

Chemische Feitelijkheden

editie 80 | nr 325 | juli 2016

DE CONTEXT Een eeuwenoude relatie

DE BASIS Van haren naar garen

DE DIEPTE Beter dan Moeder Natuur

AUTEUR: ARNO VAN 'T HOOG

WOL

Haarfijn eiwit

Wol is de geschoren vacht van hoofdzakelijk schapen, en in mindere mate van geiten, Zuid-Amerikaanse kameelachtigen en konijnen. Het is een van de weinige kledingvezels van dierlijke oorsprong; het grootste deel van onze garderobe is gemaakt van plantaardig materiaal – katoen, linnen, hennep – of van synthetische oorsprong: nylon, acryl, polyester.

Maar ondanks deze gestage opkomst van aardolievezels is wol nog altijd een belangrijke grondstof voor het maken van kleding, tapijten, vloerbedekking en vilt. Vooral in Australië, Nieuw-Zeeland en China is een omvangrijke schapenhouderij en industriële verwerking.

Tot een eeuw geleden kende ook Europa een omvangrijke wolverwerkende industrie, maar inmiddels hebben China en Vietnam die rol overgenomen. Vooral landen met een

grote schapenhouderij doen onderzoek naar manieren om wolvezels te verbeteren. Daarbij kijken onderzoekers ook naar het verbeteren van wol door de genetische eigenschappen van schapen aan te passen.

In deze Chemische Feitelijkheid

- De Context: Hoe is het gebruik van wol ontstaan en waar komt tegenwoordig de meeste wol vandaan?
- De Basis: Wat is er nodig om van een vacht een garen te spinnen? Welke moleculaire eigenschappen maken wol daarvoor geschikt?
- De Diepte: Waarom willen schapenhouders de eigenschappen van wol verbeteren en welke technieken gebruiken ze daarbij?

Moderne schapen lijken nog weinig op hun **voorouders**. Selectief fokken heeft vooral de vacht geleidelijk aangepast aan onze wensen.

Een eeuwenoude relatie

Het moderne schaap stamt waarschijnlijk af van de Aziatische moeflon (*Ovis orientalis*). Dit wilde dier met gladde bruine vacht en spiraliserende hoorns heeft weinig gelijkenis met een schaap. Er is dan ook een lange weg afgelegd, sinds domesticatie 10.000 jaar geleden begon in een gebied dat tegenwoordig Iran, Irak en Oost-Turkije omvat. Het schaap behoort met de hond tot de eerste door de mens gedomesticeerde dieren.

Door handel met het Verre Oosten kwamen primitieve schapen ver voor onze jaartelling in Mongolië en China terecht, van waaruit verbeterde rassen duizenden jaren later weer als handelswaar Europa bereikten. Veel later werd het schaap ingevoerd in Amerika en Australië. In het DNA van hedendaagse schapenrassen zijn de sporen van handel en migratie nog terug te vinden.

Primitieve schapenrassen kwamen minstens zesduizend jaar geleden ook in Europa en Afrika terecht. Hun uiterlijk leek waarschijnlijk op dat van hedendaagse Soay-schapen: kleine gehoornde dieren die nog altijd voorkomen op een paar onbewoonde eilandjes ten westen van Schotland. Soay hebben naast een bruine,



De wol van het Cotswold-schaap was een belangrijk exportproduct van Engeland in de Middeleeuwen.

stugge bovenvacht ook een zachte ondervacht, die tijdens de voorjaarsrui vanzelf uitvalt. Deze wol kon uit de vacht worden geplukt, en scheren was niet nodig.

Moderne schapen ruïen niet: het haar groeit continu door. Bovendien is er door de eeuwen geleidelijk geselecteerd tegen de stugge topvacht van de wilde voorouders. Dat korte haar-type is niet goed tot draad te spinnen of te verven. Wolschapen

hebben door eindeloze selectie een vacht ontwikkeld die vrijwel geheel uit lange zachte onderharen bestaat. Daarnaast bestaan er ook gladharige schapenrassen met nauwelijks ondervacht; deze dieren doen op het eerste gezicht eerder aan een geit denken.

LEIDSE LAKENINDUSTRIE

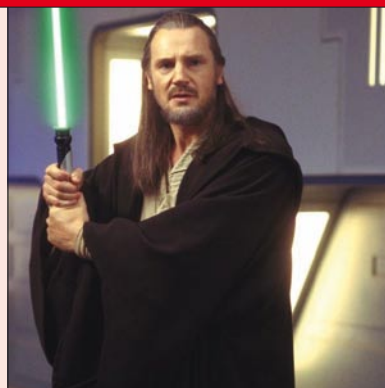
Wolproductie, -bewerking en -handel waren in Europa voor het begin van de jaartelling al een omvangrijke economisch activiteit. In het oude Rome en ver daarbuiten was wol een belangrijke kledingvezel. Bij opgravingen in Pompeï zijn uiteenlopende bedrijfspandjes teruggevonden, waar verschillende fasen uit de wolbewerking zijn uitgevoerd.

