, die niet op een andere manier benut kan worden. De kosten voor inkuielen zullen lager zijn, al zijn deze nog niet exact te kwantificeren. Luchtdicht af te sluiten containers of silo's zijn wellicht perspectiefvol voor een goed inkuilresultaat, maar we weten nog niet concreet wat hiervoor in de handel beschikbaar is en wat de kosten zijn. Mogelijk zijn zogenaamde multiboxen bruikbaar (zie Hoofdstuk 7).

Contaminanten en wetgeving

De gevonden inhoudsstoffen (zware metalen en dioxinen) gaven geen beperkingen om het materiaal als voer te benutten, afgezien van het gehalte arseen van het kroos dat werd gebruikt voor de praktijkproef. Ook werden geen ziektekiemen gevonden bij een geslaagde conservering. Dit wil nog niet zeggen dat kroos zondermeer gevoerd mag worden. Hiertoe moeten bepalingen (Europese wetgeving) voor het gebruik van (grond)stoffen als veevoer in acht genomen worden. Veel van deze wet- en regelgeving beschrijft slechts in algemene zin de voorwaarden en laat veel verantwoordelijkheid bij de gebruiker/toepasser van de middelen of het samengestelde voer. In Nederland is de Voedsel en Warenautoriteit (nVWA) belast met het toezicht op de handhaving en eventueel aanpassen van deze wetgeving. Als het diervoeders betreft wordt het Productschap voor diervoeders (PdV) hier ook bij betrokken. In grote lijn zijn de voorwaarden voor het voeren van kroos aan productiedieren als volgt:

1. Registreren van kroos als veevoer(component)
2. Erkenning of registratie van de diervoederproducent
3. Borgen van de kwaliteit van het product in de gehele productieketen (productie, oogst, transport, bewaring en vervoeding)

De tweede voorwaarde is niet van toepassing wanneer een veehouder zelf als primaire producent kroos oogst, verwerkt en voert; dit kan implementatie in de praktijk aanzienlijk vereenvoudigen. Meer over wet- en regelgeving over het verwerken van kroos tot veevoer is te vinden in Hoving et al, 2011 (in voorbereiding).

6 Conclusies

- Met een maaiboot en voldoende kroosaanbod werd 10 ton product per dag geoogst.
- Persen gaf slechts een beperkte verhoging van het droge stofpercentage (3 à 4%).
- Door persen gaan bovendien N, P en gemakkelijke oplosbare koolhydraten verloren, waardoor het de voederwaarde enigszins verlaagt.
- Persen gaf wel een beperkte verbetering van het conserveringsresultaat.
- Gangbare methoden voor inkuilen van ruwvoer zijn niet geschikt voor inkuilen van kroos door te weinig structuur van het product om het samen te persen en te wikkelen.
- Zonder additief mislukt de fermentatie en wordt geen goed conserveringsresultaat bereikt.
- Alleen de suikerrijke producten melasse (met en zonder inoculant) en droge pulp gaven een goed tot zeer goed conserveringsresultaat.
- De samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van het ingekuilde mengsel verschoof in de richting van dat van het additief.
- Door fermentatie, het gebruik van een gewicht en de osmotische waarde van de additieven ontstond relatief veel perssap, uitgezonderd bij droge pulp.
- Met het perssap verminderde het droge stofaandeel, gingen nutriënten verloren en verminderde de voederwaarde.
- Het totale verlies van nutriënten met het effluent van persen en van inkuilen per ton vers kroos bleek relatief gering.
- Inkuilen van kroos in een luchtdichte silo of container voorkomt droge stofverliezen via perssap en komt het conserveringsresultaat ten goede.
- Kroos met melasse in zuurkoolvaatjes gaf een zeer goed conserveringsresultaat en een relatief vast (stapelbaar) product zonder vorming van perssap.
- *Clostridium botulinum* (botulisme) werd bij een geslaagde conservering gedood.
- Rechtstreeks oogsten en verwerken van kroos uit oppervlakte door een veehouder, die het product zelf voert, heeft vanuit het oogpunt van wet- en regelgeving het meeste perspectief.

7 Aanbevelingen praktijk

Inkuilen van kroos met suikerrijke producten geeft een goed conserveringsresultaat. Zeker wanneer de samenstelling en de veiligheid van het product nog onbekend zijn, brengt melasse als relatief goedkoop additief minder financiële risico's met zich mee. Wanneer men melasse gebruikt, moet voorkomen worden dat perssap verloren gaat. Het verdient aanbeveling om de snelheid van fermentatie nader te onderzoeken. In het onderzoek hebben we een relatief lange termijn aangehouden van 8 weken, maar waarschijnlijk kan deze termijn minimaal gehalveerd worden voor een geslaagde conservering. Hierdoor wordt de omloopsnelheid van het gebruik van opslagmaterialen en opslagruimte vergroot.

Inkuilen van kroos met melasse in een luchtdicht af te sluiten container lijkt het meeste perspectief te hebben. Hiervoor kunnen zogenaamde multiboxen gebruikt worden (bekend van opslag vloeistoffen), die qua afmeting en hanteerbaarheid vergelijkbaar zijn met die van een ronde baal kuil (circa 1 kuub). Deze boxen hebben een vulopening van ongeveer 30 cm doorsnede die voor het vullen groot genoeg zijn, maar te klein zijn voor het leeghalen. Hier moet mogelijk nog in voorzien worden, bij voorkeur aan de onderkant van de container. Misschien dat dergelijke containers op de markt te verkrijgen zijn.

Aangezien kroos in potentie eiwitrijk is, verdient het aanbeveling om te verkennen of met het ontsluiten van eiwit voor non food toepassingen een hogere financiële meerwaarde te realiseren is. Ook dan is het zaak om het product eerst te conserveren voor voorraadvorming en analyse. Naar verwachting heeft fermentatie bij een geslaagde conservering geen negatieve invloed op de hoeveelheid en kwaliteit van het eiwit.

Binnen het wettelijk kader kan men implementatie van het voeren van kroos aan productiedieren in de praktijk aanzienlijk vereenvoudigen, wanneer een veehouder zelf als primaire producent kroos oogst, verwerkt en voert. Daarbij kan het waterschap met monitoringsgegevens van de waterkwaliteit, in het bijzonder als het gaat om contaminanten, de risico's tot de oogst voor de veehouder afdekken.

De volgende stoffen in water kunnen een risico vormen:

- Zware metalen (cadmium, nikkel, kobalt, koper, kwik, lood, zink, chroom)
- PAK's
- Hormoonverstorende middelen (Tributyltin, PCB, Polybromide)
- Resten van geneesmiddelen en wasmiddelen (riool)
- Resten van bestrijdingsmiddelen (m.n. voor open sloten)
- Pathogenen (bijv. *Salmonella*, *E.coli*, *Mycobacterium avium* subs. *paratuberculosis* (para TBC), *Campylobacter*, *Clostridium botulinum*)
- Verontreiniging met afval, zwerfvuil (glas, plastic e.d.)

Wanneer het betreffende oppervlaktewater niet beïnvloed wordt door zware industrie of rioolwateroverstorten kan een belangrijk deel van de bovengenoemde risicostoffen worden uitgesloten. De monitoring kan dan gerichter plaatsvinden. Bij een verdere zorgvuldige verwerking is het aannemelijk dat de veehouder de voedselveiligheid voldoende kan borgen.

Literatuur

CVB, 1999. Handleiding voederwaardeberekeningen ruwvoerders. Centraal veevoederbureau, Lelystad, Nederland.

Holshof, G., I.E. Hoving, E.T.H.M. Peeters, 2009. Eendenkroos: van afval tot veevoer. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad. Rapport 306.

Tilly, J.M. en R.E. Terry, 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society 19, p 104-111.

Van Dijk, H., 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Publikatie R11. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Lelystad.

Wiesbach, F en S. Kuhla, 1995. Stoffverluste bei der bestimmung des trockenmassegehalte von silagen und grünfütter: entstehende fehler und möglichkeiten der korrektur. Übersichten zur Tierernährung 23, 1995, p 189-214.

www.pdv.nl/nederland/diervoederwetgeving

Hooft, W.F. van, 1995. Risico's voor de volksgezondheid als gevolg van blootstelling van runderen aan sporenelementen bij beweiding. RIVM rapport 693810001

Bijlagen

Bijlage 1 Conserveringsresultaten per behandeling uit het onderzoek op proefschaal