Engeland groeide in de Middeleeuwen uit tot een exportcentrum van ruwe wol en wollen stoffen, maar steden in Vlaanderen en Holland namen die rol in de zestiende en zeventiende eeuw over. Deze gebieden werden een centrum van industriële wolproductie, waarbij alle stappen tussen wassen van ruwe wol, kammen, spinnen, weven, verven en afwerken werden opgedeeld tussen gespecialiseerde ambachtslieden. De Leidse lakenindustrie was in de zeventiende eeuw de grootste van Europa en kende meer dan honderd van zulke specialistische bewerkingen. In Leiden produceerde men tientallen verschillende soorten wollen stoffen, inclusief luxe mengsels van wol met zijde, katoen of kamelenhaar. Ook Tilburg kende een textielindustrie.

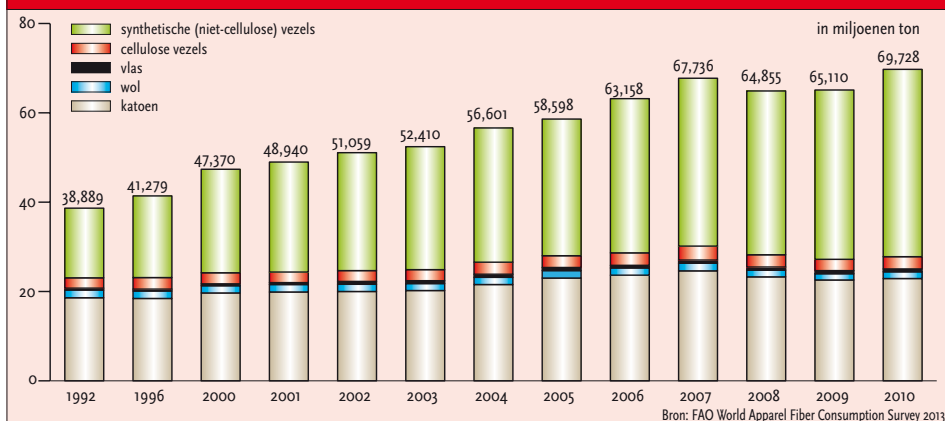
Productie van wollen stoffen bleef in de eeuwen erna een belangrijke bedrijfstak, maar de economische hoogtijdagen waren in onze streken voorbij. De Nederlandse wol- en textielindustrie beleefde na 1800 nog wel een opleving; de komst van stoommachines maakte grootschalig spinnen en weven mogelijk.

WERELDBEROEMD VILT

Nederland kent vrijwel geen wolnijverheid meer, maar met wol valt nog wel een goede boterham te verdienen. Stoffenontwerpster Claudy Jongstra heeft inmiddels naam gemaakt met de verwerking van wol en vilt in stoffen, wandkleden en andere creaties. Ze exposeert regelmatig in moderne kunstmusea. Zo leverde Jongstra in 2015 een wollen kleed voor de slaapkamer van zangeres Adèle. Jongstra verwierf eind jaren negentig internationaal bekendheid toen een kostuumontwerper haar opdracht gaf 50 m donker vilt te leveren voor een gewaad dat acteur Liam Neeson droeg in de film *Star Wars: The Phantom Menace*.



WERELDVEZELVERBRUIK KLEDINGVEZELS



Toch zijn in de jaren na de Tweede Wereldoorlog vrijwel alle wolbedrijven uit Nederland verdwenen; vooral in Azië kon men tegen veel lagere kosten produceren. Die verandering had gevolgen voor de landbouw. Wolproductie speelt nu geen rol van betekenis meer; in Nederland houdt men schapen tegenwoordig voor het (lams)vlees. Verder zetten natuurbeheerorganisaties oude schapenrassen in voor begrazing en landschapsbeheer; hun wol wordt op kleine schaal in Nederland verwerkt tot garen en vilt. De wol van de 600.000 schapen die we in Nederland jaarlijks slachten vertegenwoordigt geen waarde; een klein deel komt bij vilters terecht voor productie van vilt en kunstvoorwerpen.

MODEL VAN SCHAPENHAAR

Tegenwoordig komt veruit de meeste ruwe wol van schaapskuddes uit Australië, China, Nieuw-Zeeland, Argentinië en Zuid-Afrika. China is 's werelds grootste wolverwerker: meer dan de helft van de wereldproductie wordt in China tot draad gesponnen. Het land is dan ook de grootste exporteur van garens en wollen kleding. Bijna 40 % van de wereldproductie aan wollen dames- en herenkleding is afkomstig uit China.

Australië ontwikkelde zich als schapenland bij uitstek tot een kenniscentrum voor wol. De opkomst van synthetische vezels kort na de Tweede Wereldoorlog stimuleerde biochemisch onderzoek naar de samenstelling van wolvezels. De Australische overheid hoopte dat die wetenschap zou helpen de toepassingsmogelijkheden van wol te vergroten en de economisch belangrijke wolsector te beschermen.

Er was sinds 1800 al aardig wat onderzoek gedaan naar de samenstelling van eiwitten uit haar, hoorn en hoeven. Rond

1850 werd daarvoor in de literatuur de naam keratine gemunt (*kera* verwijst naar Grieks voor hoorn). Tussen 1900 en 1935 werden allerlei methodes ontwikkeld om keratines te extraheren uit haar en hoeven. In 1925 ontstond in Engeland het eerste bedrijf dat keratinepoeders verkocht voor cosmetica en andere toepassingen. Het Britse Croda produceert nog steeds keratine dat cosmeticabedrijven verwerken in shampoo en nagelproducten.

Extractie van keratine uit wol leverde niet veel nieuwe kennis op. Australische onderzoekers wilden de structuur van de wolvezels begrijpen: waar zitten de keratineketens en hoe is een haarvezel precies opgebouwd? Met elektronenmicroscop, röntgendiffractie en chemische analyse bouwden een team van wetenschappers uiteindelijk een gedetailleerd model van de schapenhaar. Ze toonden zo dat schapenhaar een complexe biologische structuur is, met diverse soorten cellen.

De Australische Wool Textile Research Laboratories wijdden in dertig jaar maar liefst 586 publicaties aan de structuur van wol, waarvan 32 in het prestigieuze tijdschrift *Nature*. Het onderzoek legde de basis voor beter begrip van de relatie tussen vezelstructuur, diameter en eigen-

GEITENWOLLENSOKKEN

Niet alleen schapenhaar is geschikt om tot garen te spinnen, ook het haar van bepaalde geitenrassen leent zich daarvoor. Kasjmier kan tijdens de rui uit de ondervacht van de kasjmiergeit gekamd worden. Deze vezel is dunner dan het fijnste schapenhaar en geldt als een van de duurste kledingvezels. In Nederland kennen we de 'geitenwollen sokken', maar die zijn gemaakt van schapenwol. Mogelijk verwijst de naam van deze sok naar eenvoud en soberheid: vroeger breiden boeren zelf hun sokken en gold de geit als de koe van de armen.

schappen van wol bij de verwerking tot garen en stof. Plus de vraag welke schapenrassen betere wolkwaliteit leveren. Tegenwoordig komt 80 % van de fijnste kwaliteit wol – afkomstig van het merinoschaap, dat superdunne wolvezels levert – uit Australië.

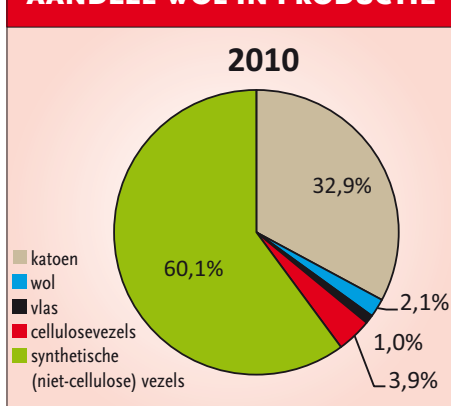
LUXEPRODUCT

Wol is allang geen dominante kledingvezel meer; katoen en kunststof hebben die plaats overgenomen. Wol levert nog maar 1,5 % van het jaarverbruik aan kledingvezels, maar het economisch marktaandeel ligt boven de 10 %. In de markt voor mannenkostuums is dat zelfs 70 %. Wol is in sommige opzichten een luxeproduct geworden.

De wereldproductie van ruwe wol daalt de laatste jaren. In 1990 leverden de wolproducerende landen nog 2 miljard kg, in 2015 iets meer dan 1,2 miljard kg. Het aantal schapen schommelt al jaren rond de 1,1 miljard stuks. Dat laat zien dat het gebruik verandert: meer schapen zijn bedoeld voor de productie van vlees. In Australië is het aantal schapen afgenomen van 160 miljoen naar 70 miljoen, vooral doordat boeren overstapten op rundvee en akkerbouwgewassen als tarwe. Wol ondervindt kortom concurrentie van andere landbouwsectoren en een schaarste aan landbouwgrond.

Door de toenemende vraag naar voedsel zal er minder land beschikbaar zijn voor begrazing en wolproductie. Toch verwachten economen dat ondanks concurrentie van katoen en kunstvezel de vraag naar schapenwol tot 2025 niet zal dalen: de wereldbevolking groeit en daarmee ook de vraag naar kleding, zoals kostuums, truien en jassen. Een deel daarvan zal ongetwijfeld uit wol bestaan. Misschien wordt kleding gemaakt van schapenhaar door een groeiende vraag wat duurder.

AANDEEL WOL IN PRODUCTIE



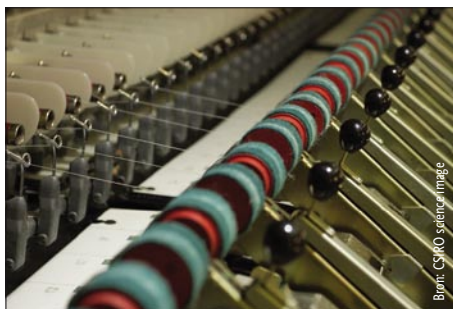
Wol is een flexibel **composiet** van eiwit in een slimme verpakking. Door eeuwen ervaring is wolverwerking vrijwel geheel geautomatiseerd en komen daarbij ook andere bruikbare grondstoffen vrij.

Van haren naar garen

Wol bestaat voor 97 % uit eiwit en oppervlakkig gezien is het dus een polypeptidevezel. In chemische opbouw lijken deze eiwitten sterk op de grondstof van onze hoofdharen en nagels. Deze vezelvormige eiwitten zijn onderling door talloze zwavelbruggen stevig aan elkaar geklonken. Daardoor zijn haareiwitten of keratines goed bestand tegen bijvoorbeeld slijtage, hitte, water en oplosmiddelen.

Onder de elektronenmicroscopie ziet een doorsnede van een wolvezel er meer uit als een levend organisme dan een dode draad: tientallen cellen liggen dicht opeengepakt, afgeschermd door celmembranen. Ze zijn tot de nok gevuld met eiwit, maar her en der zijn nog duidelijk celresten te zien en af en toe een verschrompelde celkern. Die structuur getuigt ervan hoe een haar vanuit de haarwortel groeit: cellen ontstaan door deling op de bodem van het haarzakje en naarmate ze uitgroeien vullen ze zich geleidelijk met eiwitten tot ze echt verhard en afsterven.

De cellen in het merg van een haar bevatten de eiwitten waaraan wol veel van zijn eigenschappen ontleent. Deze keratines zijn langgerekte, kurketrekkervormige eiwitten, waarvan het schaap er minstens zeventien verschillende aanmaakt.



Spinnen van wol.



Microscopische opname wolvezel met schubben.

Twee verschillende keratines schroeven paarsgewijs in een helix om elkaar en vormen zo staafachtige basisstructuurtjes: microfibrillen. Matrix-eiwitten houden vijfhonderd tot achthonderd van zulke fibrillen bijeen in een macrofibril, waarvan elke haarcel er vijf à tien heeft. De matrix-eiwitten zijn van nature goed in het vasthouden van verfstoffen en vocht. Het zorgt ervoor dat wol 30 % van z'n gewicht aan water kan opnemen zonder nat aan te voelen.

De spiraalvormige helixstructuur van keratines in de schorscellen werkt als een nanoveer: je kunt een keratine een stukje uittrekken, waarna het weer spontaan in de oorspronkelijke vorm terugkeert. De rekbare matrixeiwitten bewegen daarbij mee. Miljoenen van zulke veertjes tezamen maken wol rekbaar en sterk tegelijk, een moleculaire eigenschap die veel wegheeft van rubber.

BIOLOGISCH COMPOSIT

De afzonderlijke schorscellen in de haar worden op hun beurt bijeengehouden door een celmembranaancomplex. Dit homogene vul- en bindmiddel van eiwitten en lipiden beslaat 5 % van de

haarmassa. Het is een toegankelijk deel van de haar en speelt een belangrijke rol bij het opnemen en verdelen van kleurstoffen tijdens het verven. Het is ook mechanisch het zwakste deel: als wol na langdurig gebruik breekt, is dat vaak op de eiwitlaag tussen de schorscellen.

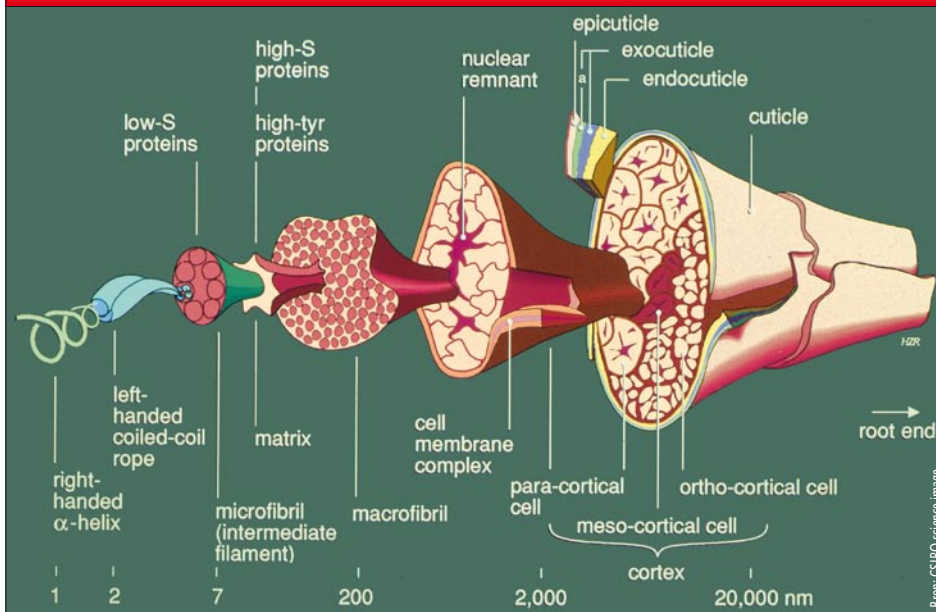
Wol is zo bekeken een fraai biologisch composiet, dat bovendien netjes is verpakt. De buitenkant van de haar heeft namelijk een bekleding van platte schorscellen die dakpansgewijs over elkaar liggen. Elke schorscel heeft een gladde, wasachtige coating die het oppervlak vuilafstotende eigenschappen geeft. Die coating blijft intact tijdens het wassen en is alleen met zeer agressieve chemicaliën te verwijderen.

WASACHTIG VET

De schorscellen geven het oppervlak van de haar ook een schubachtig uiterlijk met kleine opstaande randen, waardoor afzonderlijke wolvezels de neiging hebben aan elkaar te blijven haken. Dat is handig bij het opwerken van losse wolvezels tot draden. Bovendien geeft het wol de eigenschap dat het verandert in vilt als het in water wordt geklopt en gewreven, bijvoorbeeld bij het maken van hoeden. Op die manier werd vooral in vroeger tijden geweven wollen stof in water vervilt en daarna gedroogd en gladgeschoren. Het resultaat was een egaal doek – laken – waarin de afzonderlijke woldraden niet meer te zien waren.

Dat vervilt zou ook kunnen optreden in de wasmachine. Om dat te voorkomen zijn er allerlei afwerkmethodes ontwikkeld die de schubben na het spinnen verwijderen of afdekken met synthetische polymeren. De vezels worden bijvoorbeeld behandeld met waterstofhypochloriet en vervolgens gecoat met siliconenpolyme-

STRUCTUUR VAN WOL



Bron: CSIRO science image

ren, wat kreuken en krimpen tijdens het wassen voorkomt. Verschillende andere chemische bewerkingen houden schimmelmengroei en vraat door kledingmot tegen.

Wol heeft op de rug van een schaap een andere functie dan de toepassing die de mens voor ogen heeft. De vacht is er vooral om het schaap te beschermen tegen de invloeden van koude, hitte, zonlicht en water. De schapehuid scheidt bijvoorbeeld via talgklieren massa's wasachtig vet af – een paar ons per dier – die

de haren in de juiste waterafstotende conditie houdt. En net als andere dieren zweten schapen en veel van dat opgedroogde zweet blijft in de vacht hangen. Wolverwerking draait dus grotendeels om schoonmaken.

SCHEERROBOTS

Scheerders proberen de vacht zo veel mogelijk in één stuk te verwijderen; het is een van de stappen in de wolproductie waarin mensenhanden onmisbaar zijn, al zijn er experimenten gedaan met scheerrobots. Elke vacht ondergaat een keuring, waarbij men slechte of gevleete delen verwijdert, zoals de met mest bevulde delen rond de achterpoten. Wol met dezelfde eigenschappen wordt verzameld en in kleinere plukken verdeeld voorafgaand aan de wasstraat.

Zo'n 20 a 30 % van het wolgewicht bestaat nu nog uit ongewenste zaken: wolvet, vuil en zweetzouten. De wol wordt daartoe op een transportband door verschillende warme en koude waterbaden geleid, waarbij tussen elk bad zware rollen het vuile water uit de wol persen. De eerste baden bevatten heet water met zeep dat vuil en wolvet oplost. Na de wasbaden volgt een aantal spoelbaden en een droogstap, plus verpakken in balen. Van begin tot eind duurt de hele behandeling ongeveer een half uur. Afhankelijk van het formaat van de apparatuur kan een wasstraat 600 tot 5.000 kg wol per uur schoonmaken.

De schone wol gaat in balen verder naar een volgende verwerkingsstap: het kaarden en spinnen. Tijdens het kaarden

passeert de wol een aantal brede metalen rollen met kleine tanden die de wolvezels in een richting kammen. Alle lange vezels komen parallel te liggen en de korte vezeltjes en eventueel resterend vuil worden verwijderd.

Het dunne vezeldoek dat uit de kaardmachine komt wordt met messen in tientallen dunne stroken opgedeeld die tot draden worden gerold. Deze draden zijn zwak en breken snel. Pas als de spinmachine drie of vier van deze draden in elkaar draait, ontstaat een draad die geschikt is om te weven tot kleding of te verwerken tot tapijt. Het verven van de wol kan in verschillende fasen van de wolproductie gebeuren, maar meestal gebeurt het na het spinnen.

Vooral de wolwasserij produceert veel afvalwater. Speciale machines winnen wolvet terug en zuiveren het. Wolvet bestaat voor meer dan driekwart uit een complex mengsel van was-esters: verbindingen tussen langeketenvetzuren en alcoholen. Daarnaast zijn in kleinere hoeveelheden ook vrije vetzuren en alcoholen aanwezig. De ruwe, bruine wolwas wordt verpakt in vaten en ondergaat daarna bij gespecialiseerde verwerkers een raffinage om geur, kleur en bestrijdingsmiddelen te verwijderen.

Gezuiverde wolwas is ook bekend onder de naam lanoline en is bijvoorbeeld geschikt voor huidverzorgingsproducten en schoensmeer, maar ook als biologisch afbreekbaar industrieel smeervet en roestwerend middel. Wolwas is verder een bron van cetyl- en stearylalcohol dat toepassing vindt in emulsies in medicinale crèmes, lotions, lippenstift, vloeibare zeep en zonnebrandmiddelen.

DIERENWELZIJN

De voorbije jaren is er herhaaldelijk kritiek geweest op de behandeling van wol-schapen door Australische boeren en schaapscheerders. Zo snijden schapehouders bij enkele miljoenen merinoschapen de huid onder de staart weg om ernstige infecties met vliegennaden te voorkomen. Deze ingreep – *mulesing* – wordt zonder verdoving verricht. Verder gaat het soms hardhandig toe bij het scheren, en lopen schapen daarbij verwondingen op aan de huid en tepels. Dierenbeschermingsorganisatie PETA roept daarom op tot een boycot van merinowol. Enkele wolverwerkers garanderen inmiddels alleen nog *mulesing*-vrije wol in te kopen.



Bron: CSIRO science image

AFVALVERWERKING

De wolverwerkende industrie produceert duizenden tonnen wolafval per jaar in de vorm van afgekeurde ruwe wol of vezels die bij het kaarden, spinnen en weven vrijkomen. Storten of verbranden is zonde, want dit restafval bevat bruikbare eiwitten en aminozuren. Het punt is alleen dat ze erg stevig zitten opgeborgen in de haarvezel. Australische wetenschappers hebben recentelijk een nieuwe methode ontwikkeld die het wolafval laat oplossen in een mengsel van cholinechloride en ureum. Dit milde oplosmiddel laat de keratinefibrillen intact. Deze zijn geschikt voor het ontwikkelen van allerlei materialen, zoals verband of gels voor medische toepassingen.

Sommige eigenschappen van wol zijn nog voor verbetering vatbaar, vinden veehouders en wol-verwerkers. De **evolutie** van het schaap gaat onverminderd verder.

Beter dan Moeder Natuur

De mens heeft in een paar duizend jaar veel bereikt met het geleidelijk veranderen van eigenschappen van het schaap. Ten opzichte van wilde moeflons is er door selectief fokken een grote variatie ontstaan in vacht, kleur en lichaamsbouw. Tegenwoordig kunnen boeren kiezen uit gespierde Hollandse vleeschapen als de Texelaar of dikbehaarde wolschapen als de Merino. En dat zijn nog maar twee van de ongeveer vijfhonderd bekende schapenrassen. Bovendien zijn allerlei productie-eigenschappen verbeterd, zoals opbrengst, vezellengte, kleur en groeisnelheid. De grote kuddes merinoschapen in Australië en Nieuw-Zeeland winnen aan marktaandeel, omdat wolverwerkers aan die superdunne vezels de

voorkeur geven en er meer voor willen betalen.

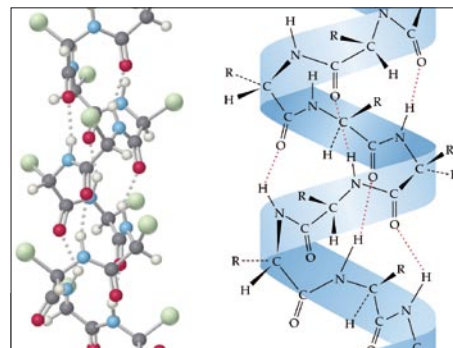
Er zijn een paar sleutelfactoren bij het produceren van wol. Ten eerste is dat de omzetting van voedsel in wolvezels en vlees. Schapen grazen 90 % van hun voedsel zelf bijeen, bijvoeren speelt een kleine rol. Beperking van de hoeveelheid groenvoer door droogte kan de productie en wolkwaliteit schaden; periodes van tekorten kunnen leiden tot groeiremming en tot wolvezels met dunne zones die makkelijk breken.

Verder levert een fors schaap van 60 kg meer wol en vlees tegen minder kosten dan een schaap van 40 kg. Wie deze factoren op een rijtje zet, realiseert zich dat de schapenfokkerij in Australië zoekt naar stevige schapen, die efficiënt voedingsstoffen benutten en meer kilogrammen fijnvezelige wol maken, en na de slacht ook nog geld opleveren.

ZWAKKERE VEZELS

Het verbeteren van zulke eigenschappen is niet eenvoudig. Het selecteren en kruisen van ouderdieren en het vinden van nieuwe lijnen die iets sneller groeien of fijnere wol leveren, kan jaren duren. Er zijn namelijk talloze genen betrokken bij deze eigenschappen, waardoor de voortgang met selectief fokken relatief traag verloopt.

Daarom probeerden onderzoeksgroepen in de jaren negentig met genetische modificatie eigenschappen van schapen te verbeteren. Zo hebben Australische wetenschappers transgene schapen gemaakt die meer van een bepaald type woleiwitten aanmaken. Deze zogenaamde KAP-eiwitten koppelen van nature de keratine-fibrillen met zwavelbruggen aan elkaar en de onderzoekers hoopten dat daarmee



Keratine ontleent veel van zijn sterkte aan de vele waterstofbruggen (stippelijntjes).

de wol sterker zou worden. Het lukte inderdaad om transgene schapen maken, maar de wol van deze dieren bleek tegen de verwachting in juist iets zwakker dan wol van niet-transgene schapen.

In een ander experiment brachten onderzoekers een menselijk transglutaminase-gen in, om zo het aantal peptideverbindingen tussen eiwitten in de wol te vergroten. De gedachte was dit de treksterkte en veerkracht van de vezel zou verhogen. Het resultaat was wederom een iets zwakkere wolvezel. Mogelijk verstoort de komst van extra eiwitten de normale opbouw van de wolvezel, denken onderzoekers nu.

COMPLEX PROCES

Een andere lijn van transgenese richtte zich op de fysiologie van het schaap. Zo is geprobeerd de aanvoer van het zwavelhoudende aminozuur cysteïne te vergroten. Tekorten kunnen de aanmaak van woleiwitten in de haarzakjes vertragen, en eerder was gebleken dat een infuus met cysteïne zelfs de groei van wol flink kon stimuleren. De onderzoekers wilden schapen zelf extra cysteïne laten maken, via het inbrengen van een set bacteriële

BRANDWERENDE WOL



Wol is van nature niet erg gevoelig voor hoge temperaturen. In droge toestand blijft het enkele uren stabiel bij 150 °C. Bovendien is wol van zichzelf vlamdovend. Dat maakt wol tot een geschikt materiaal voor brandveilige en isolerende onderkleding. Sommige fabrikanten gaan nog een stapje verder door merinowol te mengen met een derde aramidevezels om de stof nog sterker en vuurvaster te maken. Wol wordt om dezelfde eigenschappen op kleine schaal toegepast in de isolatie van huizen. |

TRANSGENE SCHAPEN MET GROEIHORMOONGENEN



Het linkerschaap is transgeen; het maakt extra groeihormoon en groeit sneller en produceert meer wol, maar heeft ook vaker gezondheidsproblemen.

genen. Daarmee zou het schaap uitgaan van waterstofsulfide in zijn darmen via een aantal stappen extra cysteïne produceren. Die aanpak slaagde weliswaar in celweek, maar in schapen leverde het toch niet het gewenste resultaat, omdat de ingreep de ontwikkeling van het schapenembryo verstoortte.

In een andere proef kregen schapen een gen ingebracht dat zorgde voor aanmaak van extra groeihormoon. Deze dieren groeiden sneller en groter, maar sommige kregen ook last van diabetes en te hard groeiende hoeven. De dieren vereisen veel meer aandacht en dat is lastig voor een boer die de kudde grotendeels in vrijheid over grote gebieden laat grazen. Het experiment heeft niet geleid tot toepassing in de veehouderij.

Het blijkt kortom lastig om met een paar genetische ingrepen de samenstelling en eigenschappen van het schaap snel te veranderen. Dat is op zich niet zo gek als je bedenkt dat de kenmerken van een wolvezel niet alleen worden bepaald door de chemische eigenschappen van keratine-eiwitten, maar ook door het aantal en de vorm van mergcellen. Verder beïnvloeden het formaat van het haarzakje en de

snelheid waarmee cellen in het haarzakje delen de dikte van de wolvezel. Haargroei is een complex proces dat je met genetische ingrepen waarschijnlijk niet makkelijk kunt verbeteren, maar wel eenvoudig in de war kunt schoppen.

GEEN REVOLUTIES

Veehouders en schapenfokkers richten zich daarom op dit moment vooral op traditioneel kruisen en selecteren. Daarbij krijgen ze de laatste tien jaar hulp van DNA-onderzoek. Het genoom van het schaap is inmiddels in kaart gebracht en de wetenschap kan zo gericht zoeken naar welke genen van invloed zijn op bijvoorbeeld de dikte en treksterkte van de wolvezel.

Onderzoekers proberen nu bijvoorbeeld de genexpressie in de huid van fijnharige en grofharige schapenrassen met elkaar te vergelijken. Op die manier hopen ze meer zicht te krijgen op welke genen bepalend zijn voor woleigenschappen. Die kennis is nodig bij het fokken met de dieren. Dan wordt niet alleen gekeken naar uiterlijke eigenschappen, maar levert een genetisch profiel extra informatie. Bij onderzoek naar verschillen

in genexpressie zijn diverse genen naar voren gekomen als mogelijke kandidaat voor betrokkenheid bij het bepalen van de vezeldikte.

Andere onderzoekers zijn juist op zoek naar genetische variatie in keratine-eiwitten (KIFs) en matrixeiwitten (KAPs) in de kern van de haar. Bij schapenrassen komen verschillende varianten van deze eiwitten voor die subtiel verschillen in hun aminozuurvolgorde. Onderzoekers verwachten dat deze verschillen bepalend zijn voor uiteenlopende wol-eigenschappen. Tot nu toe is een aantal varianten van keratinegenen gelinkt aan eigenschappen als wolopbrengst en vezeleigenschappen. Verder onderzoek moet uitwijzen of ze bruikbaar zijn bij het fokken van verbeterde schapenrassen.

Op dit moment bieden diverse Australische laboratoria al routinematige genecateests om dieren beter te typeren. Zo kunnen fokkers makkelijker verwantschap vaststellen, wat hen helpt bij het nemen van beslissingen over welke rammen en oeien te gebruiken voor het fokken. Deze toepassing van genetische kennis voorspelt echter geen grote revoluties, zoals men ooit voorzag met genetische modificatie. Ondanks alle nieuwe instrumenten die de wetenschap levert, lijkt het erop dat dat verdere verbetering van het schaap net als in de voorgaande eeuwen een vorm van geleide evolutie blijft, hooguit gaat het doelgerichter en in een wat hoger tempo.

SCHEREN MET INJECTIESPUIT

In de jaren negentig ontdekten Australische wetenschappers een methode waarmee ze wolgroei bij schapen konden onderbreken door een enkele injectie met het hormoon EGF (*Epidermal Growth Factor*). De groeionderbreking duurt kort en daarna groeit de vacht weer verder. Een week na de injectie zit alle wol los, zonder scheerbeurt. De methode is sinds 2013 commercieel beschikbaar, maar kost nog altijd meer geld en arbeid dan handmatig scheren. Zo moeten de schapen na de injectie in een netvormig hemd worden gehesen om te voorkomen dat ze tussentijds delen van hun vacht verliezen.



Meer weten

AANBEVOLEN LITERATUUR

- *Trends and drivers for the global and Australian wool industry.* NSW Department of Primary Industries 2015.
- *History of Keratin Research:* via www.kerafast.com
- Merino and Merino-derived sheep breeds: a genome-wide intercontinental study. *Genetics Selection Evolution* (2015) 47: 64.
- *Some chemistry of the wool industry scouring and yarn production.* The New Zealand Institute of Chemistry.
- Genetic manipulation to modify wool properties and fibre growth rates. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 60: 147-154
- *Chemical finishing of textiles.* W. D. Schindler & P. J. Hauser (2004) CRC Press LLC.

AANBEVOLEN WEBSITES

- www.csiro.au: The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO).
- www.iwto.org: The International Wool Textile Organisation (IWTO).
- www.vssschapen.nl: Vereniging van Speciale Schapenrassen.
- <http://woolsofholland.com>: Wools of Holland.
- <http://kaarderijwollust.nl>: Kaarderij Wollust.
- www.deviltmannen.nl: De viltmannen
- www.madehow.com/Volume-1/Wool.html: How products are made: Wool.
- www.iwto.org/wool/history-of-wool: History of Wool. IWTO.
- www.metageerts.nl: Instructies (films) voor vilten van wol voor sjaals, kragen, sieraden en kunst.

VOOR OP SCHOOL

1. Waardoor is verwerking van wol verschoven van West-Europa naar het Verre Oosten?
2. Wat is het chemische onderscheid tussen wol en katoen?

ONGESCHOREN



Dit schaap werd in 2004 in Nieuw-Zeeland ontdekt. Het was op een ranch in de bergen aan de aandacht ontsnapt en zo'n zes jaar niet geschoren. Het dier kreeg de naam Shrek en zijn 30 cm dikke vacht woog 27 kg.

3. Wat maakt Merinowol tot de kwalitatief beste wol?
4. Wat wordt bedoeld met primaire, secundaire, tertiaire en quartenaire structuur van eiwitten?
5. Welke aminozuren zijn instaat dizwavelbruggen te vormen?
6. Geef de structuurformule van een peptidebinding.
7. Wat maakt woleiwitten rekbaar en sterk?
8. Wat is de functie van kaarden en spinnen?
9. Wat is het onderscheid tussen wolwas en oliën en vetten?
10. Waarom proberen veredelaars om schapen met meer wol en vlees te krijgen via genetische modificatie?
11. Hoe kan kennis van het schapengenoom nuttig zijn bij selectie van productievere schapen?
12. Wat is een overeenkomst tussen wol en nylon? Wat is een verschil?
13. Hoe komen Tilburgers aan de naam kruikenzeikers? Wat heeft dat met wol te maken?
14. Wat maakt dat wol en zijde gemakkelijk samengaan in kledingstukken?

COLOFON

Chemische Feitelikheden: actuele encyclopedie over moleculen, mensen, materialen en milieu. Losbladige uitgave van de KNCV, verschijnt driemaal per jaar met in totaal tien onderwerpen.

Redactie:
Erwin Boutsma (C2W), Franny Scholte (C2W), Gerard Stout

Redactie en realisatie:
Bèta Publishers, tel. 070-262 91 00
info@betapublishers.nl

Fotoverantwoording:
Foto's zonder bronvermelding zijn afkomstig van www.dreamstime.com

Opmaak: F. Koeman DTP Services
f.koeman@casema.nl

Basisontwerp: Menno Landstra

Uitgever:
Sijmen Philips, Bèta Publishers
Postbus 19949, 2500 CX Den Haag
tel. 070-26 29 100, info@betapublishers.nl

Abonnementen:
Abonnementenland, Antwoordnummer 1822
1910 VB Uitgeest
tel. 0900-226 52 63 (€ 0,10/minuut)
klantenservice@aboland.nl
Abonnementen kunnen elk gewenst moment ingaan. Wij hanteren de opzegregels uit het verbintenissenrecht. Wij gaan ervan uit dat Chemische Feitelikheden altijd wordt ontvangen uit hoofde van het beroep. Hierdoor wordt het abonnement automatisch met een jaar verlengd tenzij 2 maanden vóór de einddatum een opzegging is ontvangen.

Een abonnement op Chemische Feitelikheden geeft via de website toegang tot tien nieuwe edities per jaar en het totale online archief. Daarnaast ontvangen abonnees in drie zendingen per jaar de losbladige edities.

Tarieven vanaf 2016
Voor particulieren:
Online toegang met inlogcode en papieren editie (inclusief verzamelmap): € 87,75*. Leden van KNCV, KVCV en NVON krijgen € 10,- korting.
Voor bedrijven en (onderwijs)instellingen:
Onbepaald toegang tot de digitale edities op basis van IP-adres en papieren editie in drievoud (inclusief verzamelmappen): € 262,50*.
Losse nummers: € 9,95* per stuk te bestellen bij Abonnementenland.
*Bij betaling per acceptgiro wordt € 2,95 extra in rekening gebracht.

WOL

editie 80
nummer 325
juli 2016

Met dank aan:

- Textielmuseum in Tilburg, zeer uitgebreide informatie over spinnen, kaarden, textielverwerking.
www.textielmuseum.nl

ISSN 0168-3349

KNCV

www.chemischefeitelikheden.nl