		Onbehandeld	Zuur	Melasse	Inoculant	Melasse + Inoculant	Pulp	Snijmais	Gemiddeld
Ds-gehalte vers (%)	Geperst	8,9	9,1	13,4	8,9	14,0	25,9	20,9	14,4
	Ongeperst	5,5	6,1	10,2	5,8	10,4	26,9	19,1	12,0
Ds-gehalte kuil (%)	Geperst	11,3	12,4	15,9	11,2	16,4	24,3	21,4	16,1
	Ongeperst	9,1	10,2	15,1	9,0	15,2	25,9	21,0	15,1
Perssap (kg/ton)	Geperst	302	314	367	306	361	0	110	252
	Ongeperst	495	448	560	462	553	0	194	387
Ds-verlies (%)	Geperst	11,4	8,1	24,8	11,8	25,4	4,2	6,1	13,1
	Ongeperst	17,0	10,8	37,3	16,7	37,3	3,0	8,7	18,7
pH-waarde	Geperst	5,2	4,7	3,9	5,5	3,9	4,2	3,9	4,5
	Ongeperst	5,3	4,3	3,8	5,4	3,8	3,8	4,0	4,3
NH ₃ -fractie	Geperst	11,0	9,7	4,7	15,0	3,3	4,0	10,7	8,3
	Ongeperst	17,0	18,0	5,3	18,0	4,0	5,0	9,3	11,0
Melkzuur (g/kg)	Geperst	0,1	2,3	12,9	0,1	14,5	1,6	12,7	6,3
	Ongeperst	0,1	0,3	14,9	0,3	15,3	9,7	8,8	7,1
Azijnzuur (g/kg)	Geperst	2,5	1,6	1,6	3,5	1,4	7,9	7,3	3,7
	Ongeperst	2,7	0,5	1,7	3,2	1,4	1,9	10,2	3,1
Boterzuur (g/kg)	Geperst	0,9	0,2	0,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,4
	Ongeperst	1,7	0,1	0,1	1,2	0,1	0,1	0,1	0,5
Propionzuur (g/kg)	Geperst	2,7	0,9	0,2	2,8	0,1	0,6	0,6	1,1
	Ongeperst	2,5	0,9	0,2	2,4	0,2	0,5	0,7	1,1
Ethanol (g/kg)	Geperst	0,3	0,4	3,3	0,4	2,6	0,8	1,8	1,4
	Ongeperst	0,1	0,1	2,5	0,2	2,7	0,7	1,5	1,1

Bijlage 2 Samenstelling en voederwaarde per behandeling uit het onderzoek op proefschaal

		Onbehandeld	Zuur	Melasse	Inoculant	Melasse +Inoculant	Pulp	Snijmais	Gemiddeld
Ds-gehalte kuil (%)	Geperst	11,3	12,4	15,9	11,2	16,4	24,3	21,4	16,1
	Ongeperst	9,1	10,2	15,1	9,0	15,2	25,9	21,0	15,1
Ruwe celstof (g/kg ds)	Geperst	168	164	nb	nb	136	186	204	171
	Ongeperst	167	155	nb	nb	128	185	200	167
Ruw eiwit (g/kg ds)	Geperst	130	153	126	132	145	103	67	122
	Ongeperst	153	140	134	129	158	93	61	124
Ruw as (g/kg ds)	Geperst	121	115	nb	nb	138	88	60	104
	Ongeperst	119	103	nb	nb	130	75	53	96
Ruw vet (g/kg ds)	Geperst	54	49	nb	nb	41	28	41	43
	Ongeperst	67	54	nb	nb	47	26	42	47
Suiker (g/kg ds)	Geperst	4	3	nb	nb	10	11	3	6
	Ongeperst	4	10	nb	nb	8	20	3	9
VC-os (%)	Geperst	47,8	53,1	nb	nb	61,6	80,3	67,3	62,0
	Ongeperst	47,2	56,8	nb	nb	63,3	86,2	67,5	64,2
VEM ¹⁾	Geperst	504	579	nb	nb	665	955	794	699
	Ongeperst	507	622	nb	nb	697	1059	803	737
DVE ¹⁾	Geperst	5	16	nb	nb	28	60	33	28
	Ongeperst	4	20	nb	nb	32	69	32	31
OEB ¹⁾	Geperst	71	86	nb	nb	54	-18	-26	33
	Ongeperst	112	83	nb	nb	65	-36	-33	38



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl