

LOUIS BOLK INSTITUUT

Voederbomen: een verrijking voor het rantsoen?

Afstudeerwerkstuk

Ilse van Meir

15-12-2012



Opleiding: Dier- en Veehouderij met Agrarische Ondernemerschap, CAH Vilitum,
te Dronten. Afstudeerdocent: J. Pesman

LOUIS BOLK INSTITUUT

Vertrouwelijk

Voederbomen: een verrijking voor het rantsoen?

Afstudeerwerkstuk

Ilse van Meir

15-12-2012

In opdracht van:

LOUIS BOLK INSTITUUT

Driebergen

Opleiding:

Dier- en Veehouderij met:

Agrarische Ondernemerschap,

CAH Vilitum, te Dronten

Afstudeerdocent:

J. Pesman

Voorwoord

Dit rapport is geschreven als afstudeerwerkstuk van de opleiding Dier- en Veehouderij met Agrarische Ondernemerschap te Dronten. Voor het onderwerp voederbomen is gekozen, omdat geiten bij het onderwerp betrokken zijn en over het onderwerp in Nederland weinig bekend is.

Binnen de opleiding Dier- en Veehouderij heb ik gekozen om te specialiseren in de richting melkvee. Ik heb voor deze specialisatierichting gekozen, omdat ik vanaf het eerste leerjaar interesse heb in de geitenhouderij en nog steeds is de interesse in de geitenhouderij groot. Het afstudeerwerkstuk is het laatste onderdeel van het afstudeertraject, hiervoor heb ik de afstudeerstage bij ABAB Accountancy afgerond, de minor Accountancy gevolgd en de volgende 3 vakken gevolgd op de Wageningen Universiteit ter vervanging van een 2^e minor: Global en Sustainable Animal Production 21st Century, Pathophysiology and Disease en Integrated Course on Ruminants.

Met dit rapport wordt een bijdrage geleverd aan het project Praktijknetwerk Voederbomen, en Multifunctioneel Landgebruik waarin de mogelijkheden worden onderzocht om bomen te gebruiken als: landschapselement, voederboom, veekering, buffer en energiebron.

Graag wil ik Anton van de Bruggen bedanken voor het beschikbaar stellen van zijn bedrijf voor het uitvoeren van observaties bij het voeren van wilgentakken aan geiten. Nick van Eekeren wil ik bedanken voor het verschaffen van informatie en hulp. Boki Luske wil ik bedanken voor haar goede begeleiding tijdens het onderzoek en het geven van nuttige adviezen.

Inhoudsopgave

Voederbomen: een verrijking voor het rantsoen?	2
Afstudeerwerkstuk	2
Voorwoord	3
Samenvatting	6
Summary	7
Verklarende woordenlijst	8
1. Inleiding	9
2. Praktijknetwerk Voederbomen	10
2.1 Inleiding	10
2.2 Missie	10
2.3 Organisatie	10
2.4 Proefbedrijven	10
2.5 De multifunctionele waarde van voederbomen	11
2.7 De ontwikkelingen tot nu toe	12
2.6 Doel van dit onderzoek	14
3. Factoren die de nutritionele waarde en verteerbaarheid beïnvloeden	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Verschil tussen browsers en grazers	15
3.3 Verloop nutritionele waarde in blad	16
3.4 Mineralengehalte in bomen	19
3.5 Secundaire plantstoffen	21
3.6 Bewaren van houtachtige plantdelen	23
3.7 Conclusie	24
4. De invloed van tannines op de verteerbaarheid van voederbomen	25
4.1 Inleiding	25
4.2 Resultaten & discussie	25
4.5 Conclusie	31
5. De nutritionele waarde van voederbomen	33
5.1 Inleiding	33
5.2 Materiaal & methode	33
5.3 Resultaten	36
5.4 Discussie	57

5.5 Conclusie.....	58
5.6 Literatuurlijst database	58
6. Overige informatie van voederbomen.....	61
6.1 Inleiding.....	61
6.2 Invloed voederbomen op productie bij herkauwers.....	61
6.3 De teelt	63
6.4 Milieueffecten.....	65
6.5 Conclusie.....	66
7. Wilgentakken voeren	67
7.1 Inleiding.....	67
7.3 Materiaal & methode.....	67
7.4 Resultaten.....	69
7.5 Discussie.....	75
7.6 Conclusie.....	77
7.7 Aanbevelingen.....	77
8. Conclusie	80
9 Aanbevelingen	82
Literatuurlijst.....	84
Bijlage I Opzet proef wilgen begrazing geiten	90
Bijlage II Ethogrammen van observaties geiten.....	92

Samenvatting

In het kader van Praktijknetwerk Voederbomen worden de mogelijkheden onderzocht om bomen te gebruiken als landschapelement, veekering, voederboom, buffer en energiebron. In dit onderzoek is onderzocht welke potentie bomen hebben als voederboom, waarbij onderzoek is gedaan naar de nutritionele waarde en verteerbaarheid van bomen.

Het onderzoek bestaat uit een literatuurstudie naar factoren die de nutritionele waarde van bomen beïnvloeden, de invloed van ‘tannines’ op de vertering, nutritionele waarde van bomen die in Nederland kunnen groeien en een observatie bij het voeren van wilgentakken aan geiten. De nutritionele waarde van bomen, zijn verder geselecteerd op goede teelteigenschappen van de boom, primaire bronnen, betrouwbaarheid van de bron, eetbare boomdelen en afwezigheid van gevaarlijke giftstoffen. Bij de observatie is gekeken wat geiten liever hebben wilg of krachtvoer, wilg of ruwvoer en de blad, bast of twijg van de wilg.

Geiten zijn beter in staat om bomen als voedsel te benutten en worden minder snel vergiftigd dan koeien. De nutritionele kwaliteit van blad neemt af naarmate het ouder wordt. Mineralengehalte in bomen is vooral afhankelijk van de bodem waarop de boom groeit en de boomsoort. Houtachtige planten kunnen giftstoffen bevatten, waarbij algemeen geldt dat kleine hoeveelheden niet schadelijk zijn voor herkauwers.

Gecondenseerde tannines (CT) beïnvloeden de vertering zowel negatief als positief, door aan voedingsbestanddelen te binden of onderdelen van het verteringstelsel. Doordat CT op meerdere plaatsen in verteringstelsel de vertering beïnvloedt is alleen met een *in vivo* meting vast te stellen wat de verteerbaarheid is van bladeren en twijgen van bomen. Geiten kunnen hogere concentraties tannines verdragen dan koeien. Met PEG kan de werking van CT tegen worden gegaan.

Alleen robinia en vuilboom hebben een ruw eiwitgehalte dat gelijk is aan gras. Per kilo vers product hebben alle boomsoorten een hoger eiwitgehalte. De hazelaar en beuk zijn het meest geschikt voor melkgevende geiten en koeien op basis van het mineralengehalte. Het eiwitgehalte in blad is 2 keer zo hoog als in twijgen en het lignine gehalte 2 keer zo laag. Het mineralengehalte tussen blad, bast en twijg is verschillend.

Bomen kunnen in drogen gebieden voor melkproductie, vleesproductie en vruchtbaarheid verhoging zorgen en verlagen de milieulast. Eetbare drogestof productie is afhankelijk van bemesting, boomsoort, bodem, klimaat, plantdichtheid en zaagmanagement. Oogsten in augustus op een hoogte van 50 – 80 cm levert de hoogste eetbare drogestof opbrengst op.

Geiten eten liever wilg dan ruwvoer, bij krachtvoer werd geen voorkeur gemeten. De geiten eten het liefst het blad en de jonge stengeldelen, vervolgens de bast en overige stengeldelen. Ruwvoer dient niet gelijk met grote hoeveelheden wilgentakken gevoerd te worden.

Bomen hebben door hoge mineralen gehalte zeker potentie als voederboom, maar meer onderzoek is nodig om te kijken of bomen ook in Nederland voor productieverhoging kunnen zorgen.

Summary

The possibility to use trees as landscape element, fence, fodder tree, buffer for nutrients, energy source are searched by 'Practise network Fodder tree'. In this research the potency of trees as fodder tree has been researched, whereby research has been done to the nutritional value and digestibility of trees.

The research consisted of a literature study of the factors which influence the nutritive value of trees, the influence of tannins on the digestibility and nutritive value of trees which are able to grow in The Netherlands. Apart from that an observation has been done on the feeding of willow braches to goats. The nutritive values of trees were selected by good cultivate properties of the tree, primary research, reliability of the research, edibility tree parts and the absence of dangerous toxic compounds. Preference of goat between concentrate and willow, roughage and willow and leave, bark and twig has been researched.

Goats are better in using trees as food source and handling of toxic secondary plant compounds. than cows. The nutritive value of leaves is decreasing by aging. The mineral content depends on tree species, soil type and soil circumstances. Woody plants can contain toxic compounds, but small amounts aren't dangerous for ruminants, generally.

Condensed tannins influence the digestibility of tree negatively and positively, through binding to nutrients or parts of the digestive tract. Because CT influence the digestion on different parts of the digestive tract, the digestibility of trees could only be measured by *in vivo* measurements. Goats tolerate a higher concentration of tannin than cows. The effect of CT is reduced by PEG.

Only black locust and alder buckthorn have a protein content that is equal to grass. All trees have a higher protein content than grass per kilo of fresh product. The hazel and beech meet most the requirement of minerals of milk producing cows and goats. Protein content in leaves is as twice as high as in twigs and lignine content in leaves is as twice as low as in twigs. The mineral content between leave, bark en twig is different.

Trees can provide a higher milk production, meat production and fertility in dry areas and reduce environmental pollution. Edible dry matter yield depend on fertilizing, tree, soil, climate, plant density and cutting management. Harvest in August at a cut high of 50 – 80 cm yield the highest edible dry matter yield.

Goat prefer willow above roughages, no preference was measured between willow and concentrate. Goats prefer to have leaves and young parts of twigs, then bark and remainder part of twigs. Roughages shouldn't be fed with big amount of willow.

Fodder trees do have a potency, but more research is needed to find out if trees also makes ruminants produce more in The Netherlands.

Verklarende woordenlijst

ADF	= Lignine en cellulose
ATP	= Energie
Ca	= Calcium
CT	= Gecondenseerde Tannine
Cu	= Kopper
ds	= Droge Stof
Fe	= IJzer
g	= Gram
ha	= Hectare
HT	= Hydrolyseerbare Tannine
In vivo	= Meting uitgevoerd in dier
In vitro	= Meting uitgevoerd in
kg	= Kilogram
K	= Kalium
Mg	= Magnesium
mm	= Millimeter
N	= Stikstof
Na	= Natrium
NDF	= Lignine, cellulose en hemicellulose
Mn	= Mangaan
P	= Fosfor
PEG	= Polytheen Glycol
Se	= Seleen
VFA	= Vluchtige Vetzuren
Zn	= Zink

1. Inleiding

Dit rapport is geschreven in het kader van Praktijknetwerk Voederbomen en Multifunctioneel Landgebruik. Door Praktijknetwerk Voederbomen worden de mogelijkheden onderzocht om bomen te gebruiken als landschapelement, veekering, voederboom, buffer en energiebron. Het telen van bomen heeft melkveehouders en geitenhouders verschillende voordelen te bieden, echter onbekend is nog wat de nutritionele waarde is van bomen. Tannines zijn secundaire plantenstoffen die planten aanmaken om zich te beschermen tegen herbivoren. Tannines beïnvloeden de verteerbaarheid, maar onduidelijk is nog hoe de vertering wordt beïnvloed. In dit onderzoek wordt duidelijkheid gegeven over het effect van tannines op de vertering bij geiten en koeien. Daarnaast worden nutritionele waarde van boomsoorten met elkaar vergeleken, zodat duidelijk wordt welke boomsoort melkveehouders en geitenhouders het beste kunnen telen.

Dit rapport geeft antwoord op de vraag: Welke bomen die in Nederland kunnen groeien zijn het meest geschikt als voederboom voor geiten en koeien op basis van nutritionele waarde en verteerbaarheid? Hierbij wordt ook aandacht besteed aan de factoren die de nutritionele waarde beïnvloeden. Informatie die tijdens het onderzoek gevonden wordt en niet zeer van belang is voor dit rapport maar wel voor het project Praktijknetwerk Voederbomen, wordt verwerkt in hoofdstuk 6. Tot slot zijn observaties gedaan bij het voeren van wilgentakken aan geiten, daarbij is gekeken voor welke plantonderdelen en type voer de geiten voorkeuren hebben.

Het onderzoek bestaat voor een groot deel uit een literatuurstudie, alleen bij hoofdstuk 7 zijn observaties gedaan. In hoofdstuk 2 vind je een uitleg wat Praktijknetwerk Voederbomen inhoudt, de ontwikkelingen toe nu toe en wat het doel is van dit onderzoek binnen Praktijknetwerk Voederbomen is. De factoren die de nutritionele waarde van bomen beïnvloeden worden in hoofdstuk 3 besproken. In hoofdstuk 4 wordt uitgewerkt hoe tannines de verteerbaarheid van bomen beïnvloeden bij geiten en koeien, wanneer een positief effect op de vertering behaald kan worden en hoe de werking van tannines tegen kan worden gegaan. De resultaten van de literatuurstudie naar nutritionele waarde van bomen worden in hoofdstuk 5 weergegeven. Daarnaast wordt besproken hoe de literatuurstudie is uitgevoerd, hoe de gegevens zijn verwerkt in de database en hoe de uiteindelijke resultaten tot stand zijn gekomen. Naast een conclusie, vindt ook een discussie plaats over de resultaten. In hoofdstuk 6 staat alle overige informatie die van belang is voor het project Praktijknetwerk Voederbomen vermeld. In hoofdstuk 7 is uitgewerkt hoe de observaties bij de geiten zijn uitgevoerd, welke resultaten dit heeft opgeleverd, wat de conclusie is en welke aanbevelingen er zijn. Aan het eind van dit rapport is een eindconclusie te vinden over het hele rapport. Het rapport wordt afgesloten met aanbevelingen.

2. Praktijknetwerk Voederbomen

2.1 Inleiding

Dit onderzoek maakt deel uit van het project van Praktijknetwerk Voederbomen en Multifunctioneel Landbouwgebruik. In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan waar het Praktijknetwerk voor staat en wat en doelstellingen zijn van het netwerk. Daarnaast komen de oprichters aanbod, de onderzoeksvragen, de multifunctionele waarde van voederbomen en welke resultaten tot nu toe zijn behaald. Tot slot wordt uitgelegd wat het doel van dit onderzoek is binnen het Praktijknetwerk Voederbomen.

2.2 Missie

Voederbomen heeft als doel de mogelijkheden te onderzoeken voor melkvee- en geitenhouders om bomen te gaan telen waarbij de bomen voor meerdere doeleinden gebruikt worden zoals landschapselement, veekering, buffer, voederboom en als energiebron. Kennisontwikkeling en kennisverspreiding over bovengenoemde thema's zijn het doel van het netwerk. Dit vindt plaats door het opdoen van praktijkervaringen, organiseren van binnenlandse en buitenlandse excursies en bijeenkomsten met veehouders.

2.3 Organisatie



Praktijknetwerk Voederbomen is opgericht door het Louis Bolk Instituut en Stichting Duinboeren. Deze organisaties geven samen met het Brabants Landschap uitvoering aan het project Voederbomen. Stichting Duinboeren bestaat uit leden die wonen rond het nationaal park De Loonse en Drunense Duinen, waaronder ook agrarische ondernemers vallen. Doel van de stichting is het behouden van de leefbaarheid van het gebied waarin zij wonen, waar duurzame landbouw mogelijk is en waarbij de natuur beschermd wordt. Het Louis Bolk Instituut is een onderzoeksinstituut dat onderzoek doet op het gebied van duurzame landbouw en voeding en gezondheid. Onderzoek naar duurzame landbouw beperkt zich niet tot de Nederlandse grenzen, maar wordt ook internationaal

uitgevoerd. Hierbij staan ervaringen uit de praktijk en de systeembenadering centraal. Praktijknetwerk Voederbomen wordt gefinancierd door de Europese Unie, Ministerie van Economische Zaken, Netwerken en meerdere cofinanciers zoals Brabants Landschap. Het project is 2011 gestart en heeft een looptijd van 3 jaar.

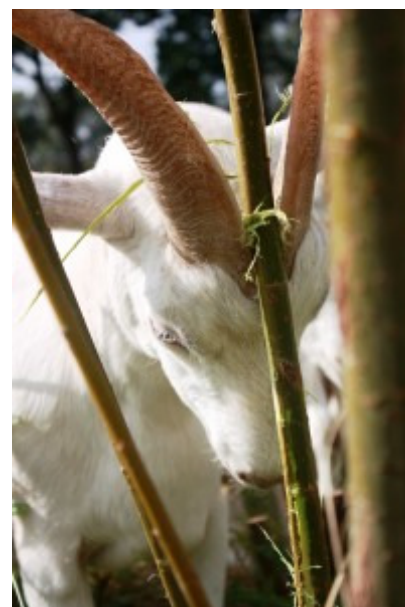
2.4 Proefbedrijven

Op vier agrarische bedrijven zijn bomen aangeplant met verschillende functies. Doel van de aanplanting is ervaring op te doen met de teelt en het oogsten van bomen. Bedrijf 1: Een biologisch geitenbedrijf, te Tilburg. Wilgen zijn aangeplant op een laag gelegen huiskavel met veel invloed van kwel uit de naast gelegen Wilhelminakanaal. De wilgen zijn aangeplant in stroken van 6 tot 12 meter breed met daar tussen stroken gras klavermengsel van 6 tot 12 meter breed. Doel

van de aanplanting is het nut van de wilg als voederboom te onderzoeken, waarbij wordt gekeken naar het gefaseerd begrazen van de wilgen, het mechanisch oogsten en landschappelijke inpassing van de wilgen. De aangeplante wilgen bieden schuilgelegenheid voor de geiten en geven de geiten de mogelijkheid hun natuurlijk gedrag uit te oefenen. Bedrijf 2: biologische melkveebedrijf, te Helvoirt. De wilgen en elzen zijn aangeplant op een vrij nat perceel in een weiland met stroken van 2 meter breed en tussenruimte van 24 meter. Doel van de aanplanting is bescherming bieden voor koeien tegen verschillende weersomstandigheden, een aanvulling op het rantsoen geven, het hout gebruiken als energiebron en testen van machinale oogstmethodes. Bedrijf 3: biologische geitenbedrijf, te Biezenmortel. De bomen zijn aangeplant op een goed ontwaterde huiskavel. In stroken van 5 meter breed zijn bloksgewijs 4 boomsoorten aangeplant: wilg, els, hazelaar en robinia. In de tussenstroken van 12 meter breed groeit een gras en klavermengsel. Doel van de aanplanting is de uitloop voor de geiten verbeteren, waarbij de stroken gefaseerd begraasd worden. Bedrijf 4: melkveebedrijf, te Kaatsheuvel. Verschillende inheemse bomen zijn gemengd aangeplant in stroken van 3 meter breed op zandgrond. Met de proef wil men het inpassen van houtsingels op een agrarisch bedrijf verbeteren, zoals betere oogstmethodes.

2.5 De multifunctionele waarde van voederbomen

Het planten van bomen geeft verschillende voordelen voor het milieu, zo wordt door de beworteling van de bomen bodemerosie voorkomen. Door de bomen langs slotkanten te planten kunnen bomen uitspoelingen van ongewenste stoffen naar de sloot voorkomen. Bomen gaan het broeikas effect tegen door koolstof te binden. De els en robinia zijn bomen die door de aanwezigheid van *Rhizobium* bacteriën zorgen voor stikstofbinding. Het planten van bomen geeft meer biodiversiteit aan landbouwgebieden, waardoor verschillende diersoorten zoals insecten en vogels en plantensoorten zich beter kunnen handhaven. Het restproduct hout kan als biomassa gebruikt worden voor het opwekken van energie in een biomassa centrale. Aanplanting van bomen zorgt voor een beter dierwelzijn, omdat het schuilgelegenheid en bescherming tegen harde wind en felle zon biedt. Maar het geeft de dieren ook de mogelijkheid hun natuurlijk gedrag te uiten, zoals in figuur 2.1 te zien is. De bomen leveren ook voer op voor geiten en koeien, waarbij sommige bomen stoffen bevatten die de gezondheid bevorderen. Tot slot zorgen bomen voor het verfraaien van het landschap, wat recreanten aantrekt en voor meer draagvlak zorgt voor de agrarische sector. Omdat voederbomen verschillende voordelen bieden voor de natuur, biodiversiteit en landschap kunnen agrariërs subsidie krijgen voor het aanplanten van voederbomen. De meeste subsidies worden door de provincie toegekend. In de natuurbeheersplannen van de provincies staat aangegeven welke gebieden in aanmerking kunnen komen voor een subsidie.



Figuur 2.1 Geiten strippen met hun hoorns de schor van de bomen.

2.7 De ontwikkelingen tot nu toe

2.7.1 Oogstmethode

Verschillende oogstmethodes zijn uitgetoetst voor het oogsten van de voederbomen. Op het proefbedrijf bij van de Bruggen werden de bomen met een motorzaag omgezaagd. Dit gaat snel maar is zwaar werk. De takken kunnen in de stal gevoerd worden (blad, takken en twijgen), waarna het hout voor de kachel kan worden gebruikt. Hier komt nog aardig wat handwerk bij kijken. Met een proef is gekeken of machinaal balen persen van wilgentakken tot de oogstmogelijkheden behoort. Met een messenbalk zijn de scheuten die over het gras hangen afgeknipt en vervolgens met een kleine balenpers tot balen geperst. De bomen zijn geoogst 1 jaar nadat de bomen zijn aangeplant. De balen moeten een extra keer ingewikkeld worden, zodat de takken niet uit het plastic steken. Het machinaal persen van balen blijkt goed te doen te zijn en de balen zijn eenvoudig te voeren. Het compleet oogsten van bomen kan met een biobaler gedaan worden. De trekker rijdt de bomen plat waarna ze vervolgens tot balen worden geperst. De balen kunnen voor energieopwekking gebruik worden. De bomen worden compleet geoogst maar dit gaat langzaam. Tot slot zijn de mogelijkheden onderzocht om blad van takken te scheiden met een rietsnijder, dit werkt goed alleen het blad wordt niet opgevangen en de machine maakt veel lawaai. In Figuur 2.2 en 2.3 zijn de resultaten van het blad scheiden te zien.



Figuur 2.2 Wilgentakken zonder blad



Figuur 2.3 Gescheiden blad

2.7.2 Teelt

Op een studiedag zijn de mogelijkheden besproken om bomen met landbouw te combineren. Een mengsel van bomen met verschillende oogsttijdstippen biedt mogelijk de oplossing om de grond nog efficiënter in het seizoen te benutten. Daarnaast moet het akkerbouwgewas, waarmee de bomen teelt gecombineerd wordt, zo min mogelijk schaduw of concurrentie ondervinden, maar de mogelijkheden zijn er. Bomen telen in combinatie met ander voedergewassen verhoogt de voedsel- of energieproductie per hectare. In oktober 2011 zijn de eerste opbrengstmetingen gedaan van de aanplantingen op zandgrond die in april 2011 waren aangeplant. Opbrengsten van takken en bladeren is maximaal 5,5 ton droge stof per ha onder goede productie omstandigheden. Op stukken met structuurproblemen was de opbrengst duidelijk lager, tot 1,1 ton droge stof per ha. Het aandeel blad varieerde van 20-30%. In oktober 2012 zijn de opbrengstmetingen herhaald, voor de bomen die in september 2011 waren geoogst en bomen die niet eerder waren geoogst

2.7.3 Houtkachels

Bij hout als energiebron wordt vooral gekeken wat voor besparing het verbanden van hout oplevert vergeleken met een gangbare energiebron. Op een thema-avond waar verschillende houtkachels besproken zijn was aandacht voor: de kachels, brandstof gebruik, opslag en logistieke aanvoer van hout, kansen en beperkingen bij gebruik van eigen hout, kwantiteit en kwaliteit van hout, de wet- en regelgeving, subsidiemogelijkheden en kosten en baten berekening van een aantal concrete voorbeelden. Belangrijke conclusie van de thema avond zijn: de keuze uit houtkachels is groot, maar niet elke houtkachel is even geschikt. Je moet een goed beeld hebben van je eigen energieverbruik. Laat je plan goed doorberekenen en ga na of je een vergunning nodig heb. Heb oog voor de kwaliteit van het hout. Zorg voor voldoende voorraad, zodat je geen duur hout hoeft aan te kopen in tijden van tekorten. Algemene conclusie van de avond was dat, ook in het bosarme Nederland, hout (snippers of pellets) een prima en rendabel alternatief is voor aardgas of olie, bij een volume van meer dan 1000 kuub te verwarmen ruimte maar dat er wel aan relatief strenge randvoorwaarden moet worden voldaan.. In Figuur 2.4 is een voorbeeld van een houtkachel te zien.



Figuur 2.4 Een houtkachel

2.7.4 Gezondheidsaspecten bomen

Van inheemse bomen die goed te telen zijn, is gekeken welke bomen gezondheid bevorderende stoffen bevatten. Dit is samengevat in een adviesrapport (Medicinale en etnobotanische aspecten van (potentiële) voederbomen voor melkvee) dat gratis van de website Praktijknetwerk Voederbomen te downloaden is.

2.7.5 Voorkeuren geiten bij wilgen

Onderzocht is wat de voorkeur is tussen verschillende wilgencultivars bij geiten. De geiten aten van alle wilgencultivars het blad in snel tempo op, waarbij geconcludeerd kan worden dat de smaakverschillen tussen de verschillende cultivars niet relevant zijn. Daarnaast is onderzoek gedaan naar de voorkeur tussen aanbiedingsvormen van wilgen bij geiten. Bij de volgende



aanbiedingsvormen bij geiten werd 55 tot 65% van het product opgegeten: gehakseld product (tak en blad), blad en stengel los, en blad en stengel vast. In figuur 2.5 is het gehakseld product te zien dat gevoerd is. Bij het gehakselde product nam de interesse van de geiten sneller af. Er is geen duidelijk advies over in welke aanbiedingsvorm de wilgen aan de geiten gevoerd moet worden. In alle gevallen wordt het blad en een deel van de bast door de geiten gegeten.

Figuur 2.5 Gehakselde wilgentakken

2.6 Doel van dit onderzoek

Het aanplanten van bomen heeft veehouders verschillende voordelen te bieden. Er is echter nog maar weinig bekend over de voederwaarde en verteerbaarheid van bomen die in Nederland groeien. Met dit onderzoek kan antwoord gegeven op de vraag wat de nutritionele waarde en verteerbaarheid is van bomen die in Nederland groeien en welke bomen geschikt zijn als voederboom op basis van de nutritionele waarde en verteerbaarheid. Dit geeft veehouders die voederbomen willen gaan planten de mogelijkheid een boomsoort te kiezen met een hoge voederwaarde. Daarmee is het aanplanten van bomen niet alleen goed voor de natuur en voor energie opwekking maar ook een verrijking voor het rantsoen. Binnen dit onderzoek is ook aandacht besteed aan de voorkeuren van geiten bij het voeren van wilgentakken, daarmee kan bepaald worden welke delen van de boom de geit graag eet en welke plaats voederbomen in het rantsoen moeten innemen.

3. Factoren die de nutritionele waarde en verteerbaarheid beïnvloeden

3.1 Inleiding

Doel van dit hoofdstuk is inzicht te krijgen in de factoren die de nutritionele waarden en verteerbaarheid van bomen beïnvloeden en wat hun effect is op de nutritionele waarden en verteerbaarheid van bomen. Allereerst is er aandacht voor het verschil tussen browsers en grazers en hun verteringstelsel. Het verloop van de nutritionele waarde in het blad tijdens het seizoen komt aanbod, waarbij gekeken wordt naar de factoren die dit verloop beïnvloeden. Het mineralengehalte in blad en de factoren die hier invloed op hebben worden besproken. Tot slot is er aandacht voor de secundaire plantstoffen en de bewaring van houtachtige plantdelen.

3.2 Verschil tussen browsers en grazers

Een koe is een grazer, terwijl een geit een intermediate feeder is. Een intermediate feeder is een dier dat tussen grazer en browser in zit. Een browser is een dier waarbij het rantsoen voor minstens 75% uit plantdelen van houtachtige planten bestaat (Shipley, 1999). Grazers en browsers hebben hun bouw en verteringstelsel aangepast aan het rantsoen dat zij eten, waardoor browsers beter in staat zijn houtachtige planten te benutten als voedsel. Geiten zijn daarom als intermediate feeders beter in staat om houtachtige planten als voedsel te benutten, dan koeien. Het verschil tussen de bouw en verteringstelsel van grazers en browsers en tussen grassen en houtachtige planten wordt hier verder uitgewerkt.

De kaak en tanden bij grazers en browsers verschillen van elkaar. Gras is een homogeen voedsel bron als gekeken wordt naar de eetbare delen en nutritionele waarde hiervan. Bij houtachtige planten hebben vooral de bladeren een hoge nutritionele waarde en andere plantdelen juist niet. Bovendien groeien houtachtige soorten meer door elkaar, waarbij deze houtachtige plantensoorten verschillen in hun toxiciteit. Browsers moet dus meer selectief hun voedsel kiezen dan grazers. Dit verschil is terug te zien bij de kaak van grazers en browsers, waarbij grazers grotere tanden en een bredere gespierde kaak hebben dan browsers. Daarmee is een koe in staat in één hap grote hoeveelheden gras op te nemen. Grazers zijn daar en tegen niet in staat om kleine hoeveelheden gras te selecteren (Shipley, 1999). Gras heeft dikkere vezelachtige celwanden dan bladeren van houtachtige planten, dit maakt dat gras lastiger te kauwen is (Robbins, 1993). De grote tanden en brede gespierde kaak van de grazer hebben zich hier op aangepast.

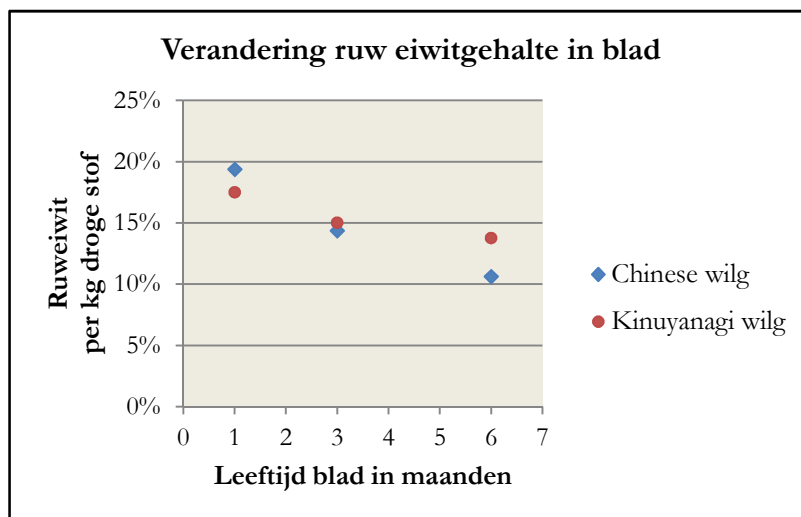
In de celwanden van gras bezitten meer langzame verteerbare vezels zoals cellulose (Demment en Van Soest, 1985). Grazers hebben zich hierop aangepast met een grotere pens, die meer gespierd is dan bij browsers. De opening tussen de pens en boekmaag is bij grazers kleiner, waardoor de het voedsel minder snel de pens verlaat en de pensmicroben meer tijd hebben om de fermenteerbare delen van het voedsel af te breken en meer energie uit gras te halen. Daarentegen hebben bladeren van houtachtige planten minder celwand bestanddelen en meer lignine in hun celwand dat niet verteerbaar is, waardoor browsers een kleinere pens hebben waar het voedsel sneller door passeert (Shipley, 1999). Daar komt bij dat de celinhoud van bladeren uit meer snel fermenteerbare en compleet verteerbare eiwitten, vetten en suikers bestaat dan gras (Bodmer, 1990). Hierdoor is het niet nodig dat het voedsel lang in de pens verblijft. Het korte verblijf van

het voedsel in de pens verhoogd de voeropname. Browsers hebben grotere epithelen in de pens, die de oppervlakte van de penswand met een factor 22 vergroot. Dit maakt snelle opname van vluchtige vetzuren (VFA) mogelijk, waardoor in de pens geen pens verzuring ontstaat.

Browsers hebben een grotere lebmaag, darmstelsel en speekselklieren die vier keer zo groot zijn als bij grazers. De grotere speekselklieren bij browsers zorgen er niet voor dat browsers meer speeksel produceren, maar dat het speeksel een andere samenstelling heeft dan bij grazers. In dit speeksel zitten eiwitten die aan tannine binden, het nut hiervan wordt verder besproken in het hoofdstuk 4. Browsers hebben 100% meer leverweefsel dan grazers, dit is een aanpassing aan de vele giftige stoffen die voorkomen in houtachtige planten (Shipley, 1999).

3.3 Verloop nutritionele waarde in blad

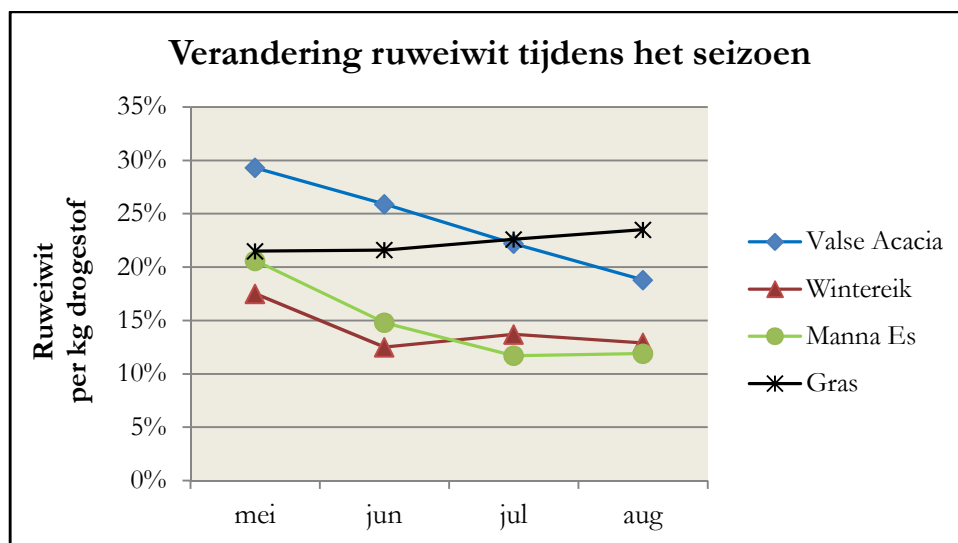
De samenstelling van het blad van boomsoorten is mede afhankelijk van het groeistadium van de boom. De groei wordt beïnvloed door: temperatuur, licht en water. Hoge temperaturen voldoende licht en water bevorderende groei. Ziekte en predatie vertragen de groei (Kool & Smit, 2000). Naarmate het blad ouder wordt neemt de kwaliteit van het blad af. Het gehalte aan celwandbestanddelen en lignine gehalte neemt toe en het eiwitgehalte daalt met ongeveer 10% (Becker & Nehring, 1965). Bij het onderzoek van Ahmad et al. (2002) werd ook een forse daling van het ruw eiwitgehalte vastgesteld: van 24,8% in april tot 11,3% in oktober. Bij het onderzoek van Oppong (1998) werd het ruw eiwitgehalte in het blad van de kinuyanagi wilg en chinese wilg 3 keer in het seizoen gemeten, zie figuur 3.1.



Figuur 3.1 Verandering ruw eiwitgehalte in blad tijdens het seizoen (Oppong, 1998).

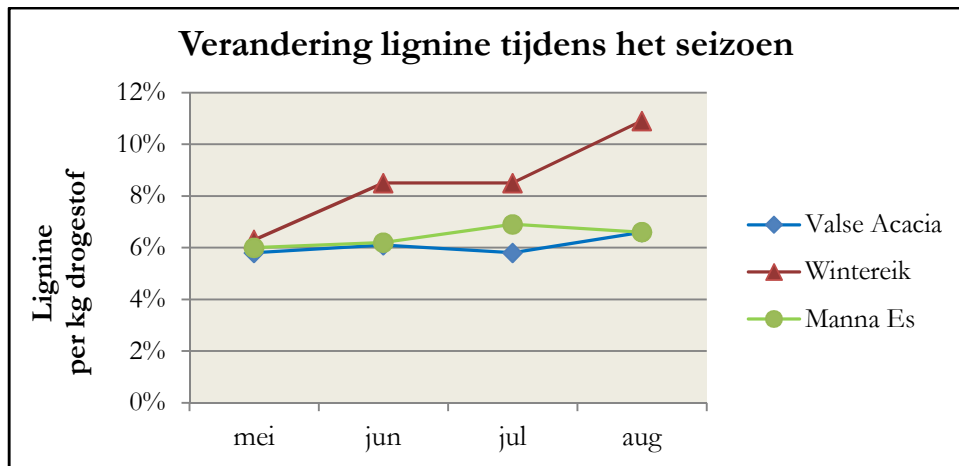
De punten in de grafiek geven het ruw eiwitgehalte per kilo droge stof in het blad weer bij de metingen nadat het blad 1, 3, of 6 maanden oud is. Ook hier is te zien dat naarmate het blad ouder wordt het eiwitgehalte daalt in het blad. De daling bij kinuyanagi wilg is minder dan bij de chinese wilg. Ondanks dat bij dit onderzoek de wilgen onder dezelfde omstandigheden groeien is te zien dat de wilgen tijdens het seizoen verschillende ruw eiwitgehalte hebben. Waaruit geconcludeerd kan worden dat soorten uit dezelfde familie verschillende nutritionele waarde

kunnen hebben. In figuur 3.2 zijn de verandering van het ruw eiwitgehalte in bladeren en twijgen weer gegeven van het onderzoek Papachristou & Papanastasis (1994). De punten in de grafiek geven het ruw eiwitgehalte per kilo drogestof van de maanden mei t/m augustus weer. Ook hier is het ruw eiwitgehalte in mei bij de verschillende boomsoorten het hoogst. Gras laat juist een lichte stijgende lijn zien in het ruw eiwitgehalte. Bij de wintereik en manna Es verloopt de daling van het ruw eiwitgehalte niet lineair, dit komt doordat niet alleen de leeftijd van het blad van invloed is op het ruweiwitgehalte. Om nitraat te kunnen omzetten tot ammonia en vervolgens te synthetiseren tot aminozuren, is de plant afhankelijk van zonlicht. Bewolkt weer beïnvloedt de nutritionele kwaliteit van het blad dus negatief (van Soest, 1994). De behoefte aan licht is verschillend tussen boomsoorten (Kool & Smit, 2000).



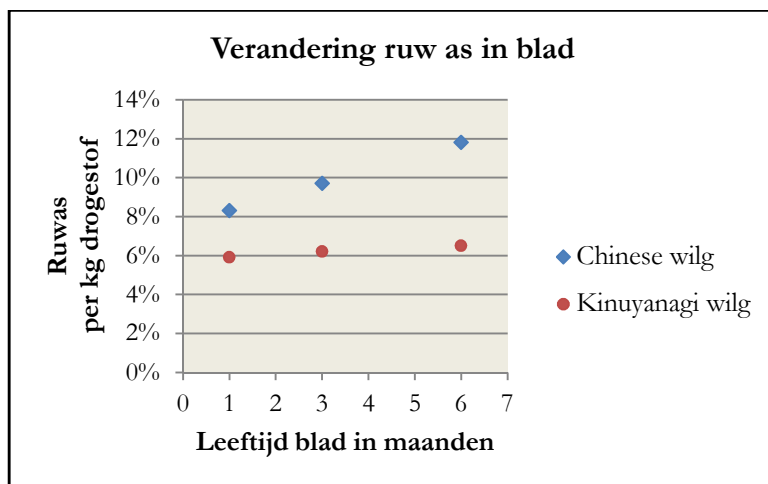
Figuur 3.2 Verandering ruw eiwitgehalte in blad en twijgen tijdens het seizoen (Papachristou & Papanastasis, 1994).

Hogere omgevingstemperaturen heeft bij planten het gevolg dat de verteerbaarheid van verschillende plantdelen daalt, doordat lignine sneller gevormd wordt. Ook worden fotosynthetische eindproducten sneller omgezet tot structurele elementen, dat betekent dat het gehalte aan eiwit en oplosbare koolhydraten in de cel lager worden en het celwand gehalte hoger (van Soest, 1994). Dit proces verloopt in de bast en twijg sneller dan bij blad. Door water te kort neemt het verouderingsproces in het blad af, waardoor de verteerbaarheid en droge stofpercentage toeneemt (Taiz & Zieger, 1991). Bij een onderzoek van Malechek & Nastis (1981) steeg het lignine gehalte van juni tot met augustus 10%. In figuur 3.3 zijn de verandering van het lignine gehalte in bladeren en twijgen weergegeven van het onderzoek Papachristou & Papanastasis (1994). De punten in de grafiek geven het lignine gehalte per kilo droge stof van de maanden mei t/m augustus weer. Het lignine gehalte is in mei bij de verschillende boomsoorten het laagst. De stijging in het lignine gehalte loopt ook hier niet lineair. Tijdens het onderzoek was de regenval lager dan het 16 jaar gemiddelde, hoogstwaarschijnlijk hebben de bomen last gehad van water tekort, waardoor het verouderingsproces werd tegengegaan.



Figuur 3.3 Verandering lignine gehalte in blad en twijgen tijdens het seizoen (Papachristou & Papanastasis, 1994).

De verteerbaarheid van oude bladeren is dus minder dan van jonge bladeren (Malechek & Nastis, 1981). Dit werd ook opgemerkt bij een onderzoek van Papachristou & Papanastasis (1994): de *in vitro* vertering van haagbeuk en manna es is in de zomer bij geiten 68% en 64% en in de herfst 53% en 54%. Wel is de verandering van het lignine gehalte in bladeren tijdens het seizoen minder dan bij gras (Malechek & Nastis, 1981). In figuur 3.4 is te zien dat ook het ruw as gehalte in het blad toe neemt naar mate het blad ouder wordt. De grafiek geeft het ruw as gehalte per kilo drogestof van blad weer die in 1, 3 en 6 maanden oud zijn, uit het onderzoek van Oppong, 1998.



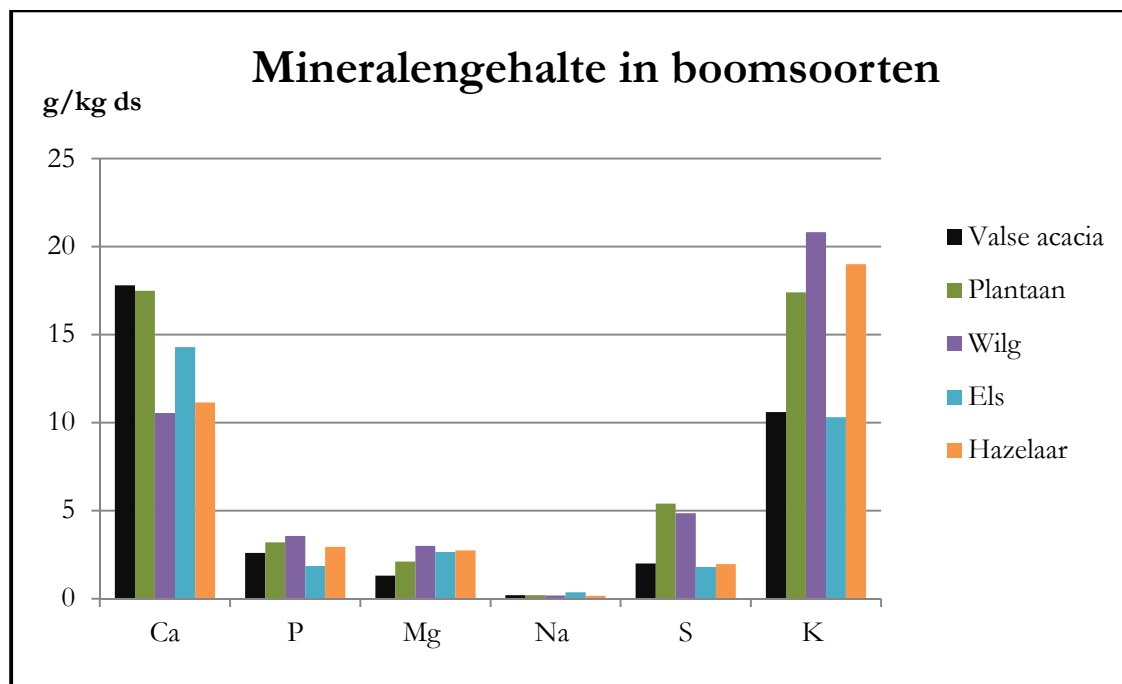
Figuur 3.4 Verandering ruw as in blad tijdens het seizoen (Oppong, 1998) .

In de late herfst of winter ontbladeren zorgt voor de minste verlies in droge stof opbrengst per hectare. In de winter omhakken van schuit geeft de boom het hele groei seizoen de tijd om voldoende reserves te vormen. Wanneer laat in het groei seizoen schuiten worden omgehakt heeft de boom niet genoeg tijd om nieuwe reserves aan te leggen, wat een langzamere groei in het volgende groeiseizoen als gevolg heeft (Kool & Smit, 2000). Daar en tegen zorgt meerdere keren

oogsten van bladeren tijdens het groeiseizoen voor een hogere nutritionele kwaliteit van het blad, omdat jong blad een hogere nutritionele waarde heeft.

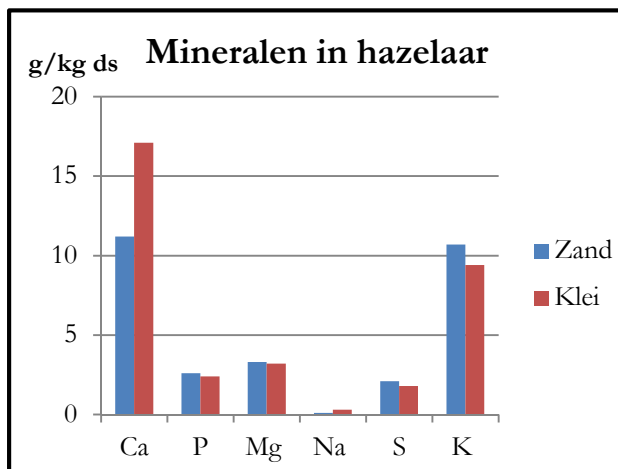
3.4 Mineralengehalte in bomen

De concentratie aan mineralen in bomen is afhankelijk van de boomsoort, plantdeel, groeistadium en bodem (Curtis et al., 1966). N, P, en K is hoog in jonge bladeren en neemt af bij het ouder worden van de bladeren, Ca neemt dan juist toe (Oppong, 1998). De opname van mineralen uit de bodem is afhankelijk van de pH, beworteling, neerslag, organische stof, soort bodem en mineralen gehalte (Dhaese, 1977; Curtis et al., 1966). Bij een hoge neerslag is de opname van mineralen uit de bodem hoger. Uit onderzoek blijkt dat bomen selectief zijn in het opnemen van mineralen. Dit werd vastgesteld door extreme hoge of lage waarde van bepaalde mineralen in een boomsoort die onder dezelfde leefomstandigheden groeide als andere boomsoorten, die deze extreme waarde niet hadden (Curtis, 1966). Vooral wilgen en populieren zijn in staat om grote hoeveelheden macro- en micro elementen uit de bodem op te nemen, hierdoor kan een wilg of populier die groeit op een bodem met hoge concentratie macro- en micro elementen ook veel hoger concentraties bevatten dan een wilg of populier die op een arme bodem groeit (Chancerel et al., 2005; Kool & Smit, 2000). Monsters van bomen die in het kader van Praktijknetwerk Voederbomen zijn aangeplant laten ook zien dat het mineralengehalte per boomsoort verschillend is (Van Eekeren, niet gepubliceerde data), zie figuur 3.5. De monsters zijn genomen van bomen die onder dezelfde groei omstandigheden groeien. De kolommen geven het mineralengehalte van de verschillende boomsoorten weer in grammen per kilo droge stof. De kolommen laten zien dat van elk mineraal het gehalte per boomsoort verschillend kan zijn. De valse acacia heeft bijvoorbeeld een hoog calciumgehalte en een laag kaliumgehalte, terwijl dit bij de wilg juist andersom is.

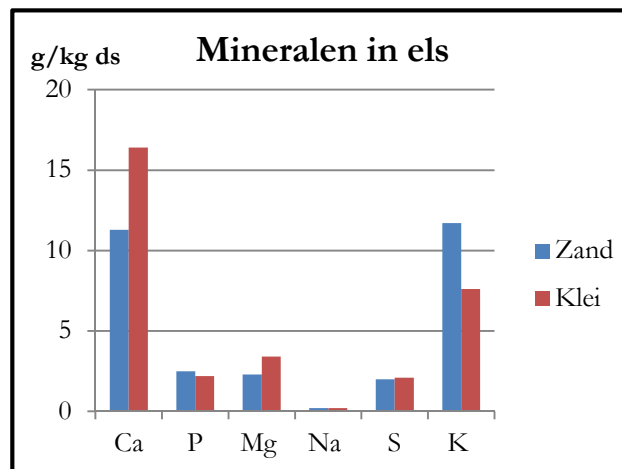


Figuur 3.5 Mineralengehalte in verschillende boomsoorten (Van Eekeren, nog niet gepubliceerde data)

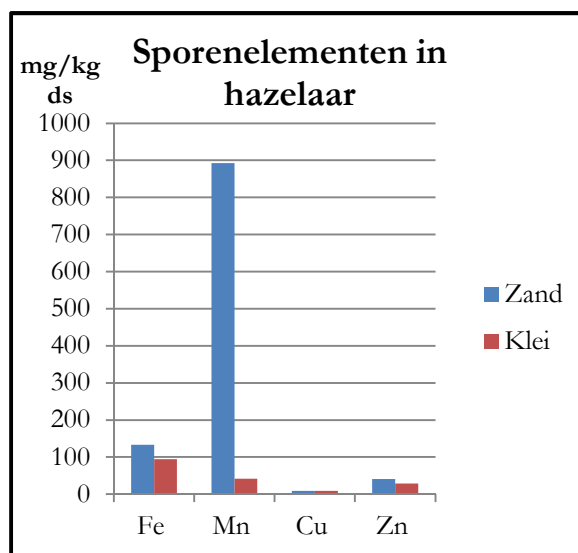
Ook de locatie van de boom is van invloed op het mineralengehalte in bladeren en kan verschillen tussen eenzelfde boomsoort (Kool & Smit, 2000). Deze conclusie kan ook getrokken worden uit het mineralengehalte van dezelfde boomsoorten die groeien op verschillende bodemtypen (Bruggen, 2012), zie figuur 3.6 t/m 3.9. In figuur 3.6 en 3.7 geven de kolommen de mineralengehalte in het blad van de hazelaar en els in grammen per kilo droge stof weer bij een klei of zandbodem. In figuur 3.6 is te zien dat het calciumgehalte in de hazelaar op klei bodem veel groter is dan bij de hazelaar op zand. Hetzelfde geldt voor de els, waarbij de els op zandgrond juist een hoge kaliumgehalte heeft (figuur 4.6). In figuur 3.8 is te zien dat het mangaangehalte op zandgrond in de hazelaar veel groter is dan op kleigrond. Dit geldt ook voor de els, al is het verschil kleiner (figuur 3.9). In onderzoek van Oppong (1998) was ook een verschil in mineralengehalte van de bittere wilg die groeide op verschillende bodems. Compost A bevatte voor 1% ureum, waar compost B voor 1% bestond uit de volgende mineralen: ammonium nitraat, magnesium sulfaat, kalium fosfaat en calcium fosfaat. De bomen die groeiden op compost A hadden een hoge ijzer- en zinkgehalte, waar juist bomen die groeiden op compost B of op mineraalrijke grond een hogere koper en boriumgehalte hadden. Het kaliumgehalte was in bomen die groeiden op compost B het hoogst. Bomen die groeien op een bodem met een laag mineralengehalte, worden geremd in hun groei en nemen minder mineralen op (Kool & Smit, 2000).



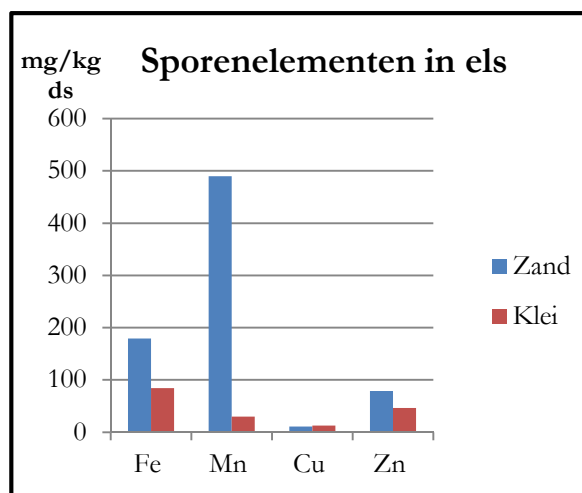
Figuur 3.6 Mineralengehalte in hazelaar op een klei- en zandbodem (Van Eekeren, nog niet gepubliceerde data).



Figuur 3.7 Mineralengehalte in els op een klei- en zandbodem (Van Eekeren, nog niet gepubliceerde data).



Figuur 3.8 Sporenelementen in Hazelaar op een klei- en zandbodem (Van Eekeren, nog niet gepubliceerde data).



Figuur 3.9 Sporenelementen in els op een klei en zand bodem (Van Eekeren , nog niet gepubliceerde data).

Giftige stoffen die door bomen worden opgenomen worden afgezet aan de buitenkant van de bomen, bijvoorbeeld zware metalen. Vooral bij bomen nabij industriegebieden wordt dit fenomeen veel gezien (Kool & Smit, 2000). In tabel 3.1 is goed te zien hoe boomsoorten verontreinigd zijn door industrieën. Per boomsoort worden de gehalten van metalen weergegeven van bomen die wel of niet groeien bij industriegebieden. Dit betekent dat bomen die groeien op vervuilde grond grote hoeveelheden schadelijke metalen kunnen opnemen en herkauwers kunnen vergiften als deze van de bomen eten, dit geldt vooral voor de populier en wilg.

Tabel 3.1 Verontreiniging van de vegetatie in industriezones (Dhaese, 1977).

Mg/kg droge stof	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Co	Mn
Eik <i>Referentie</i>	34	Sp*	9	Sp*	Sp*	-	306
Eik	42	30	365	1	Sp*	5	163
Berk <i>Referentie</i>	202	48	470	1	4	20	163
Berk	1075	1140	144	41	17	-	119
Wilg <i>Referentie</i>	122	18	7	1	5	-	32
Wilg	1683	2380	361	130	25	-	966
Esdoorn <i>Referentie</i>	78	15	7	1	4	-	-
Esdoorn	217	356	85	8	13	-	39

(*) Sporen (sp) wijst op kleinere dan de hier vermelde concentraties.

3.5 Secundaire plantstoffen

Met secundaire stoffen beschermen bomen zich tegen plantetende dieren. Secundaire plantstoffen hebben een remmende werking op de nutritionele waarde van bomen, doordat zij giftig zijn, irriteren, verteerbaarheid verminderen en de smaak van de boom negatief beïnvloeden (Taiz & Zieger, 1991). Langzaam groeiende planten bevatten vaak meer secundaire plantstoffen. Bomen reageren op predatie en pathogenen door op de getroffen delen van de boom of in alle

delen meer secundaire stoffen aan te maken. Dit komt onder andere voor bij populieren, berken en wilgen. Deze reactie ontstaat soms ook als een naburige boom van dezelfde boomsoort wordt getroffen door predatie of pathogenen (Genderen et al., 1997). Het effect van secundaire verbindingen in houtachtige planten op herkauwers is verschillend per diersoort (Malechek & Nastis, 1981). Zo zijn geiten goed in staat om een eikensoort (*Quercus gambelii*) te gebruiken als voedsel, terwijl deze soort voor andere landbouwdieren als giftig worden beschouwd (Bartel et al., 1975). Vooral jonge dieren behoren tot de risicogroep, wanneer het rantsoen voor meer dan 70 – 83% uit beuk bestaat zijn de overlevingskansen bij jongen schapen en koeien zeer klein. Vooral groene eikels zijn een belangrijke oorzaak van vergiftiging (Dorsser et al., 2009). De verschillende secundaire stoffen, hun werking en voorkomen wordt hier behandeld. Tannine is de belangrijkste secundaire plantstof die het meest voorkomt onder boomsoorten. Omdat deze stof niet alleen giftig kan zijn maar ook grote invloed heeft op de vertering van houtachtige planten wordt tannine apart behandeld in hoofdstuk 4. Terpenen zijn veelal toxisch of beïnvloeden de smakelijkheid negatief. Monoterpenen zijn soms toxisch en komen voor in populieren. Di-terpenen komen veel voor in de hars en hebben toxische werking. Triterpenen zijn onder te verdelen in steroïde, cardenoliden en saponinen waarbij steroïden gericht zijn tegen insecten en cardenoliden zeer giftig zijn voor herkauwers. Cardenoliden verstoren de werking van het hart en komt voor in de meidoorn. Saponinen zijn soms toxisch en komen voor in ruwe berk, tamme kastanje en paardenkastanje. Saponinen irriteren de slijmvliezen van ogen wat oogontsteking als gevolg kan hebben. Saponinen irriteren ook de slijmvliezen van het maag-darmkanaal, wat voor een laxerende werking zorgt. Tot slot raakt het slijmvlies van de luchtwegen door Saponinen geïrriteerd. Polyterpenen zorgen met hun grote molecuulstructuur voor een mechanische afweer. Sommige isoflavonoïden zijn toxisch voor herkauwers. Isoflavonoïden zijn bedoelt als afweermechanisme tegen schimmels en bacteriën en komen alleen lokaal in een boom voor als het wordt aangevallen door schimmels en bacteriën. Cumarinen zijn ook bedoelt als afweermechanisme tegen bacteriën en schimmels, maar zijn even goed ook toxisch voor herkauwers, waarbij de stof vaak irriterend werkt op de huid en slijmvliezen. De stof komt voor in de Gewone es. Salicinen komen voor in wilgen en zwarte populieren hebben een toxische werking en geeft een bittere smaak. Van Salicine worden aspirine gemaakt en heeft een pijnstillende en ontstekingsremmende werking. Alkaloïden is een secundaire plantstof die stikstof in zijn structuur heeft. Onder alkaloïden valt morfine. Alkaloïden zijn toxisch voor herkauwers en veroorzaken vaak vergiftigingen bij vee. Cyanogene glycosiden en glucosinolaten zijn ook secundaire plantstoffen die in hun structuur stikstof hebben. Wanneer plantdelen met cyanogene glycosiden en glucosinolaten beschadigd worden, komen waterstofcyanide vrij. Waterstofcyanide is een snel werkend gif dat dodelijk kan zijn voor dieren (Taiz & Zieger, 1991), deze stof komt voor in de sleedoorn. Waterstofcyanide is giftig doordat het de ATP-synthese (vastleggen van energie) verstoort. Dosis van 2.0 – 4.0 mg per kg levend gewicht is dodelijk voor dieren. Dieren die vergiftigd zijn dienen behandeld te worden met natriumnitraat. In tabel 3.2 zijn alle boomsoorten met de secundaire plantstoffen nog een keer op een rijtje gezet (Asseldonk, 2012).

Tabel 3.2 Boomsoorten en hun secundaire plantstoffen (Asseldonk, 2012).

Boomsoort	Secundaire plantstof	Toxiciteit
Ruwe berk & kastanje	Saponinen	Irriteert slijmvliezen van de ogen (oogontsteking), maag-darmkanaal (laxerend) en luchtwegen
Meidoorn	Cardenoliden	Zeer gifig, verstoord werking hart
Sleedoorn	Waterstofcyniden	Zeer giftig, verstoord ATP-synthese
Gewone es	Cumaninen	Irriteert huid en slijmvliezen
Zwarte populier & wilgen	Salicine	Pijnstiller en ontstekingsremmend
Populieren	Monoterpen	

Voor grote zoogdieren geldt algemeen dat ze niet instaat zijn om grote hoeveelheden van dezelfde chemische stof onschadelijk te maken. Dat betekent dat herkauwers geen grote hoeveelheden van een zelfde houtachtige plant kunnen eten als deze gifstoffen bevatten. Wanneer het aandeel van bomen in het rantsoen klein is en uit verschillende boomsoorten bestaat, is de kans op vergiftiging zeer klein. Herkauwers kunnen zich op 4 verschillende manieren beschermen tegen vergiftiging. Herkauwers zijn instaat om giftige plantsoorten te herkennen door smaak en geur, waarbij tussen diersoorten een verschil is in de mate waarin zij instaat zijn om giftige plantsoorten te herkennen. Herkauwers kunnen ook door braken of diarree vergiftiging voorkomen. Braken en diarree wordt veroorzaakt door chemosensoren die de giftige stoffen herkennen. Chemosensoren bevinden zich in het slijmvlies van de mond, slokdarm, maag en dunne darm. Daarnaast zijn organen en cellen instaat om schadelijke stoffen te onschadelijk maken. Tot slot zijn micro-organisme in de pens in staat om giftige stoffen af te breken (Genderen et al., 1997). In de natuur wordt selectie op plantsoorten bepaald door toxiciteit en niet op nutritionele waarde. Daarnaast wordt de voorkeur tussen boomsoorten bepaald door het diersoort, status van het dier en aanbod rantsoen (Oppong, 1998).

3.6 Bewaren van houtachtige plantdelen

De eetbare boomdelen kunnen langer bewaard worden als zij worden gedroogd (Kool & Smit, 2000). Het vocht gehalte moet dan terug gebracht worden naar 150-200 g/kg. Drogen leidt altijd tot vermindering van de kwaliteit van het product, de nutritionele kwaliteit en de verteerbaarheid daalt. De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk hoe snel het product gedroogd wordt, daarbij geldt hoe sneller des te beter de kwaliteit van het product behouden blijft. De droogsnelheid is afhankelijk van de weersomstandigheden, de mechanische bewerking en de resistentie van de plant om zich te beschermen tegen uitdrogen (van Soest, 1994). Bladeren in de zon laten drogen maakt dat de bladeren bloot worden gesteld aan ultraviolet straling, deze straling zorgt er voor dat het ADF, NDF en lignine gehalte in het blad stijgt en de verteerbaarheid daalt (Dzowela et al., 1995). Wanneer het drogen te veel tijd in beslag neemt, worden tijdens het fermentatieproces zuren geproduceerd door micro-organisme, deze zuren beïnvloeden de smakelijkheid negatief. Ook kunnen giftige mycotoxines aangemaakt worden. Bij inkuilen van eetbare boomdelen geldt ook dat de kwaliteit van het product achteruit gaat. Wanneer het ingekuilde product teveel zuurstof bevat hebben micro-organisme langer de tijd om de om het ingekuilde product te fermenteren, waardoor de kwaliteit nog verder achteruit gaat. Daarom zijn alleen versnipperde

bladeren geschikt om ingekuild te worden (van Soest, 1994). Belangrijk is dat een hoge voersnelheid wordt bereikt met de kuil van 1 tot 1,5 meter per week (van Dijk, 1995).

3.7 Conclusie

Tussen browsers en grazers is een duidelijk verschil in hun verteringstelsel, waarbij browsers houtachtige planten efficiënter kunnen verteren. Daarnaast kunnen browsers met hun aangepaste organen meer stoffen onschadelijk maken. Geiten zullen dus als intermediate feeders houtachtige planten beter kunnen benutten als voedselbron dan koeien die grazers zijn.

De verteerbaarheid en nutritionele waarde van blad neemt af naarmate het blad ouder wordt, het ruw eiwitgehalte neemt af en het lignine en ruw as gehalte neemt toe. De volgende factoren bevorderen de afname van de verteerbaarheid en nutritionele waarde van blad: hoge temperaturen, veel licht en veel water. Ziekte en predatie zorgt er voor dit proces langzamer verloopt.

Het mineralengehalte in bomen is afhankelijk van de boomsoort, plantdeel, groeistadium en bodem. De opname van mineralen uit de bodem is afhankelijk van de pH, beworteling, neerslag, organische stof, soort bodem en mineralen gehalte. Bomen kunnen ook grote hoeveelheden zware metalen uit de bodem opnemen.

Secundaire plantstoffen hebben een remmende werking op de nutritionele waarde van bomen, doordat zij giftig zijn, irriteren, verteerbaarheid verminderen en de smaak van de boom negatief beïnvloeden. Voor grote zoogdieren geldt algemeen dat ze niet instaat zijn om grote hoeveelheden van hetzelfde onschadelijk te maken, waardoor zij geen grote hoeveelheden van een boom met gifstoffen kan eten.

Door drogen en inkuilen kunnen houtachtige plantdelen langer bewaard worden, maar de verteerbaarheid en de nutritionele kwaliteit van het product gaat hierdoor wel achteruit. Hoe sneller het drogen en inkuilproces verloopt des te minder kwaliteitsverlies plaats vindt.

4. De invloed van tannines op de verteerbaarheid van voederbomen

4.1 Inleiding

Oorspronkelijke doel van dit hoofdstuk was de invloed van tannines op de vertering van bomen bij koeien en geiten te achterhalen, zodat duidelijk wordt of de *in vitro* methode, die gebruikt wordt om voederwaarde vast te stellen van bomen, hiervoor geschikt is. Bij het inlezen in literatuur over tannines bleek al snel dat de *in vitro* methode niet geschikt is om de voederwaarde van bomen vast te stellen voor geiten en koeien. Tannines komen in verschillende plantendelen van bomen voor en beïnvloeden de vertering op verschillende plaatsen in het verteringstelsel. Daar komt bij dat de invloed die tannines hebben op de vertering afhankelijk is van diverse factoren. Dit maakt het vaststellen van de werkelijke voederwaarde van bomen voor een geit of een koe, onbegonnen werk. Het lezen van dit hoofdstuk zal u hier meer duidelijkheid over geven. In dit hoofdstuk wordt in kaart gebracht wat in de literatuur bekend is over tannine met betrekking tot de vertering. Inzicht in de werking van tannine en de factoren die de werking van tannine beïnvloeden, geven geen harde cijfers over de werkelijke vertering van bomen bij koeien en geiten, maar maakt wel duidelijk wanneer met tannine een positief of juist negatief effect op de vertering van het rantsoen bereikt kan worden.

4.2 Resultaten & discussie

4.2.1 Eigenschappen van tannine

Tannine is één van de secundaire verbindingen die bomen bevatten, echter tannine is geen stof maar een verzamelnaam voor bepaalde chemische verbindingen die bij bomen voorkomen. Dit noemt men polyfenolen, een andere bekend polyfenol is lignine (Krause et al., 2001). Een bekende toepassing van een tannine is looizuur bij het looien van leer. Van looien is de naam tannine afgeleid. Daarnaast is tannine een bekende bestanddeel van wijn. Tannine komt in druiven voor en zorgt ervoor dat wijn lang houdbaar is, daarnaast beïnvloed tannine de smaak van wijn (Wikipedia, 2012).

Tannine worden onderverdeeld in 2 hoofdgroepen: gecondenseerde tannine (CT) en hydrolyseerbare tannine (HT). Verschil in chemische eigenschappen maakt dat HT wel oplosbaar is in water en CT niet. Met name CT beïnvloedt de verteerbaarheid en zal in dit hoofdstuk uitgebreid besproken worden. Bij bladeren komt CT in de celwand voor, maar in stam van de boom bevindt CT zich in de oplossingen van de celinhoud (Acharya et al, 1999). Bij bladeren aan de bomen komt tannine niet in gebonden vorm voor (Makkar, 2003). Bekend is dat naarmate het blad ouder wordt het CT gehalte in het blad af neemt (Waghorn, 2008), de afname is vrij groot. Zo werd een daling van het tanninegehalte vastgesteld van juli tot augustus met ongeveer 20% (Malechek et al, 1981).

Kort gezegd beïnvloedt CT de vertering door aan planteiwitten, speekselwitten, endogene eiwitten van het darmslijmvlies, koolhydraten, mineralen en microben te binden (Krause et al., 2001; McLeod, 1974; Waghorn, 2008), waarbij CT grote affiniteit heeft om met eiwit te binden (Waghorn, 2008). CT beïnvloedt dan ook voornamelijk de vertering van eiwitten. CT beïnvloedt

naast de vertering ook de droge stof opname, deze wordt negatief beïnvloed. Lagere droge stof opname van tannine rijk voer komt door de vieze smaak die tannine veroorzaakt (Makkar, 2003).

4.2.2 Vorming tannine-eiwit complexen

CT bind aan planteiwitten, zodat tannine-eiwit complexen gevormd worden die de planteiwitten beschermt tegen afbraak in de pens door microben (Chalupa, 1975). Deze tannine-eiwit complexen kunnen in de mond tijdens het kauwen gevormd worden of in de pens. Tannine-eiwit complexen zijn stabiel in de pens met een pH variërend van 4,5-7,0 (Makkar, 2003). De tannine-eiwit complexen verlaten de pens onaangeroerd. Bij een proef met *Lotus* soorten werd aangetoond dat bijna alle CT afkomstig van de *Lotus* plant binden aan planteiwitten afkomstig van dezelfde *Lotus* plant (Barry et al., 1986). CT heeft dus een grote affiniteit om te binden aan planteiwitten afkomstig van dezelfde plant. Dit betekent dat vrije CT die niet gebonden is, maar beperkt kan binden met planteiwitten die van andere planten afkomstig is, via de penssappen (Barry et al., 1986). Bij een rantsoen met houtachtige planten en gras, zal dus de microbiële eiwitsynthese van graseiwitten nauwelijks direct beïnvloedt worden door CT.

4.2.3 Tannine en pensmicroben

Zoals eerder genoemd heeft CT een grote affiniteit om aan eiwit te binden, maar wanneer het CT gehalte in het rantsoen dermate groot is zal vrije CT ook binden aan microbiële enzymen en deze inactiveren (Barry et al., 1986). Het inactiveren van microbiële enzymen zorgt indirect voor een verlaging van de afbraak van structuur koolhydraten en eiwitten (Barry et al., 1986; Malechek et al., 1981). Daarnaast kunnen vrije CT de afbraak van structuur koolhydraten direct verminderen door tannine-koolhydraat complexen te vormen.

CT reageert met bacteriën door aan de celwand en extracellulaire enzymen te hechten. Hierdoor wordt de stroom van nutriënten door de celwand belemmerd en worden de bacteriën belemmerd in hun groei. Sommige bacteriën zijn in staat om zich te beschermen tegen CT. Zo vormen een aantal bacteriën een extracellulaire polysaccharide dat voorkomt dat CT kan binden aan de celwand. Door de vorming van extracellulaire polysaccharides vindt er meer mucus excretie plaats en wordt het absorptievermogen van het verteringstelsel verlaagd (Alzueta et al., 2000; Krause et al., 2001). Daarnaast kost het vormen van slijm energie. Gram negatieve bacteriën worden minder belemmerd in hun activiteit door CT, omdat gram negatieve bacteriën in hun celwand veel lipiden en fosfolipiden hebben. Hierdoor kan CT niet aan de celwand binden (Nelson et al., 2000). Vooral in herkauwers die hoge concentraties tannine eten worden microben gevonden die resistent zijn tegen tannine (Makkar, 2003). De meeste bacteriën zijn niet in staat om CT af te breken, maar recent zijn enkele bacteriën gevonden die dit wel kunnen: *Streptococcus caprinus*, *Selenomonas ruminantium*, *Prevotella ruminicola*, *Butyrivibrio*, *Lactobacillus* en *Enterobacteriaceae* (Nelson et al., 2000).

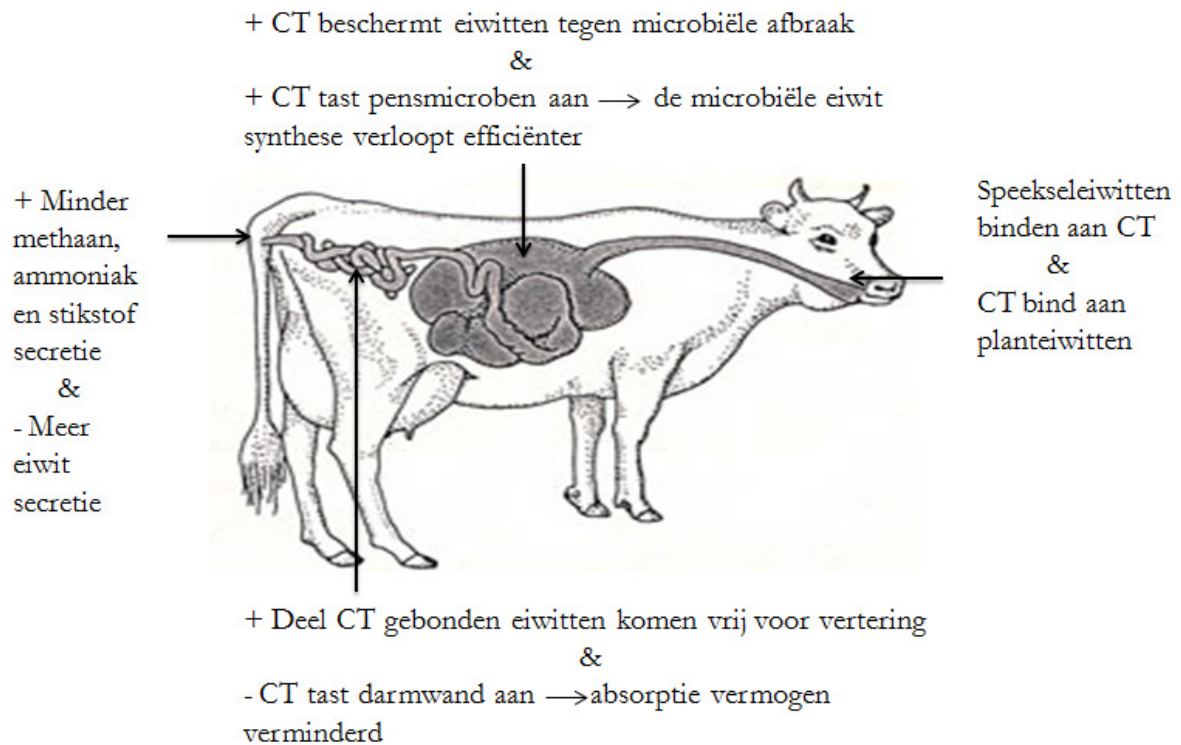
Protozoën die planteiwitten verbruiken, worden door CT belemmerd in hun activiteiten, waardoor minder planteiwitten door protozoën verbruikt worden (Abel et al., 1995). Een lagere activiteit van de pensmicroben zorgt er voor dat structuurkoolhydraten minder snel worden afgebroken of in mindere mate, waardoor minder snel verzuring optreedt in de pens doordat de vorming van vluchtige vetzuren wordt verminderd. Dit is weer positief op de microbiële eiwitsynthese. De microbiële eiwitsynthese bij schapen was bij *in vivo* efficiënter in de aanwezigheid van tannine (Becker et al., 1998a). Door de aanwezigheid van CT verloopt de

afbraak in de pens door pensmicroben vertraagd. Hierdoor wordt de afbraak van structuurkoolhydraten en eiwitten in de pens gesynchroniseerd (Makkar, 2003) en komt tijdig voldoende ATP beschikbaar voor de microbiële eiwitsynthese. Hierdoor verloopt de eiwitsynthese efficiënter en gaat minder N in de vorm van ammoniak verloren via de urine. Ook door verminderde eiwit afbraak in de pens door vorming van tannine-eiwit complexen, wordt minder methaan gevormd (Barman et al., 2008; Waghorn, 2008). Langzamere afbraak van eiwitten in de pens door een verlaging van de activiteit of aantal pensmicroben zorgt ervoor dat meer eiwitten de dunne darm bereiken (Makkar, 2003).

4.2.4 Invloed tannine in de darmen

Wanneer voer een lage concentratie CT bevat worden de gevormde tannine eiwit-complexen beschermt tegen afbraak in de pens, wat leidt tot een grotere stroom van essentiële aminozuren naar de dunne darm en een hogere opname van essentiële aminozuren naar het bloed (Norton & Perez-Maldonado, 1996; Shelton & Waghorn, 1997). Een lage concentratie CT in het rantsoen kan dus leiden tot een hogere productie. Door de zure omgeving in de darmen is CT minder goed in staat om de tannine-eiwit complexen in stand te houden (Acharya et al, 1999). Een deel van de gebonden eiwitten komt nu vrij voor de vertering. Tannines hebben een anthelminticum effect en gaan daarmee parasieten tegen (Makkar, 2003). De parasieten worden niet volledig bestreden, maar zorgt wel voor een afname (Barry et al., 2009). Daarmee kan tannine voorkomen dat parasieten schade aanrichten aan het verteringstelsel en zorgt voor een positief effect op de vertering.

Doordat CT bindt aan endogene eiwitten van het darmslijmvlies vermindert het absorptievermogen van de darmwand (McLeod, 1974). CT veroorzaakt een verdikking van het epitheelweefsel in de pens, boekmaag en lebmaag en darmen. Ook zorgt tannine voor erosie van de microvilli, korter worden van villi hoogte en verlies in epitheelcellen, waardoor de absorptie van nutriënten vermindert (Downs et al., 2002). CT vertraagt de absorptie van aminozuren in de darmen over de hele darmlengte (Waghorn, 2008). Bij de planten *Calliandra* en *Desmodium* was de fecale excretie van N hoger en de vertering van N lager dan gras (Malechek et al, 1981; Norton & Perez-Maldonado, 1996). De hogere fecale N secretie kan veroorzaakt worden doordat CT aan endogene eiwitten of planteiwitten hecht en uitgescheiden wordt (Krause et al., 2001; Malechek et al, 1981). Tussen de verschillende rantsoenen (gras, *Calliandra* en *Desmodium*) was geen verschil in vertering in de lebmaag (Norton & Perez-Maldonado, 1996). In figuur 4.1 is de invloed van CT op de vertering nog een keer schematisch weergegeven.



Figuur 4.1 De invloed van CT op de vertering bij herkauwers

4.2.5 Effect van tannine op rantsoen

Hoge concentratie van CT in *Lotus pedunculatus* (70 - 106 g/kg ds) verlaagt de afbraak van fermenteerbare koolhydraten, maar zorgde voor een toename van de vertering van in de lebmaag (Barry et al., 1986; Barry et al., 1999). Ook bij lagere concentratie CT (10 en 23 g/kg ds) was de afbraak van organische stof in de pens lager, dan zonder CT (Norton & Perez-Maldonado, 1996). Bij een hoge tannineconcentratie weegt het voordeel van efficiëntere microbiële synthese niet op tegen de lagere vertering en opname van voedingsstoffen in de darmen (Makkar, 2003). Daarentegen zorgt een medium concentratie van CT (30 g/kg ds) voor een betere eiwitvertering en verhoogt de productie van grazende herkauwers (Makkar, 2003). Bij gras dat slechts 1 a 2 gram CT bevat per kilo drogestof, heeft het tannine gehalte geen invloed op de vertering. Men denkt dat een minimum van 5 gram tannine per kilo drogestof nodig is (Barry et al., 1999). Bij een rantsoen met een laag ruw eiwitgehalte en hoog vezelgehalte is het effect van CT in het rantsoen negatief, omdat dan weinig eiwitsynthese plaats vindt. Voordeel op het rantsoen wordt vooral gehaald op efficiëntere eiwitsynthese en bescherming van voereiwitten in de pens. Het rantsoen moet dus wel voldoende eiwitten bevatten, zodat het positief effect van CT op de vertering bereikt kan worden. De organische stof vertering bleek weinig te verschillen tussen rantsoenen met *Calliandra*, *Desmodium* en gras (Norton & Perez-Maldonado, 1996). Dit komt overeen met het feit dat CT de vertering zowel positief als negatief kan beïnvloeden.

4.2.6 Tannine en de nutritionele waarde van houtachtige planten

De structuur, chemische aard, grootte, afkomst, concentratie van de CT bepaalt de invloed die CT heeft op de vertering (Waghorn, 2008; Didier, 2009). De chemische eigenschappen van CT verschilt tussen plantensoorten (Mangan, 1988). De structuur van CT bepaalt de bindingscapaciteit van CT met voedingsbestanddelen (Waghorn, 2008), en die verschilt tussen

verschillende plantsoorten (Krause et al., 2001). De Van Soest methode is niet geschikt om de voederwaarde van tanninerijk voer vast te stellen, door de aanwezigheid van tannine-eiwit complexen in het substraat (Becker & Makkar, 1997; Makkar, 2003). Dit maakt het gebruiken van *in vitro* metingen niet geschikt om de werkelijke vertering vast te stellen bij tannine rijk voer (Becker & Makkar, 1997). Andere secundaire componenten dan tannine in houtachtige planten kunnen grotere invloed hebben op de vertering dan CT. Daarom moet bij onderzoek naar het effect van tannine op de verteerbaarheid rekening gehouden worden met de invloed van andere secundaire stoffen (Didier, 2009; Hanson et al., 2000).

4.2.7 Hydrolyseerbare tannine

Hydrolyseerbare tannines (HT) kunnen giftig zijn en kunnen afgebroken worden in de pens door microben (Hanson et al., 2000; Makkar, 2003). De invloed van HT op de vertering beperkt zich tot het aantasten van pensmicroben (Cheek, 1998). In sommige houtachtige planten kan het gehalte aan HT oplopen tot 200 g/kg ds (Reed, 1995). Vergiftiging van herkauwers door het eten van bladeren van de eik of eikels komt door de hoge concentratie HT (looizuur). De door de pens afgebroken HT wordt in het bloed opgenomen, hierdoor komen meer fenolen in het bloed, waarbij de lever onvoldoende capaciteit heeft om deze fenolen onschadelijk te maken, het dier wordt vergiftigd (Makkar, 2003).

4.2.8 Tannine en de vertering bij geiten en koeien

Geiten kunnen grotere hoeveelheden tannines en andere secundaire verbindingen onschadelijk maken dan grazers (El-Adawy et al., 2006). Dit komt waarschijnlijk doordat geiten hier tegen een afweermechanisme hebben ontwikkeld als gevolg van veel secundaire verbindingen in hun rantsoen (Gilboa et al., 1996; Norton en Perez-Maldonado, 1996). Geiten zijn beter instaat om houtachtige planten van lage kwaliteit als voer te gebruiken dan koeien (El-Adawy et al., 2006). Geiten zijn intermediate feeders en zijn daarom selectiever in het eten van de plantdelen met hoge eiwitconcentraties en lage secundaire componenten van houtachtige planten, dan grazers (El-Adawy et al., 2006), zoals een koe. In de pens van de geit zijn bacteriën aanwezig die CT tolereren of afbreken, zoals *Streptococcus caprins* (Blackall et al., 1994). De aanwezigheid van deze bacteriën is afhankelijk van de conditie van de pens, waardoor de bacterie bijvoorbeeld niet bij koeien voorkomt (Fructos et al., 2004). Speekseiwitten bij geiten zijn instaat om aan grote hoeveelheden CT te hechten (Waghorn, 2008). Geiten zijn beter bestand tegen secundaire componenten dan andere herkauwers door de aanwezigheid van andere eiwitten in het speeksel (Capela et al, 2011). Door CT te voeren aan schapen en geiten werd de concentratie aan speekseiwitten 4 keer zo hoog. Na 10 dagen tannine voeren was de concentratie speekseiwitten even hoog als dat van browsers (0,4-0,7 mg/ml) (Capela et al, 2011). Bij geiten werd geen verschil in droge stof opname gevonden tussen rantsoenen met 6, 8 en 10% tannine (Barman et al., 2008). Hieruit kan geconcludeerd worden dat geiten rantsoenen met 10% CT even goed kunnen verdragen als rantsoenen met 6% CT. Dit sluit aan bij het gegeven dat bij een rantsoen met 9% CT geen toxicologische reactie is gevonden bij geiten (Malechek et al, 1981). Omgevingfactoren hebben een grotere invloed dan de genetische aanleg van verschillende rassen geiten, om tanninerijke voedermiddel te gaan eten (Glassera et al., 2009). De aanpassing aan houtachtige rantsoenen wordt dus niet genetisch bepaald.

Bij koeien die een rantsoen kregen met 5% tannine zijn geen toxicologische reactie gevonden (McLeod, 1974). Tannine bindt stevig aan proline-eiwitten uit het speeksel (Acharya et al, 1999). Speeksel van runderen die tannine rijk voer krijgen, zijn niet rijk in proline-eiwitten maar hebben andere eiwitten die aan CT bindt, waardoor minder CT aan planteiwitten gebonden kan worden (Becker et al., 1997). In de feces van runderen zijn geen microben gevonden die CT afbreken (Makkar, 2003). CT worden bij runderen niet geabsorbeerd in het bloed en kunnen geen schade aanrichten aan organen, buiten de verteringsorganen. Echter wanneer de darmwand dermate beschadigd, is kunnen de CT als nog worden opgenomen en voor vergiftiging zorgen (Makkar, 2003).

4.2.9 Tannine onschadelijk maken

De opname van CT uit houtachtige planten in combinatie met een lage kwaliteit rantsoen, heeft een negatief effect op de productie van landbouwhuisdieren. Echter het toevoegen van polyethyleen glycol (PEG) in het rantsoen met CT, kan voor productie toename zorgen bij herkauwers (Waghorn, 2008). CT heeft een grotere affiniteit om aan PEG te binden dan aan eiwitten. PEG kan ook eiwit-tannine complexen afbreken (Barry et al., 1986; Waghorn, 2008). PEG wordt wereldwijd gebruikt om tannines en andere secundaire verbindingen te neutraliseren in houtachtige planten (El-Adawy et al., 2006). PEG heeft een positief effect op de voeropname, verteerbaarheid, pensfermentatie en microbiële afbraak (Becker et al., 1998; Gilboa et al., 1997).

Hoewel PEG in voer met hoge concentraties tannines de efficiëntie van de vertering kan verhogen, kan hierdoor de microbiële eiwitsynthese wel verlaagd worden (Makkar, 2003). Het toevoegen van PEG aan het rantsoen met CT zorgt niet altijd voor een positief effect op de vertering, zoals CT niet altijd een negatief effect heeft op de vertering. PEG dient dan ook alleen gebruikt te worden als verwacht wordt dat de aanwezigheid van CT in het rantsoen de vertering negatief gaat beïnvloeden. De afwezigheid van een reactie op het toevoegen van PEG aan tannine vrij gras, maakt duidelijk dat PEG alleen bindt aan tannine (Jones & Palmer, 2000).

De invloed van PEG op de vertering wordt beïnvloed door de volgende factoren: structuur van de tannine, concentratie van tannine, eiwitgehalte in het rantsoen, moleculaire gewicht van PEG, dosis PEG, methode van toediening en de aanwezigheid van andere secundaire componenten in het voer (Fructos et al., 2004; Makkar, 2003; Waghorn, 2008). PEG 6000 is het meest geschikt om de werking van tannine tegen te gaan, omdat de werking van PEG 6000 het grootst is bij een neutrale pH. Het toedienen van PEG kan via water, door sprayen op voer en door mixen met voer. Een andere mogelijkheid is om de opname van PEG door de dieren zelf te laten reguleren via likblokken met PEG. Onderzoek heeft uitgewezen dat geiten en schapen zelf instaat zijn om de PEG opname te reguleren waarbij, een optimale microbiële eiwit synthese ontstaat en de kosten van PEG opwegen tegen de efficiëntere vertering (Makkar, 2003). Het toevoegen van PEG zorgde niet alleen voor gewichtstoename bij een rantsoen met voornamelijk CT maar ook bij een rantsoen met alleen hydrolyseerbare tannine, waaruit blijkt dat PEG *in vivo* ook invloed heeft op hydrolyseerbare tannine (Becker et al., 1998).

Naast PEG zijn er een aantal ander manieren om CT onschadelijk te maken, echter deze methodes zijn vaak minder effectief en naar deze methodes zijn nog maar weinig onderzoeken gedaan. Ter informatie worden ze hier kort genoemd. Drogen van bladeren van de eik op de volgende manieren: 90 °C voor 24 h, 60 °C voor 48 h, in de schaduw voor 24, 48 en 72 h en

drogen in de zon voor 24 en 48 h, had geen effect op de activiteit van tannine. Bij cassave bladeren had drogen op 90°C voor 24 uur wel een negatieve invloed op het tanninegehalte. Dit verschil wordt mogelijk veroorzaakt door verschil in vocht gehalte, deze was bij cassave bladeren 15% hoger dan bij bladeren van de eik. De witrot schimmel verhoogde de verteerbaarheid van bladeren met 20 tot 60% en is daarnaast in staat om lignine af te breken (Makkar, 2003). As van hout met alkali kan gebruikt worden om de binding capaciteit van tannine te verlagen met 66 tot 80%, bij gebruik van een 10 % oplossing (Makkar, 2003).

4.5 Conclusie

4.5.1 Invloed van tannine op het verteringstelsel

Tannine is onder te verdelen in 2 hoofdgroepen CT en HT, waarbij vooral CT van invloed is op de vertering en HT giftig is. CT beïnvloedt de vertering door aan planteneiwitten, speekseiwitten, endogene eiwitten van het darmslijmvlies, koolhydraten, mineralen en microben te binden, waarbij CT grote affiniteit heeft om met eiwit te binden van dezelfde plant.

De binding van CT aan eiwitten, beschermt eiwitten tegen afbraak in de pens. Daarnaast wordt de microbiële afbraak indirect beïnvloed door, doordat CT bepaalde microben in de pens aantast. Door deze aantasting verbruiken de microben minder voedingstoffen in de pens, maar kunnen zij ook slijm gaan produceren wat het absorptievermogen van het verteringstelsel belemmert. CT zorgt ervoor dat afbraak producten tegelijkertijd vrijkomen, waardoor de microbiële eiwitsynthese efficiënter verloopt en minder N verloren gaat in urine en minder methaan gevormd wordt en uitgescheiden. In de zure omgeving van de darmen komt een deel van de CT gebonden eiwitten en koolhydraten vrij voor de vertering. CT tast het verteringstelsel aan waardoor het absorptie vermogen van de darmwand verlaagt, anderzijds gaat CT parasieten tegen.

4.5.2 Effect van tannine op het rantsoen

Bij een hoge concentratie aan CT (70 - 106 g/kg ds) wegen de voordelen van CT niet op tegen de nadelen van CT. Een medium concentratie (30 g/kg ds) kan wel voor een positief effect zorgen op de vertering, voordeel wordt vooral gehaald op efficiëntere eiwitsynthese en bescherming van eiwitten in de pens tegen afbraak. Het rantsoen moet dan wel voldoende CT bevatten. CT heeft waarschijnlijk een minimum concentratie van 5 g/kg ds nodig om invloed te kunnen uitoefenen op het rantsoen. De structuur, chemische aard, grote, afkomst, concentratie van de CT bepaalt de invloed die CT heeft op de vertering. *In vitro* methoden zijn niet geschikt om de nutritionele waarde van houtachtige planten vast te stellen.

4.5.3 Tannine bij geiten en koeien

Geiten kunnen grotere hoeveelheden tannines en andere secundaire verbindingen onschadelijk maken dan koeien, onder andere door de aanwezigheid van *Streptococcus caprins* in de pens. Daarnaast zijn speekseiwitten bij geiten instaat om aan grotere hoeveelheden CT te hechten dan bij koeien, doordat geiten andere speekseiwitten hebben. Bij geiten die een rantsoen kregen met 9% tannine zijn geen toxicologische reactie gevonden, hetzelfde geldt bij koeien met 5% tannine in het rantsoen. Aanpassing aan houtachtige rantsoenen wordt bij geiten niet genetisch bepaald, dit wordt door omgevingsfactoren beïnvloed.

4.5.4 Tannine onschadelijk maken

CT heeft een grotere affiniteit om aan PEG te binden dan aan eiwitten, daarnaast kan PEG ook eiwit-tannine complexen afbreken. De invloed van PEG op de vertering bij tannine rijk voer wordt beïnvloed door de volgende factoren: structuur van de tannine, concentratie van tannine, eiwitgehalte in het rantsoen, moleculaire gewicht van PEG, dosis PEG, methode van toediening, diersoort en de aanwezigheid van andere secundaire componenten in het voer. PEG 6000 is het meest geschikt om de werking van tannine tegen te gaan. Landbouwhuisdieren blijken prima in staat te zijn om de opname van PEG zelf te reguleren via likblokken met PEG. PEG is ook van invloed op HT. Meer onderzoek is nodig voor alternatieve methodes om tannine onschadelijk te maken.

5. De nutritionele waarde van voederbomen

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het literatuuronderzoek naar de nutritionele waarde van bomen besproken. Beschreven wordt hoe het onderzoek is uitgevoerd en hoe de resultaten verwerkt zijn. De resultaten worden overzichtelijk weergegeven in tabellen en grafieken. Bij de discussie worden resultaten besproken en in de conclusie worden de belangrijkste bevindingen uit het literatuuronderzoek besproken. Literatuur dat gebruikt is voor dit hoofdstuk wordt niet apart benoemd in dit rapport, maar is wel mee berekend in resultaten die in dit hoofdstuk weergegeven worden. Deze bronnen worden daarom apart vermeld aan het einde van dit hoofdstuk. De overige bronnen zijn opgenomen de literatuurlijst dat zich aan het eind van dit rapport bevindt.

5.2 Materiaal & methode

5.2.1 Selectiemethode literatuuronderzoek

Drie belangrijke criteria die gebruikt zijn bij het selecteren van literatuur zijn: aard van de bron, onderzochte boomdeel en de geschiktheid van de boom voor Nederlandse groeiomstandigheden. Duidelijk onderscheid is gemaakt tussen primaire bronnen en secundaire bronnen, omdat in de secundaire bronnen vaak belangrijke informatie ontbreekt over hoe de resultaten tot stand zijn gekomen. Zoals in hoofdstuk 3 besproken is zijn verschillende factoren van invloed op de nutritionele waarde van bomen, daarom is het belangrijk om te weten onder welke omstandigheden de bomen getest zijn. Bij het literatuur onderzoek is daarom niet enkel gezocht naar nutritionele waarde van bomen, maar is ook gekeken hoe deze waarde tot stand is gekomen door de materiaal en methode van de onderzoeken te lezen. Daarbij was ook aandacht voor de betrouwbaarheid van het tot stand komen van de resultaten. Daar waar vraagtekens waren met betrekking tot de betrouwbaarheid van het onderzoek, zijn de resultaten niet meegenomen in het onderzoek. Bijvoorbeeld door onnauwkeurigheid in metingen. Om een algemeen beeld van de onderzoeken te krijgen is van alle onderzoeken ook de samenvatting gelezen. Tot slot zijn de resultaten, discussie en conclusie gescreend op informatie die van belang is voor dit onderzoek of voor het Praktijknetwerk Voederbomen. Secundaire bronnen zijn deels opgenomen in het onderzoek, maar dan met grote voorzichtigheid. De reden om toch secundaire bronnen te gebruiken voor dit onderzoek, is dat secundaire bronnen zijn gevonden met een grote kwantiteit aan gegevens, waarvan geen gegevens zijn gevonden in primaire bronnen. Hoewel geen zekerheid over de betrouwbaarheid van de gegevens geven kan worden, geven deze wel enig beeld van bepaalde nutritionele waarden. Bij de resultaten staat duidelijk aangegeven waar secundaire bronnen zijn gebruikt. Niet alleen onderzoeken waarbij het blad is onderzocht zijn meegenomen in het onderzoek, ook onderzoeken waarbij de twijgen en of de bast is onderzocht. Zoals in hoofdstuk 7 te lezen is, eten geiten ook van de bast en twijgen van bomen, waardoor het ook belangrijk is om te weten wat de nutritionele waarde van deze boomdelen zijn. Bomen waarvan bekend is dat zij in Nederland groeien of kunnen groeien, zijn meegenomen in het onderzoek. Onder de laatste categorie vallen boomsoorten uit onderzoeken die groeiden onder vergelijkbare teeltomstandigheden als in Nederland. In tabel 5.1 staan alle boomsoorten en ondersoorten

genoteerd die in de database zijn opgenomen. De database bestaat uit 27 boomsoorten met 47 ondersoorten. Niet alle boomsoorten of ondersoorten zijn terug te vinden bij de resultaten, dit komt doordat zij niet voldoen aan andere criteria die verder in dit hoofdstuk worden gesteld.

Tabel 5.1 Alle boomsoorten en ondersoorten in de database.

Hoofdsoorten	Ondersoorten
Robinia	-
Berk	Ruwe Berk, Zachte berk
Lijsterbes	Wilde lijsterbes
Beuk	Haagbeuk
Meidoorn	Eenstijlige meidoorn
Sleedoorn	-
Christusdoorn	Valse christusdoorn
Eik	Zomereik, Wintereik
Els	Zwarte els
Es	Gewone es, Manna es, smalbladige es
Esdoorn	Gewone esdoorn, Noorse esdoorn, Suikeresdoorn, Vederesdoorn, Veldesdoorn, Zilveresdoorn
Hazelaar	-
Hemelboom	-
Hulst	-
Iep	Gladde iep, Ruwe iep
Kastanje	Tamme Kastanje, Witte paardenkastanje
Kornoelje	Rode Kornoelje
Linde	Zomer linde, Winter linde
Plataan	Gewone plataan
Populier	Canadese Populier, Ratelpopulier, zilverpopulier, Zwarte populier
Moerbei	Witte moerbei, Zwarte moerbei
Vlier	Gewone Vlier
Vogelkers	Gewone Vogelkers
Vuilboom	Gewone Vuilboom
Wilg	Amandelwilg, Bittere wilg, Boswilg, Chinese wilg, Chinese x schietwilg, Grauwe wilg, Katwilg, Kinuyanagi wilg, Kraakwilg, Kronkelwilg, Schietwilg, Zwarte wilg
Wijnstok	-
Zwepenboom	-

5.2.2 Indeling van de database

De omvang van de database is te groot om in de bijlage van dit rapport op te nemen, daarom wordt hier besproken hoe de database is opgebouwd. In de eerste kolom is de Nederlandse boomsoort naam genoteerd, bijvoorbeeld 'linde'. In de 2^e kolom is de Nederlandse naam van de ondersoort genoteerd, bijvoorbeeld 'winter linde'. Daarna de volledige Latijnse naam, bijvoorbeeld '*Tilia cordata*'. In de 4^e kolom wordt de bron afkorting weergegeven, bijvoorbeeld 'Kool & Smit, 2000'. In de 5^e kolom wordt het land en de plaats waar het onderzoek heeft plaats

gevonden genoemd, bijvoorbeeld 'Duitsland, Ostholstein'. In de 6^e kolom is aangegeven in welke periode de monsters zijn genomen, uitgedrukt in seizoenen of in maanden. In een aantal onderzoeken zijn meerdere monsters genomen in verschillende periodes. Voor elke periode is in dit geval een aparte regel aangemaakt. Daarmee kan het verschil in de nutritionele waarde per maand of seizoen berekend worden. In de 7^e kolom wordt de grondsoort benoemd. Wanneer de grondsoort niet bekend is, maar wel andere belangrijke eigenschappen van de grond genoemd worden, bijvoorbeeld 'mineraalrijk', dan wordt dit vermeld in kolom 7. In de 8^e kolom is benoemd van welk deel van de boom de monster is genomen: blad, bast, twijg of van meerdere boomdelen bij elkaar. Onderzoeken waarbij van meerdere boomdelen apart monsters zijn genomen, worden de monsters elk apart op een ander regel vermeld. Zo is het verschil in nutritionele waarde van de boomdelen vast te stellen. In de 9^e kolom is het drogestof gehalte vermeld. In de kolommen die daarna komen worden de volgende waarden vermeld: ruw as, ruw eiwit, ruw vet, ruw celstof, NDF, ADF, lignine en CT in percentage per kilo drogestof. In de daarop volgende kolommen worden de waarde van: calcium, fosfor, stikstof, magnesium, natrium, zwavel en kalium vermeld in gram per kilo drogestof. Daarna worden de waarden van de sporenelementen vermeld in milligram per kilo drogestof van: ijzer, mangaan, koper, zink, kobalt, seleen, cadmium, molybdeen en borium. Vervolgens is de uitgebreide bronvermelding genoteerd, een korte samenvatting van het onderzoek en daarna belangrijke opmerkingen uit het onderzoek. Bij de korte samenvatting van het onderzoek, wordt het onderzoek in één zin samengevat. Bij opmerkingen staan belangrijke zaken die eerder in de database niet genoemd zijn, bijvoorbeeld dat de monster is genomen van een boom die groeit op een heuvel. In de database zijn gegevens die afkomstig zijn uit een secundaire bron in blauw genoteerd, zodat duidelijk zichtbaar is dat de gegevens niet uit een primaire bron komen. In totaal bestaat de database uit 275 regels met gegevens afkomstig van een primaire bron en 148 regels met gegevens uit een secundaire bron.

5.2.3 Verwerking van de data

Bij het verwerken van nutritionele waarde van de verschillende boomsoorten, heeft nog een 2^e selectie plaats gevonden. Alleen de boomsoorten die vermeld worden in het rapport van Asseldonk (2012) zijn meegenomen in de verwerking van de data, omdat deze bomen geselecteerd zijn op hun gunstige teelteigenschappen. Tot slot zijn de bomen waarvan bekend is dat zij zeer giftige secundaire stoffen bevatten ook niet verwerkt in de resultaten. Het gaat hier om de sleedoorn en meidoorn. Hoewel de eik zeer giftig kan zijn voor jongvee en dan met name bij koeien, is de eik toch verwerkt in de resultaten, omdat geiten wel instaat zijn om de eik als voedermiddel te gebruiken zonder vergiftig te worden. Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag, is gekeken naar 2 belangrijke voedingswaarde: ruw eiwit en mineralen. Daarbij is rekening gehouden met belangrijkste factoren die de nutritionele waarde van de bomen kan beïnvloeden. Tot slot zijn ook andere nutritionele waarde tussen boomsoorten met elkaar vergeleken, maar deze waarde zijn of minder belangrijk of door gebrek aan gegevens is de vergelijking maar beperkt. Deze vergelijking zijn bedoelt om een beeld te krijgen van de andere nutritionele waarde bomen.

Voor ruw eiwit is de periode waarin het monster is genomen belangrijk en bij de mineralen is dit locatie van de boom. In hoofdstuk 3 is besproken dat het eiwitgehalte gedurende het seizoen verschillend is. Hier is met de verwerking van de resultaten rekening gehouden door

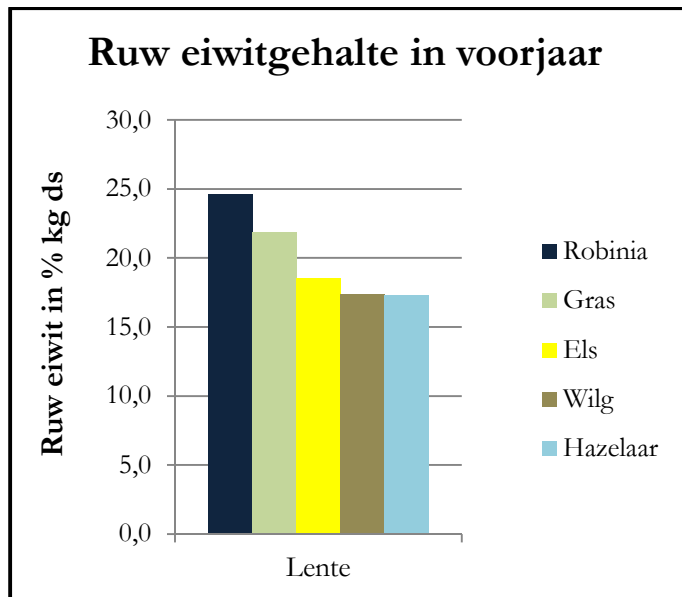
eiwitgehalten van verschillende boomsoorten uit hetzelfde seizoenen met elkaar te vergelijken. Andere factoren zoals temperatuur verloop hebben ook een invloed op het eiwitgehalte, maar door gebrek aan deze gegevens is hier geen rekening mee gehouden bij het verwerken van de gegevens. Deze factoren kunnen wel grote spreidingen verklaren van het ruw eiwitgehalte bij een zelfde boomsoort, bemonsterd in hetzelfde seizoen. Ter controle op de betrouwbaarheid van deze manier verwerken van de gegevens, is de volgorde van boomsoorten van hoge naar lage ruw eiwitgehalte, vergeleken met de volgorde van boomsoorten afkomstig uit één onderzoek (Rahmann, 2004a), zie figuur 5.2 en figuur 5.3. Daaruit bleek dat de volgorde van de boomsoorten met elkaar overeen kwamen. Dat betekent dus dat andere factoren geen belangrijke invloed hebben op het ruw eiwitgehalte.

Bij de mineralen is juist de bodem waarop de boom groeit van grote invloed op het mineralengehalte in de bomen. Hier is rekening mee gehouden door boomsoorten uit een zelfde onderzoek met elkaar te vergelijken (Rahmann, 2004a). Voor geiten en koeien is bekeken wat hun mineralenbehoefte is, waarbij rekening is gehouden met de mineralenbehoefte van melkgevende dieren met een lage of hoge productie. Vervolgens is van elke mineraal apart bekeken of de bomen voldoen aan de behoefte van melkgevende geiten en koeien. De boomsoort die met alle mineralen het meest voldoet aan de behoefte van geiten en koeien, is het meest geschikt. In het onderzoek van Rahmann (2004a) zijn maar beperkt aantal boomsoorten onderzocht. Daarom is het zelfde gedaan met alle boomsoorten waarvan de mineralengehalte vermeld staan in de database en die voldoen aan de hiervoor genoemde selectie criteria. Van deze boomsoorten is bekeken welke boomsoort het meest voldoet aan de mineralen behoefte van melkgevende geiten en koeien. De boomsoorten uit het onderzoek van Rahmann (2004a) en de boomsoorten uit de database zijn op volgorde van meest geschikt gezet en daaruit bleek dat deze volgorde met elkaar overeen kwamen (zie tabel 5.3, 5.5 en 5.6). Deze twee vergelijkingen zijn met elkaar vergeleken waaruit ook bleek dat volgorde van elkaar niet veel verschillend zijn. Hieruit kan opgemaakt worden dat het mineralengehalte in bomen afhankelijk is van de bodem waarop zij groeien, maar dat bepaalde boomsoorten meer mineralen uit de grond opnemen dan andere boomsoorten. Daarnaast is er gebruik gemaakt van een andere benadering, waarbij alleen gekeken is naar essentiële mineralen. Essentiële mineralen zijn mineralen waarvan in het rantsoen vaak tekorten in zijn. Dit zijn de mineralen fosfor, magnesium, natrium, koper en seleen. De boomsoort die het meest voldoet in de behoefte van deze mineralen bij melkgevende geiten en koeien, is hierbij het meest geschikt.

5.3 Resultaten

5.3.1 Ruw eiwitgehalte in blad

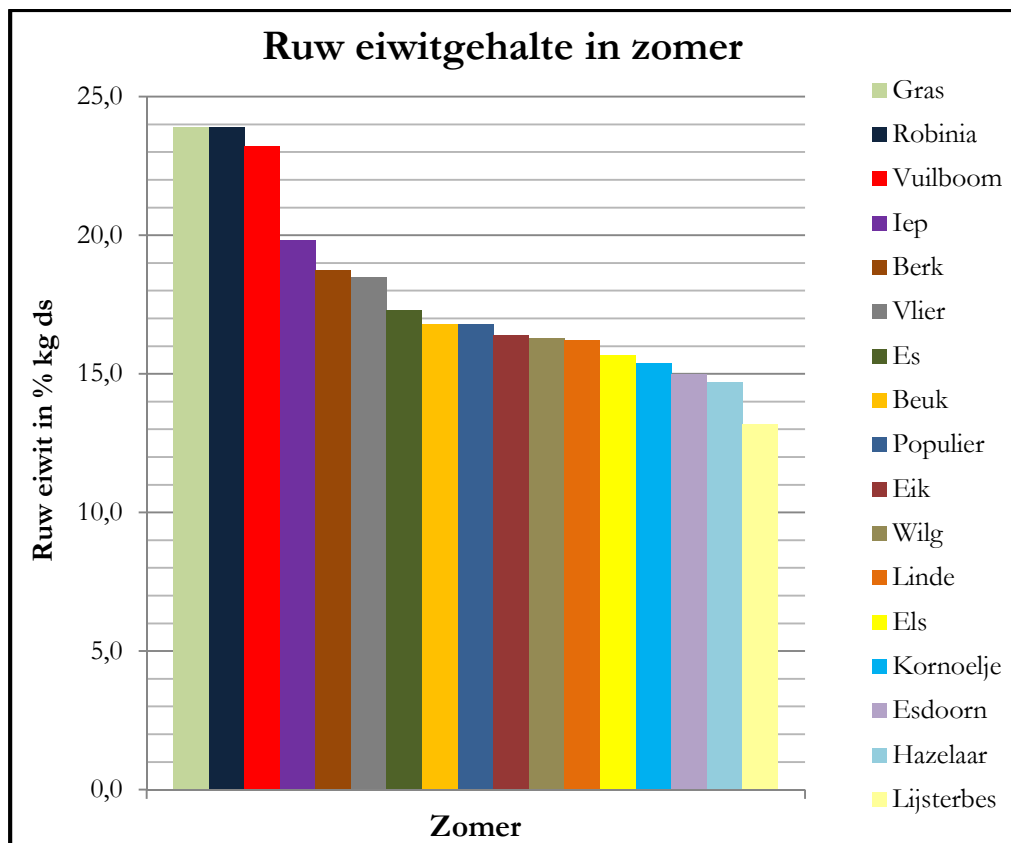
In figuur 5.1 is het ruw eiwitgehalte van het blad in de lente van vier boomsoorten te zien, eiwitgehalte uitgedrukt in percentage per kilo drogestof. Onder de lente vallen de maanden april, mei en juni. Door gebrek aan gegevens zijn maar een beperkt aantal boomsoorten in de grafiek opgenomen. In de grafiek is te zien dat alleen Robinia een hoger eiwitgehalte heeft dan gras. De grafieken 5.1, 5.2 en 5.4 zijn samengesteld uit gegevens van de database, deze gegevens zijn afkomstig van diverse onderzoeken. De waarde van gras in deze grafieken 5.1, 5.2 en 5.4 zijn afkomstig van Productschap Diervoeder (2008). De boomsoorten hebben in alle grafieken steeds dezelfde kleur, zodat vergelijking tussen de grafieken eenvoudig is.



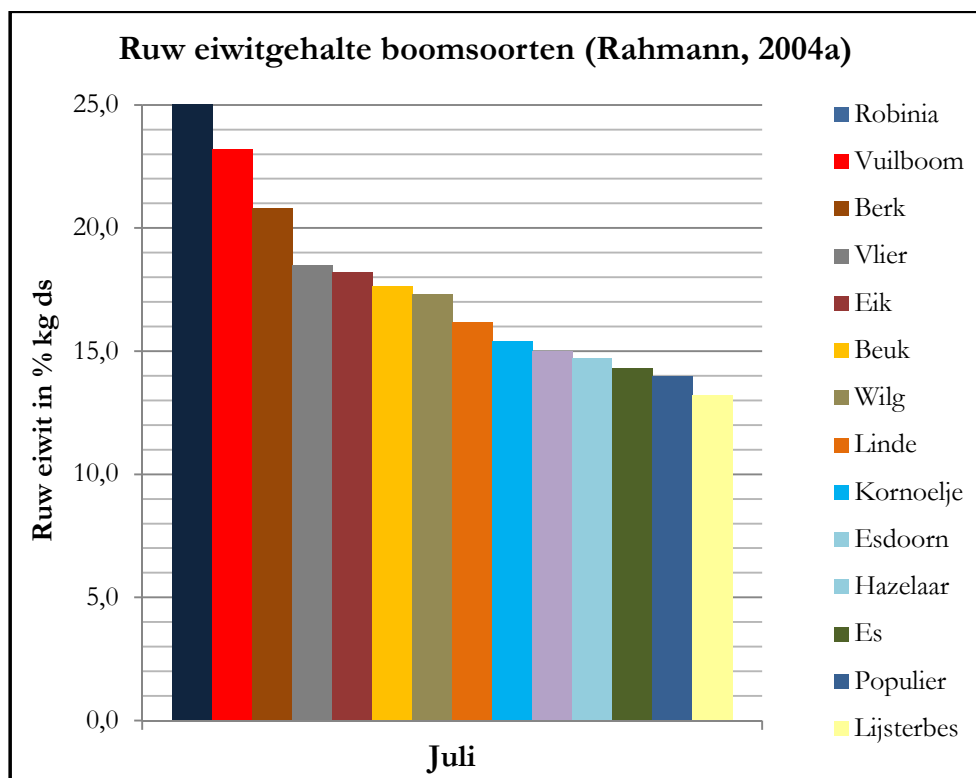
Figuur 5.1 Ruw eiwitgehalte van boomsoorten in de lente.

In figuur 5.2 wordt het ruw eiwitgehalte van het blad van verschillende boomsoorten in de zomer weergegeven. Onder de zomer vallen de maanden juli, augustus en september, het ruw eiwitgehalte is weergegeven in percentage per kg drogestof. Het verschil tussen eiwitgehalte bij de boomsoorten loopt van 13,2 %/kg ds voor de lijsterbes tot 23,9 %/kg ds voor de robinia. Tussen de boomsoorten zijn dus duidelijk verschillen in ruw eiwitgehalte in de zomer, waarbij alleen de robinia een waarde heeft dat gelijk is aan Engels raaigras. In tegenstelling tot de lente heeft de wilg in de zomer een hoger eiwitgehalte dan de els, bij andere boomsoorten is geen verschil tussen de twee grafieken.

Figuur 5.3 is gemaakt om te controleren of je ruw eiwitgehalte van boomsoorten uit verschillende onderzoeken met elkaar kan vergelijken, zonder dat de omstandigheden waar onder de onderzoeken zijn uitgevoerd te veel invloed hebben op het ruw eiwitgehalte. In figuur 5.3 wordt namelijk het ruw eiwitgehalte van het blad van verschillende boomsoorten in juli weergegeven, afkomstig uit het onderzoek van Rahmann (2004a). Vergelijk je deze grafiek met figuur 5.2 dan zie je dat de volgorde grotendeels overeen komt. Alleen de populier is in figuur 5.3 veel lager geplaatst dan in figuur 5.2. Dit verschil wordt veroorzaakt door verschil in eiwitgehalte tussen de ondersoorten zilverpopulier en zwarte populier. De waarde vermeld in figuur 5.3 is van de ondersoort zwarte populier, waarbij in figuur 5.2 ook de waarde van de zilverpopulier is meeberekend. De zilverpopulier heeft een hoger eiwitgehalte dan de zwarte populier, zie tabel 5.2. Eén boomsoort wordt niet vernoemd in het rapport van Asseldonk (2012) maar heeft op basis van het ruw eiwitgehalte wel perspectief als voederboom. Dit is de wijnstok met een eiwitgehalte van 19,2 %/kg ds in de zomer. Waarschijnlijk wordt deze boomsoort niet vernoemd in het rapport omdat de boom oorspronkelijk niet uit Nederland komt.

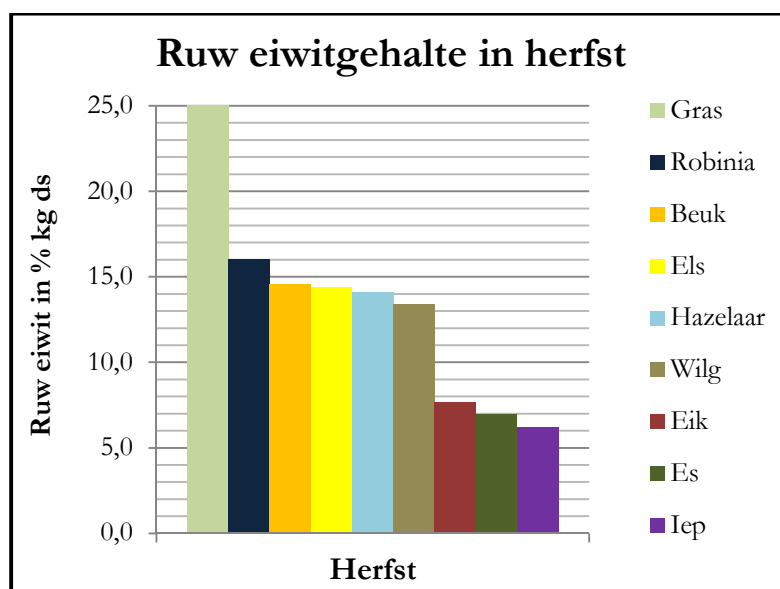


Figuur 5.2 Ruw eiwitgehalte van boomsoorten in de zomer.



Figuur 5.3 Ruw eiwitgehalte van boomsoorten in juli uit Rahmann (2004a).

In figuur 5.4 is het ruw eiwitgehalte van het blad van verschillende boomsoorten in de herfst weergegeven, in percentage per kilo drogestof. Onder de herfst vallen de maanden oktober en november. Een aantal dingen vallen direct uit de grafiek op. Gras heeft een veel hoger ruw eiwitgehalte dan alle ander boomsoorten. Het eiwitgehalte tussen de boomsoorten loopt zeer uiteen en de volgorde is anders dan de voorgaande grafieken. Het verschil loopt van 16,1 %/kg ds voor robinia tot de iep met een eiwitgehalte van 6,2 %/kg ds, terwijl de iep in de zomer juist een hoog eiwitgehalte heeft. Een belangrijke verklaring voor dit verschil is de snelle afname van het ruw eiwitgehalte van het blad, wanneer het blad in de herfst verkleurt. Wanneer het blad verkleurt is afhankelijk van weersomstandigheden en dit is per onderzoek verschillend. Zo kan het zijn dat de els is bemonsterd op het moment dat de weersomstandig nog gunstig waren, terwijl de iep is bemonsterd op het moment dat de temperaturen flink waren gedaald. Deze grafiek kan dus niet gebruikt worden om te bepalen welke boomsoort het hoogste eiwitgehalte heeft in de herfst, maar laat wel zien dat oogsten in de herfst riskant is doordat het eiwitgehalte snel kan dalen.



Figuur 5.4 Ruw eiwitgehalte van boomsoorten in de herfst.

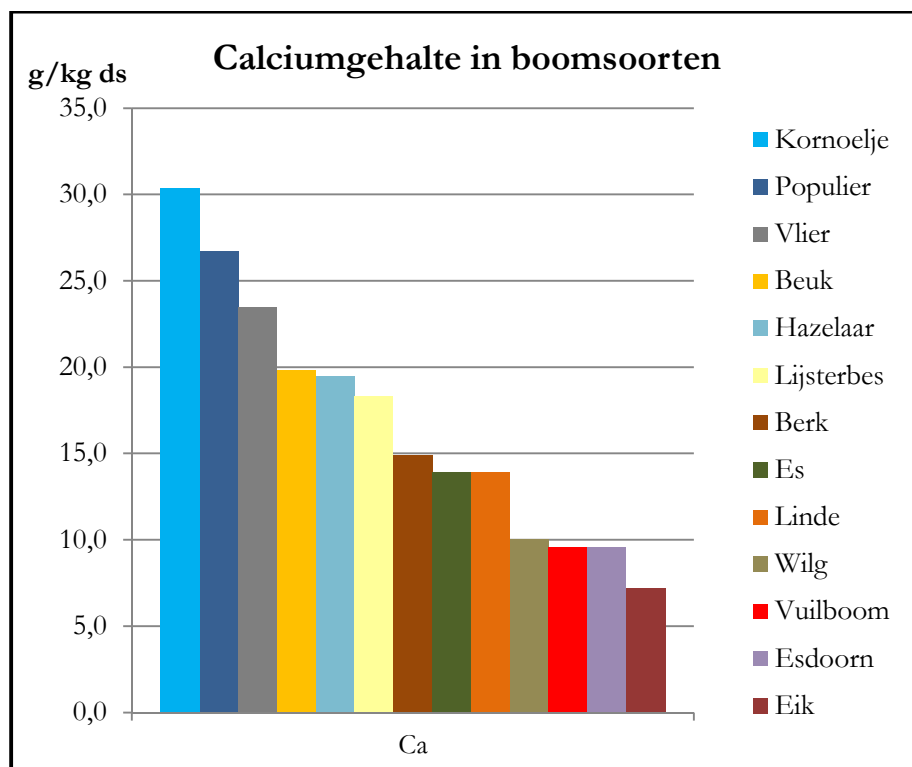
In tabel 5.2 zijn alle gegevens van de figuren 5.1, 5.2 en 5.3 nog eens op een rijtje gezet. Alle gemiddelden per seizoen per boomsoort zijn dik gedrukt in de tabel en daarnaast is de spreiding weergegeven. Ook van de ondersoorten staan gemiddelde vermeld met daarnaast de spreiding. Bij sommige gemiddelden hoort een grote spreiding, dit komt doordat de gegevens afkomstig zijn uit verschillende onderzoeken waarbij de bomen onder verschillende omstandigheden groeiden. De tabel is op volgorde van hoog naar laag weergegeven, waarbij gekeken is welke boomsoort in de zomer het hoogste eiwitgehalte heeft. Hier is voor de zomer gekozen, omdat van de zomer de meeste voederwaarden bekend zijn.

Tabel 5.2 Ruw eiwitgehalte in blad van verschillende boomsoorten

Boomsoort	Lente	<i>spreiding</i>	Zomer	<i>spreiding</i>	Herfst	<i>Spreiding</i>
Gras	21,9	21,5 - 22,7	23,9	22,6 - 25,6	25,2	-
Robinia	24,6	23,9 - 25,1	23,9	20,8 - 27,0	16,1	11,6 - 20,5
Vuilboom			23,2	-		
Gewone vuilboom			23,2			
Iep			19,8	16,6 - 23,0	6,2	5,8 - 6,6
Gladde iep			19,8	16,6 - 23,0	6,2	5,8 - 6,6
Berk			18,7	16,7 - 20,8		
Ruwe berk			20,8	-		
Zachte berk			16,7	-		
Vlier			18,5	-		
Gewone vlier			18,5	-		
Es			17,3	14,3 - 22,6	7,0	5,9 - 7,6
Gewone es			17,3	14,3 - 22,6	6,7	5,9 - 7,4
Manna es					7,6	-
Beuk			16,8	15,8 - 18,0	14,6	-
Haagbeuk			17,3	-		
Populier			16,8	14,0 - 19,0		
Zilver populier			18,2	17,4 - 19,0		
Zwarte populier			14,0	-		
Eik			16,4	14,6 - 18,2	7,7	-
Zomereik			16,4	14,6 - 18,2		
Wintereik					7,7	-
Linde			16,2	-		
Zomer linde			16,2	-		
Wilg	17,4	12,5 - 23,1	15,8	8,8 - 20,0	13,4	10,6 - 15,8
Boswilg			16,2	15,0 - 17,4		
Chinese x Schietwilg	16,9	14,4 - 19,4	14,6	10,6 - 20,0	10,6	-
Kinuyanagi wilg	16,3	15 - 17,5	15,0	8,8 - 22,0	13,8	-
Kraakwilg			19,6	-		
Kronkelwilg			18,8	18,0 - 19,5		
Zwarte wilg			18,4	18,3 - 18,5		
Els	18,6	17,3 - 19,8	15,7	-	14,4	-
Kornoelje			15,4	-		
Rode kornoelje			15,4			
Esdoorn			15,0	11,2 - 19,1		
Noorse esdoorn			13,3	-		
Suikeresdoorn			12,8	11,2 - 14,4		
Vederesdoorn			17,4	15,6 - 19,1		
Veldesdoorn			16,7	-		
Zilveresdoorn			16,9	15,4 - 18,4		
Hazelaar	17,3	17,0 - 17,6	14,7	-	14,1	-
Lijsterbes			13,2	-		
Wilde lijsterbes			13,2	-		

5.3.2 Mineralen gehalte in boomsoorten

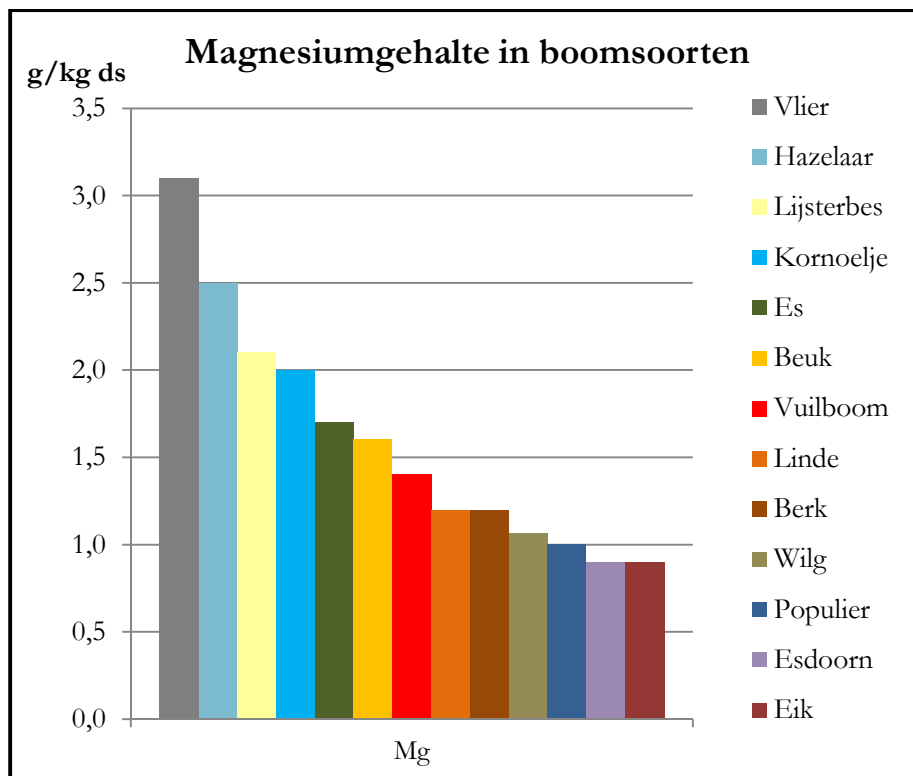
Grafiek 5.5 t/m 5.11 bestaan uit gegevens afkomstig van een onderzoek van Rahmann (2004a). De bomen die bemonsterd zijn groeiden onder dezelfde omstandigheden en op dezelfde bodem. Dit maakt een eerlijke vergelijking tussen de boomsoorten in mineralengehalten mogelijk. In figuur 5.5 wordt het calciumgehalte in blad van verschillende boomsoorten weergegeven in gram per kilo drogestof. Het verschil tussen boomsoorten loopt van 30,4 gram voor kornoelje tot 7,2 in de eik. De onderlinge verschillen tussen de boomsoorten zijn relatief klein.



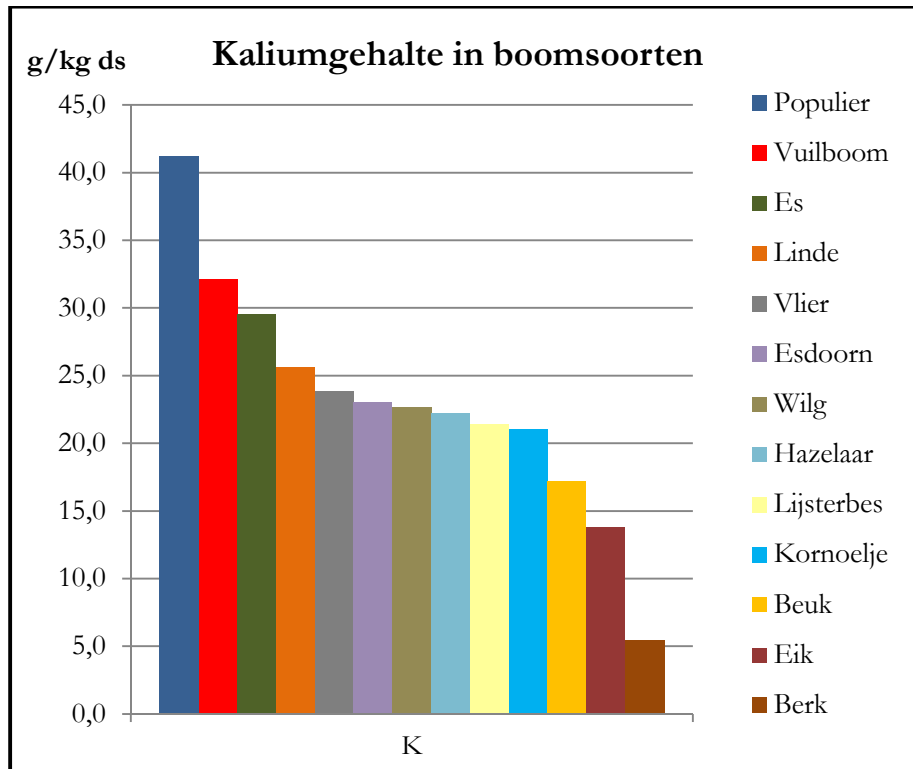
Figuur 5.5 Calciumgehalte van boomsoorten (Rahmann, 2004a).

In figuur 5.6 wordt het magnesiumgehalte in blad van verschillende boomsoorten weergegeven in gram per kilo drogestof. Het verschil tussen boomsoorten loopt van 3,1 gram voor de vlier tot 0,9 gram in de eik. De onderlinge verschillen zijn gering, alleen de vlier en de hazelaar steken duidelijk boven de ander boomsoorten uit.

In figuur 5.7 wordt het kaliumgehalte in blad van verschillende boomsoorten weergegeven in gram per kilo drogestof. Het verschil tussen boomsoorten loopt van 41,2 voor de populier tot 5,4 gram in de berk. Het verschil tussen de hoge waarde van de populier is redelijk groot met de lage waarde van de berk, maar andere onderlinge verschillen tussen boomsoorten zijn relatief klein. Zes verschillende boomsoorten wijken nog geen 4 gram van elkaar af.

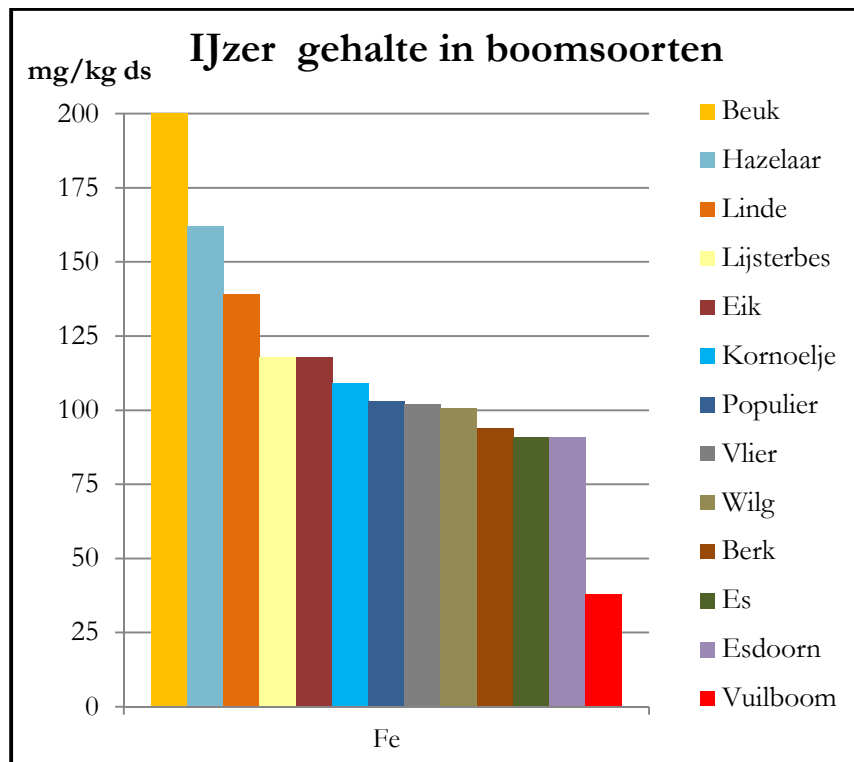


Figuur 5.6 Magnesium gehalte in boomsoorten (Rahmann, 2004a).



Figuur 5.7 Kaliumgehalte in boomsoorten (Rahmann, 2004a).

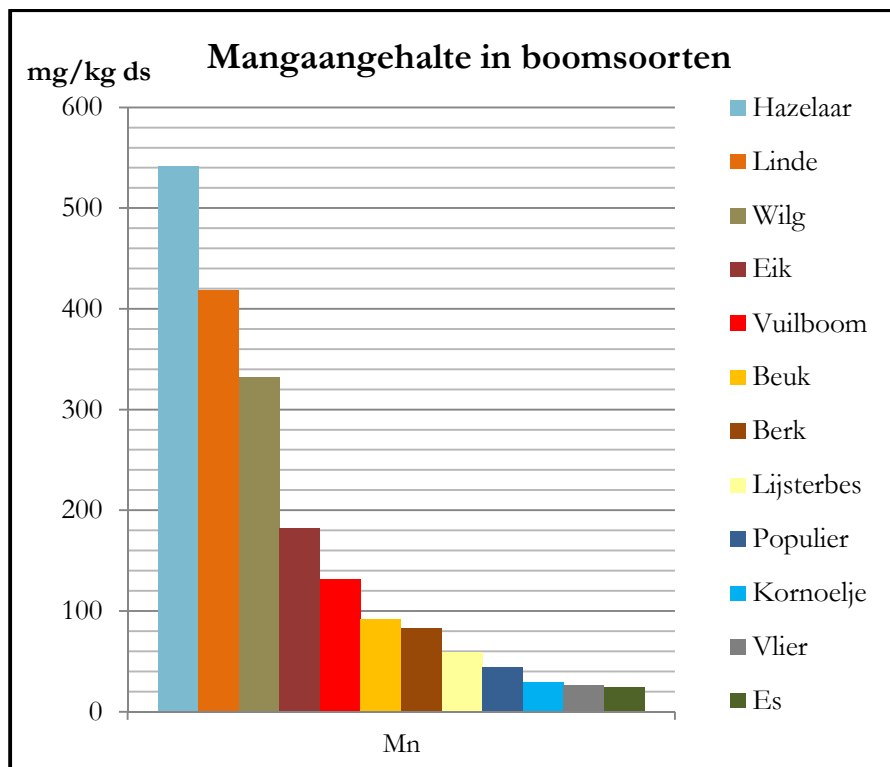
In figuur 5.8 wordt het ijzergehalte in blad van verschillende boomsoorten weergegeven in milligram per kilo drogestof. Het verschil tussen boomsoorten loopt van 201 milligram voor beuk tot 38 milligram in de vuilboom. Opmerkelijk is dat het gros van de boomsoorten nog geen 30 milligram van elkaar verschillen, terwijl het verschil tussen de hoogste en de laagste waarde veel groter is. Daaruit kan geconcludeerd worden dat alleen van de boomsoorten: vuilboom, beuk, hazelaar en linde, het ijzergehalte duidelijk verschilt van elkaar. De rest van de boomsoorten hebben waarden die weinig van elkaar afwijken.



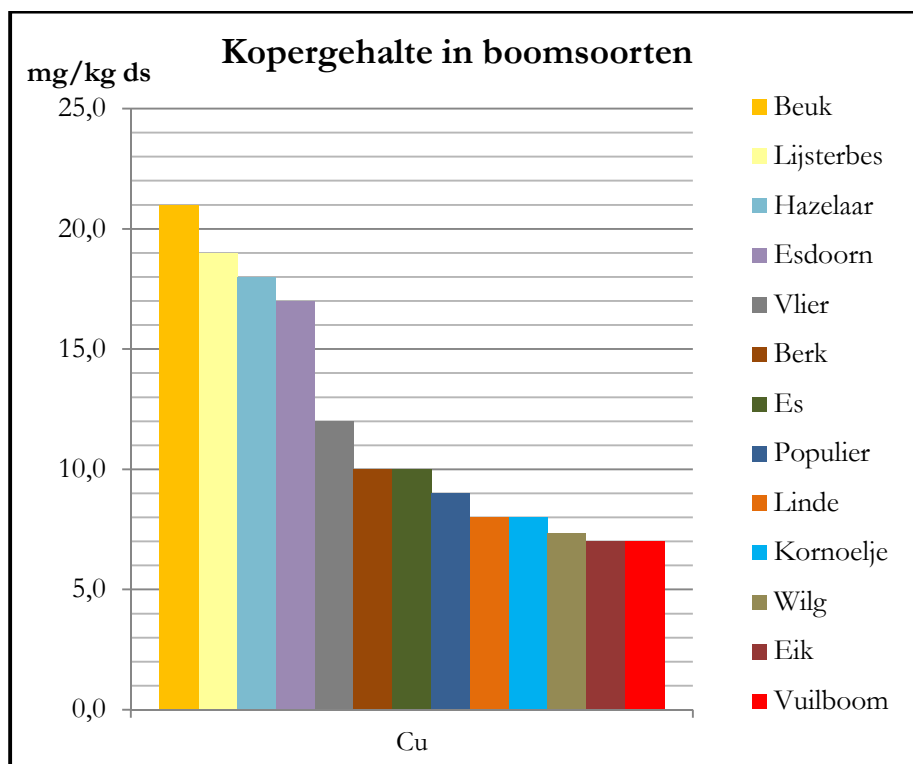
Figuur 5.8 Ijzer gehalte in boomsoorten (Rahmann, 2004a).

In figuur 5.9 wordt het mangaan gehalte in blad van verschillende boomsoorten weergegeven in milligram per kilo drogestof. De spreiding tussen boomsoorten loopt van 541 milligram voor de hazelaar tot 24 milligram in de es. Deze spreiding is extreem groot, bij de andere mineralen wordt niet zo grote spreiding als bij mangaan gevonden. Opvallend is dat een aantal bomen zeer grote hoeveelheden mangaan opnemen en andere bomen juist niet.

In figuur 5.10 wordt het koper gehalte in blad van verschillende boomsoorten weergegeven in milligram per kilo drogestof. De spreiding tussen boomsoorten loopt van 21 milligram voor de beuk tot 7 milligram in de eik en vuilboom. De spreiding tussen de boomsoorten is klein en zoals de grafiek laat zien, hebben de boomsoorten een hoge of een lage waarde, waarbij alleen de vlier een midden positie in neemt.

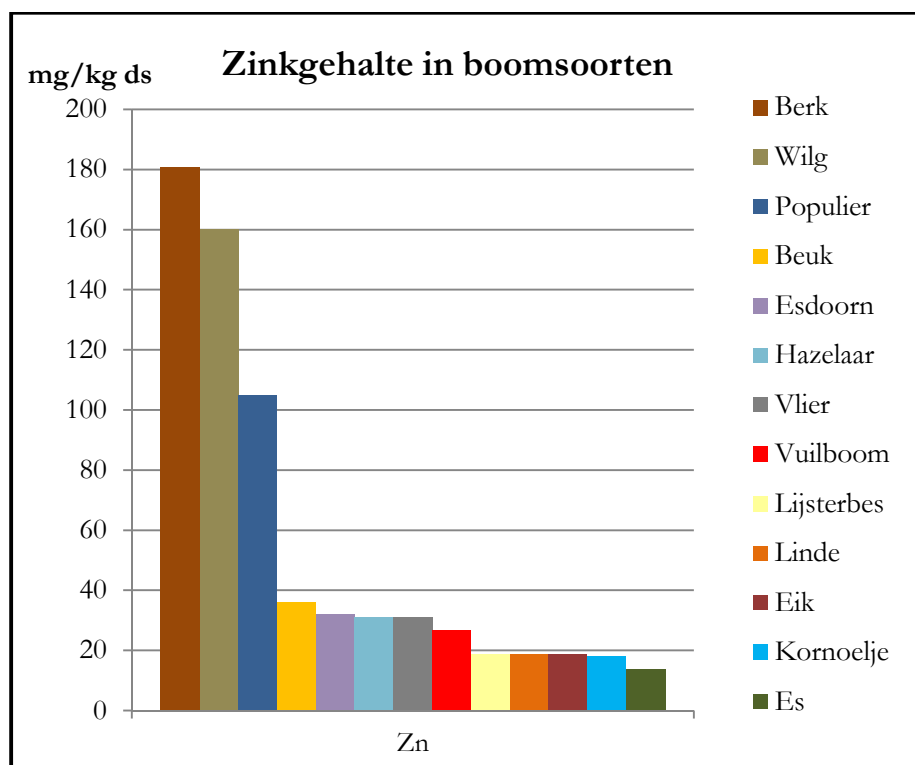


Figuur 5.9 Mangaangehalte in boomsoorten (Rahmann, 2004a).



Figuur 5.10 Koper gehalte in boomsoorten (Rahmann 2004a).

In figuur 5.11 wordt het zinkgehalte in blad van verschillende boomsoorten weergegeven in milligram per kilo drogestof. De spreiding tussen boomsoorten loopt van 181 milligram voor de berk tot 14 milligram in de es. De zink gehalten tussen boomsoorten liggen dicht bij elkaar en wijkt alleen bij de wilg, berk en populier sterk naar boven af.



Figuur 5.11 Zinkgehalte in boomsoorten (Rahmann 2004a).

In tabel 5.3 staan alle mineralengehalten van de boomsoorten van de figuur 5.5 t/m 5.11 nog eens op een rijtje. Waarbij calcium, magnesium en kalium in gram per kilo drogestof is weergegeven en ijzer, mangaan, koper, zink en seleen in milligram staat aangegeven. Van alle mineralen gehalten is gekeken of zij voldoen aan de behoefte van melkgevende koeien of geiten, zowel van laag productieve dieren en hoog productieve dieren, zie tabel 5.4 voor de mineralen behoefte van deze dieren. Mineralen die niet voldoen aan de mineralen behoefte van melkgevende geiten en koeien zijn in de tabel rood gekleurd. Mineralen die voor een bepaalde diergroep (laag of hoog productieve dieren) niet voldoen aan de mineralen behoefte van de koe of geit zijn oranje gekleurd. Boven aan de tabel staat de boomsoort die het meest voldoet aan de mineralen behoefte van melkgevende geiten en koeien.

Tabel 5.3 Mineralengehalten in boomsoorten uit Rahmann (2004a). Door rode cijfers geven aan dat het mineralengehalte niet voldoet in de behoefte van melkgevende geiten en koeien, oranje cijfers geven aan dat voor een bepaalde diergroep niet wordt voldaan in de mineralen behoefte en bij zwart wordt wel voldaan in de mineralen behoefte.

Boomsoort	Ca	Mg	K	Fe	Mn	Cu	Zn	Se
Beuk	19,9	1,6	17,2	201	92	21,0	36	0,07
Hazelaar	19,5	2,5	22,2	162	541	18,0	31	0,04
Vuilboom	9,6	1,4	32,1	38	131	7,0	27	0,1
Wilg	10,0	1,1	22,6	101	332	7,3	160	0,07
Lijsterbes	18,3	2,1	21,4	118	59	19,0	19	0,03
Esdoorn	9,6	0,9	23,0	91	329	17,0	32	0,03
Vlier	23,5	3,1	23,8	102	26	12,0	31	0,02
Populier	26,7	1,0	41,2	103	44	9,0	105	0,03
Linde	13,9	1,2	25,6	139	418	8,0	19	0,02
Berk	14,9	1,2	5,4	94	83	10,0	181	0,03
Eik	7,2	0,9	13,8	118	182	7,0	19	0,04
Kornoelje	30,4	2,0	21,0	109	29	8,0	18	0,03
Es	13,9	1,7	29,5	91	24	10,0	14	0,05

Tabel 5.4 geeft de mineralen behoefte van verschillende diergroepen weer per kilo drogestof (Eekeren et al., 2010; Productschap Diervoeders, 2008). Onder melkvee vallen koeien met een melkgift vanaf 20 kg per dag tot 40 kg per dag. In de kolom van melkvee geeft de linker waarde de behoefte aan van een koe met een melkgift van 20 kg per dag en de rechter waarde de behoefte van een koe met een melkgift van 40 kg per dag. Onder droogstaand vallen koeien die droogstaan met maximaal 8 weken voor afkalven tot aan het afkalven. De linker waarde geeft de behoefte van droogstaande koeien weer vanaf 8 tot 3 weken voor het afkalven en de rechter waarde geeft de behoefte weer van koeien vanaf 3 weken voor afkalven tot aan afkalven. Onder jongvee valt vrouwelijk jongvee vanaf 4 maanden oud tot 16 maanden oud. Links staat de behoefte van jongvee van 4 maanden oud weergegeven en rechts de behoefte van jongvee van 16 maanden oud. Onder melkgeiten vallen alle geiten met een melkgift vanaf 3 kilo tot 4 kilo per dag. Links wordt de behoefte van geiten met een melkgift van 3 kilo weergegeven en rechts wordt de behoefte van geiten met een melkgift van 4 kilo weer gegeven. Onder drachtig vallen geiten die drachtig zijn.

Tabel 5.4 Mineralenbehoefte van diverse diergroepen (Eekeren et al., 2010; Productschap Diervoeder, 2008).

Mineralen	Koeien			Geiten	
g/kg ds	Melkvee	Droogstaand	Jongvee	Melkgeiten	Drachtig
Ca	3,2 - 4,2	2,4 - 2,8	5,6 - 2,8	3,0 - 3,1	2,2
P	2,5 - 3,3	1,9 - 2,0	3,4 - 1,8	3,7 - 3,8	1,9
Mg	2,1 - 2,4	1,9 - 2,1	1,7 - 1,9	1,4 - 1,4	1
Na	1,1 - 1,4	0,7 - 0,6	0,6 - 0,5	1,0 - 1,0	0,4
K	7,2 - 8,1	4,9 - 5,0	4,3 - 4,9	7,8 - 7,4	4,3
mg/kg ds	Melkvee	Droogstaand	Jongvee	Melkgeiten	Drachtig
Fe	8,1 - 12,8	30 - 31,4	93,2 - 31,6	11 - 11	54
Mn	40 - 40	40 - 40	25 - 25	40 - 40	40
Cu	12,2 - 11,1	24,1 - 25,2	14,5 - 18,1	11,5 - 11,6	11,8
Zn	26,5 - 32,5	21,4 - 22,4	28,5 - 25,1	24,4 - 24,4	16,5
Se	0,15 - 0,18	0,13 - 0,13	0,10 - 0,12	0,1 - 0,11	0,1

In tabel 5.5 en 5.6 zijn de mineralengehalte in blad van de boomsoorten weergegeven op volgorde van boomsoorten die het meest voldoen aan de mineralen behoefte van melkgevende geiten en koeien. De tabel is samengesteld uit gegevens van de database, waarbij de gegevens afkomstig zijn uit diverse bronnen. In tabel 5.5 zijn de mineralengehalten in gram per kilo drogestof weergegeven en in tabel 5.6 in milligram per kilo drogestof. De gekleurde cijfers in de tabellen 5.5 en 5.6 hebben dezelfde betekenissen als in tabel 5.3 en geven mineralen tekorten aan voor diergroepen. Van de onderste twee boomsoorten zijn niet alle mineralengehalten bekend, daarom is van deze boomsoorten het mineralengehalte niet vergeleken met andere boomsoorten. In het rantsoen bij koeien en geiten ontstaat vaak een tekort aan de mineralen fosfor, magnesium, natrium, koper en seleen. Wanneer de boomsoorten op volgorde worden gezet waarbij alleen gekeken wordt of zij voldoen aan de mineralenbehoefte van de hiervoor genoemde mineralen ziet de volgorde als volgt uit: hazelaar, beuk, esdoorn, lijsterbes, vlier, wilg, vuilboom, els, linde, es, robinia, populier, berk en eik.

Tabel 5.5 Mineralengehalte in boomsoorten

Boomsoort	Ca	<i>Spreiding</i>	P	<i>Spreiding</i>	Mg	<i>Spreiding</i>	Na	<i>Spreiding</i>	K	<i>Spreiding</i>
Gras	5,8	-	4,3	-	2,5	-	2,3	-	36,6	-
Hazelaar	14,7	11,1 - 19,5	2,8	2,4 - 3,3	2,6	2,2 - 3,2	0,3	0,1 - 0,6	17,4	9,4 - 27,3
Beuk	16,1	12,7 - 22,5	2,1	1,5 - 2,3	1,7	1,4 - 2,0	0,2	0,1 - 0,3	13,2	8,4 - 21,4
Wilg	15,8	8,9 - 29,1	3,0	1,1 - 4,2	2,8	0,7 - 4,3	0,2	0,1 - 0,5	17,7	9,1 - 25,6
Lijsterbes	17,7	17,1 - 18,3	2,8	-	2,1	-	0,3	-	15,3	9,1 - 21,4
Esdoorn	12,1	9,6 - 15,3	2,0	1,0 - 2,9	2,0	0,9 - 3,3	0,3	-	10,9	5,1 - 23,0
Vuilboom	8,1	5,1 - 9,6	1,7	-	2,3	-	0,2	0,2 - 0,3	22,0	14,3 - 32,1
Vlier	22,2	20,9 - 23,5	3,3	-	2,0	0,9 - 3,1	0,2	-	24,9	23,8 - 25,9
Els	15,8	11,3 - 18,2	2,0	1,2 - 2,5	2,9	2,3 - 3,4	0,3	0,2 - 0,5	8,7	6,7 - 11,7
Robinia	14,2	2,4 - 24	1,7	0,2 - 2,6	1,6	1,3 - 1,8	0,2	-	15,1	10,6 - 19,5
Populier	28,0	26,1 - 30,5	3,2	3,0 - 3,3	1,0	-	0,1	-	26,4	12,0 - 41,2
Linde	19,7	13,9 - 24,1	2,6	2,3 - 2,8	2,2	1,2 - 3,1	0,2	0,1 - 0,3	17,4	13,0 - 25,6
Berk	13,5	5,1 - 17,9	1,7	1,0 - 2,7	1,9	0,8 - 3	0,1	0,1 - 0,2	7,1	5,4 - 10,4
Eik	6,8	4,4 - 8,8	2,0	1,3 - 2,7	1,1	0,9 - 1,3	0,1	-	9,2	5,5 - 13,8
Es	23,5	5,0 - 39,8	1,1	0,4 - 1,9	3,9	0,6 - 7,1	0,3	0,2 - 0,4	12,7	3,2 - 29,5
Iep	18,8	1,9 - 24,0	1,2	0,2 - 2,1	2,6	2,0 - 3,2	-	-	14,4	8,5 - 20,0
Kornoelje	30,4	30,4 - 30,4	-	-	3,0	-	0,5	0,2 - 0,8	15,3	9,6 - 21,0

Tabel 5.6 Sporenelementen in boomsoorten

Boomsoort	Fe	<i>Spreiding</i>	Mn	<i>Spreiding</i>	Cu	<i>Spreiding</i>	Zn	<i>Spreiding</i>	Se	<i>Spreiding</i>
Gras	149	-	95	-	8,9	-	43,0	-	0,04	-
Hazelaar	129	94 - 162	403	42 - 893	13,1	8,5 - 18,0	34,3	29,0 - 41,0	0,07	0,03 - 0,16
Beuk	187	161 - 229	862	92 - 2371	16,2	6,5 - 24	46,7	36 - 68	0,05	0,04 - 0,06
Wilg	112	70 - 158	267	40 - 485	7,3	4 - 12,9	279,4	151 - 669	0,06	0,05 - 0,08
Lijsterbes	118	-	59	-	19,0	-	19,0	-	0,05	0,03 - 0,07
Esdoorn	74	58 - 91	329	-	17,0	-	32,0	-	0,03	-
Vuilboom	60	38 - 82	131	-	7,4	7,0 - 7,7	25,5	24,0 - 27,0	0,10	-
Vlier	102	-	26	-	12,0	-	31,0	-	0,02	-
Els	175	84 - 262	242	30 - 490	9,8	6,0 - 12,5	62,3	46 - 79	0,04	0,03 - 0,06
Robinia	141	112 - 170	43	40 - 46	7,7	7,0 - 8,3	43,0	23 - 63	0,06	-
Populier	103	-	44	-	9,0	-	105,0	-	0,03	-
Linde	139	-	418	-	8,0	-	19,0	-	0,02	-
Berk	81	58 - 94	649	83 - 1214	7,2	5,4 - 10,0	149,6	80,9 - 187	0,03	-
Eik	94	70 - 118	232	182 - 281	5,5	4,0 - 7,0	19,0	19,0 - 19,0	0,04	-
Es	91	-	24	-	7,3	4,6 - 10,0	13,7	13,4 - 14,0	0,05	-
Iep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kornoelje	109	-	29	-	8,0	-	18,0	-	0,03	-

In tabel 5.7 staat achter elke mineraal welke boomsoorten het meest geschikt zijn om tekorten van dat mineraal in het rantsoen aan te vullen. Bij tekort aan fosfor in het rantsoen kan dus het best de vlier, populier of wilg gebruikt worden. Bij natrium wordt kornoelje genoemd, kornoelje voldoet echter niet aan de behoefte van melkgevende geiten of koeien maar heeft van de boomsoorten wel de hoogste waarde. Hetzelfde geldt voor fosfor en seleen, de boomsoorten die hier genoemd worden voldoen maar gedeeltelijk aan de behoefte van melkgevende geiten en koeien, maar hebben wel de hoogste waarde van alle boomsoorten.

Tabel 5.7 Advies boomsoorten bij mineralen tekorten.

Mineralen tekort	Advies boomsoorten
Ca	Kornoelje, populier, vlier
P	Vlier, populier, wilg
Mg	Hazelaar, els, es, iep, kornoelje, vlier
Na	Kornoelje
K	Populier, vlier, vuilboom
Fe	Beuk, hazelaar, linde, els, robinia
Mn	Hazelaar, linde, wilg, esdoorn, beuk, berk
Cu	Beuk, lijsterbes, hazelaar, esdoorn
Zn	Berk, wilg, populier
Se	Vuilboom

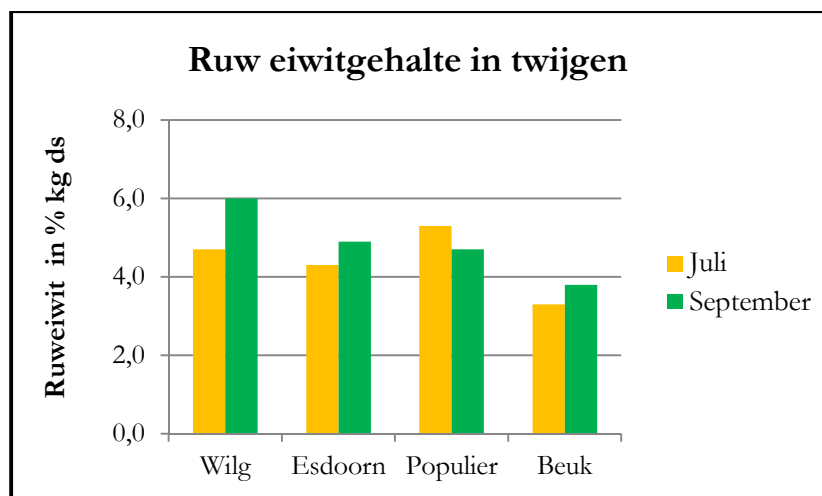
Tabel 5.8 Advies boomsoort per diergroep.

Diergroep	Advies boomsoort	Mineralen
Melkvee		
Laag productief	Hazelaar	P, Mg, Cu
Hoog productief	Hazelaar	P, Mg, Cu
Droogstaand		
Begin droogstand	Esdoorn	Cu
Eind droogstand	Esdoorn, lijsterbes	Cu, Mg
Jonvee		
Kalf	Vlier, wilg, hazelaar, lijsterbes	P, Cu, Zn
Vaars	Lijsterbes, Esdoorn	Cu, Zn
Melkgeiten		
Laag productief	Hazelaar	P, Cu
Hoog productief	Hazelaar	P, Cu
Drachtig	Hazelaar, beuk, esdoorn, lijsterbes	P, Cu

In tabel 5.8 is aangegeven welke boomsoort of boomsoorten het meest geschikt zijn voor bepaalde diergroepen. In de laatste kolom wordt aangegeven welke mineralen een belangrijke rol spelen bij de geschiktheid van de boomsoorten voor de diergroepen. Dit betekent echter niet dat de boomsoort volledig aan de mineralenbehoefte van de diergroep voldoet. Voor melkgevende koeien en geiten blijkt de hazelaar het beste aan de mineralenbehoefte voldoen. De esdoorn wordt het vaakst genoemd bij dieren die drachtig zijn en bij jongvee de lijsterbes. Welke soort boom het meeste geschikt is als voederboom is dus mede afhankelijk van de diergroep waar de boom aan gevoerd wordt.

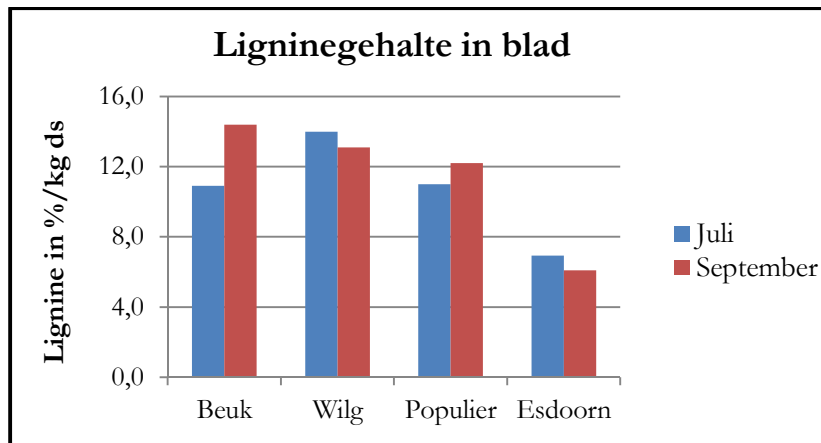
5.3.3 Overige nutritionele waarde boomsoorten

De resultaten in figuur 5.12 t/m 5.14 zijn afkomstig uit het onderzoek van Dierenfeld & Nijboer (1996). In figuur 5.12 is het ruweiwitgehalte in twijgen van de maanden juli en september weergegeven in percentage per kilo drogestof van de wilg, esdoorn, populier en beuk. De grafiek laat zien dat het eiwitgehalte in de twijgen duidelijk lager ligt dan in het blad, daarnaast zijn de verschillen tussen de maanden juli en september veel kleiner als bij het blad en hebben de twijgen in juli niet altijd een hoger eiwitgehalte dan in september. De onderlinge verschillen tussen boomsoorten zijn minimaal. Het gemiddelde eiwitgehalte van de twijgen van 6 verschillende soorten berekend uit 20 waarden afkomstig uit de database is 5,2 %/kg ds.



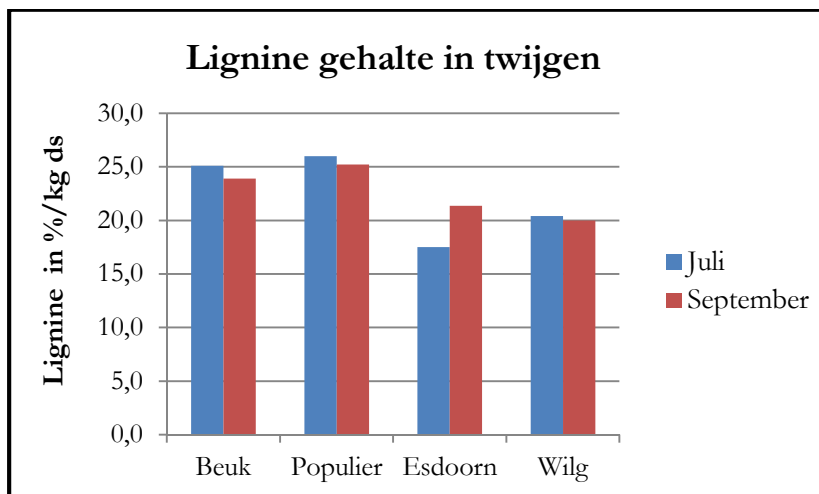
Figuur 5.12 Ruw eiwitgehalte in twijgen (Dierenveld & Nijboer, 1996).

Figuur 5.14 geeft het ligninegehalte van blad weer in percentage per kilo drogestof van de maanden juli en september. Alleen bij de beuk is er een groot verschil in lignine gehalte tussen de maanden juli en september van 10,9 tot 14,4 % kg ds. Het ligninegehalte is niet bij elke boomsoort in september hoger dan in juli. Zoals in hoofdstuk 3 besproken is neemt het ligninegehalte in het blad toe naarmate het blad ouder wordt. Waarschijnlijke hebben weersinvloeden tijdens het onderzoek een rol gespeeld op het ligninegehalte, lage temperaturen en droog weer zorgen namelijk voor een lager ligninegehalte. Wat verder opvalt is dat de esdoorn een veel lager ligninegehalte heeft dan de andere boomsoorten, daaruit is op te maken dat het ligninegehalte tussen boomsoorten verschillend is.



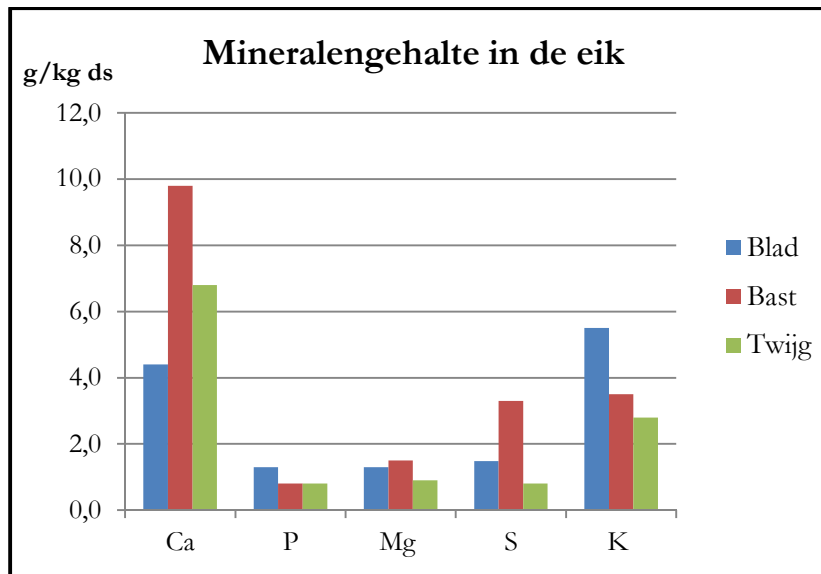
Figuur 5.13 Lignine gehalte in blad (Dierenveld & Nijboer, 1996).

In figuur 5.14 wordt het lignine gehalte in twijgen weer gegeven van de maanden juli en september en in percentage per kilo drogestof. Het ligninegehalte in twijgen is duidelijk hoger dan in het blad. Ook hier zijn de verschillen tussen de boomsoorten redelijk groot, waarbij het verschil tussen de maanden juli en september klein is.



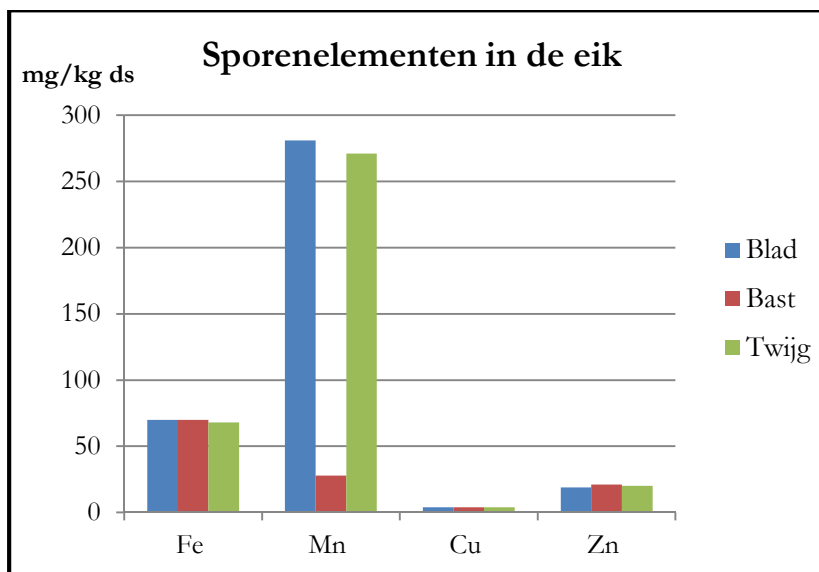
Figuur 5.14 Lignine gehalte in twijgen (Dierenveld & Nijboer, 1996).

Van één boomsoort is een onderzoek gevonden waarbij niet alleen de nutritionele waarde van het blad is gemeten, maar ook van de bast en twijg (Álvarez et al., 2006). Uit dit onderzoek zijn de nutritionele waarde van de verschillende eetbare boomdelen vergeleken met elkaar in figuur 5.15 t/m 5.17. In figuur 5.15 zijn de mineralengehalten van de eik in het blad, de bast en de twijg weergegeven in gram per kilo drogestof. Het calciumgehalte is in de bast duidelijk het hoogst vervolgens in de twijg en het laagst in het blad. De verschillen bij magnesium en fosfor zijn minimaal. Bij zwavel heeft de bast de hoogste concentratie, gevolgd door het blad en de twijg. Het blad heeft juist weer het hoogste kaliumgehalte gevolgd door de bast en de twijg.



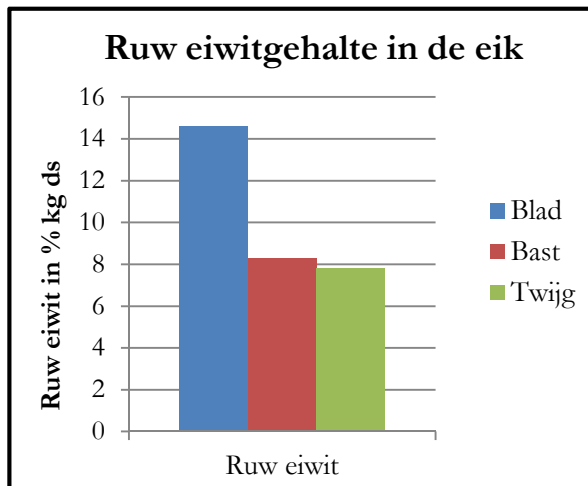
Figuur 5.15 Mineralen in verschillende boomdelen van de eik (Alvarez, 2006).

In figuur 5.16 worden de sporenelementen in de eik van de boomdelen blad, bast en twijg weergegeven in milligram per kilo drogestof. Alleen bij mangaan zijn de verschillen tussen de boomdelen groot, waarbij het blad en de twijg een extreem hoge waarde hebben en de bast niet.



Figuur 5.16 Sporenelementen in verschillende boomdelen van de eik (Alvarez, 2006).

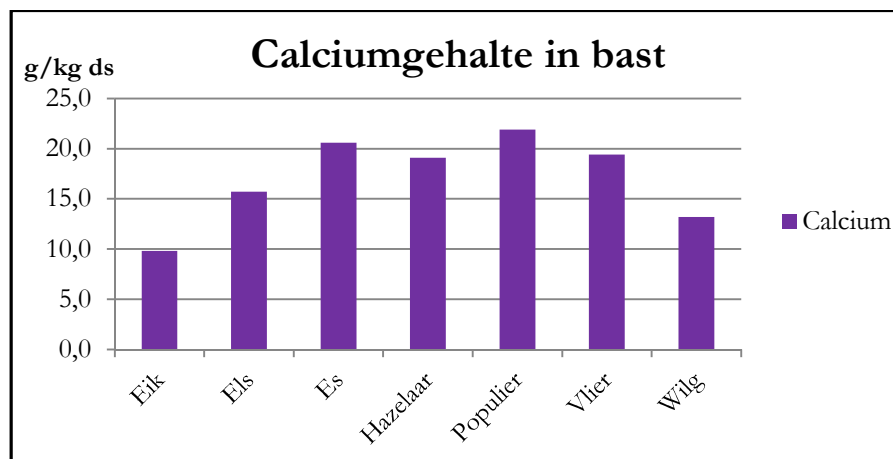
In figuur 5.17 wordt het ruw eiwitgehalte in percentage per kilo drogestof weergegeven van de boomdelen blad, bast en twijg, waarbij blad een eiwitgehalte heeft dat bijna 2 keer zo hoog is als in de bast en twijg. Waarschijnlijk worden de twijgen en bast vooral gegeten voor de mineralen en twijgen. Het eiwitgehalte tussen de bast en twijg verschilt nauwelijks van elkaar.



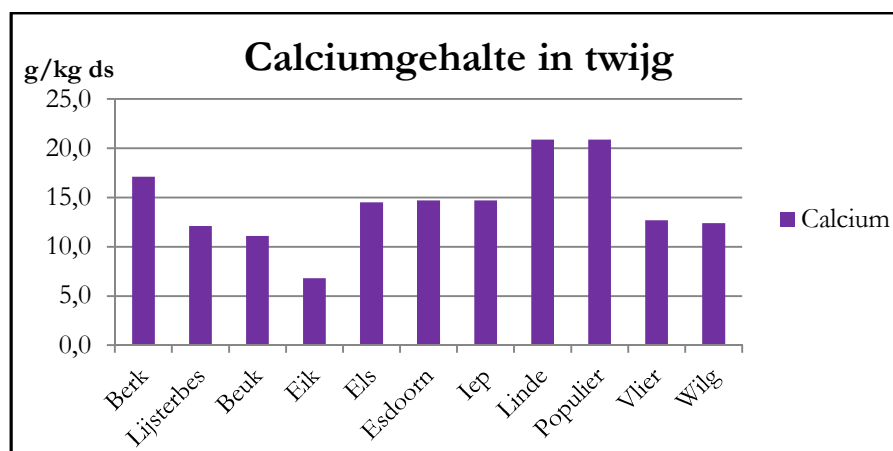
Figuur 5.17 Ruw eiwitgehalte in verschillende boomdelen van de eik (Alvarez, 2006).

Van diverse boomsoorten is het calcium-, kalium- en magnesiumgehalte van de bast en de twijg gevonden. De gegevens zijn afkomstig uit verschillende onderzoeken, waarvan ook enkele secundaire bronnen. De resultaten zijn verwerkt in figuur 5.18 t/m 5.23. Hoewel van veel waarden niet bekend is hoe deze tot stand zijn gekomen geven de grafieken wel enig beeld van

het calcium-, kalium- en fosforgehalte in de twijg en bast over het algemeen. De verschillende soorten bomen moeten met voorzichtigheid met elkaar vergeleken worden. Figuur 5.18 en 5.19 geven het calciumgehalte in de bast en in de twijg van verschillende boomsoorten weer in gram per kilo drogestof. In beide grafieken zijn de verschillen tussen de boomsoorten niet extreem, dit komt overeen met figuur 5.5. Het calciumgehalte is over het algemeen hoger in de bast dan in de twijg, met een gemiddelde van 17,5 g/kg ds voor de bast en 14,3 g/kg ds voor de twijg.

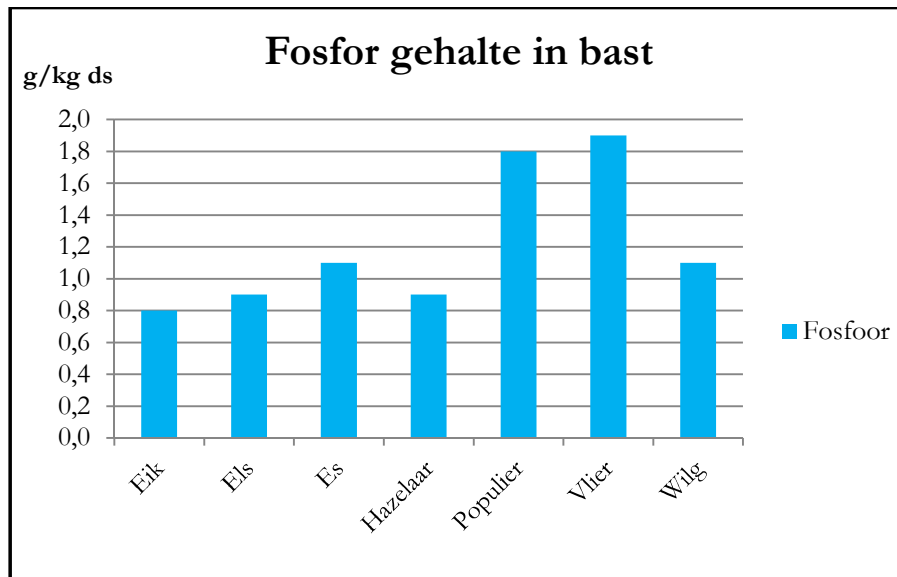


5.18 Calciumgehalte in bast van boomsoorten.

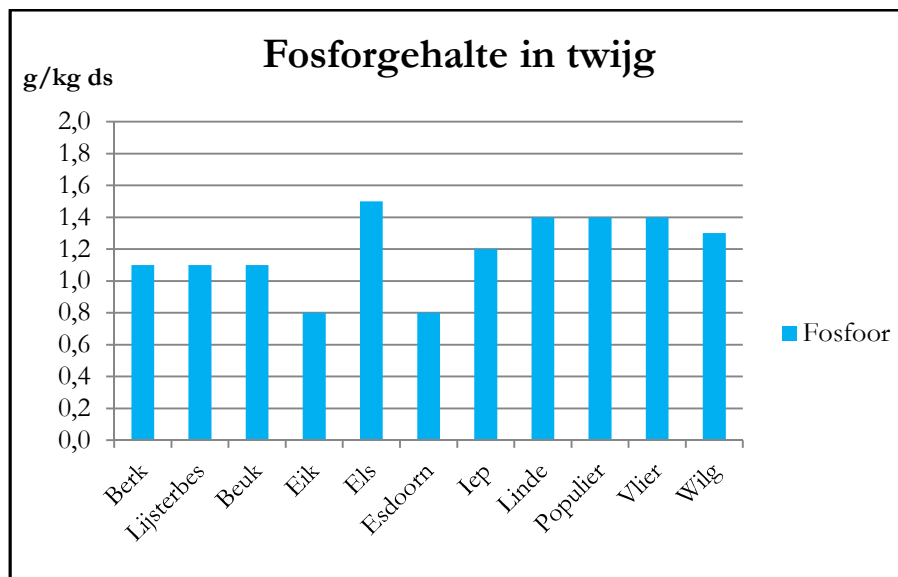


5.19 Calciumgehalte in de twijg van boomsoorten.

Figuur 5.20 en 5.21 geven het fosforgehalte in de bast en in de twijg van verschillende boomsoorten weer in gram per kilo drogestof. In beide grafieken zijn de verschillen tussen de boomsoorten klein. Het fosforgehalte is bij de bast en de twijg vrijwel gelijk aan elkaar, met een gemiddelde van 1,1 g/kg ds voor de bast en 1,2 g/kg ds voor de twijg.

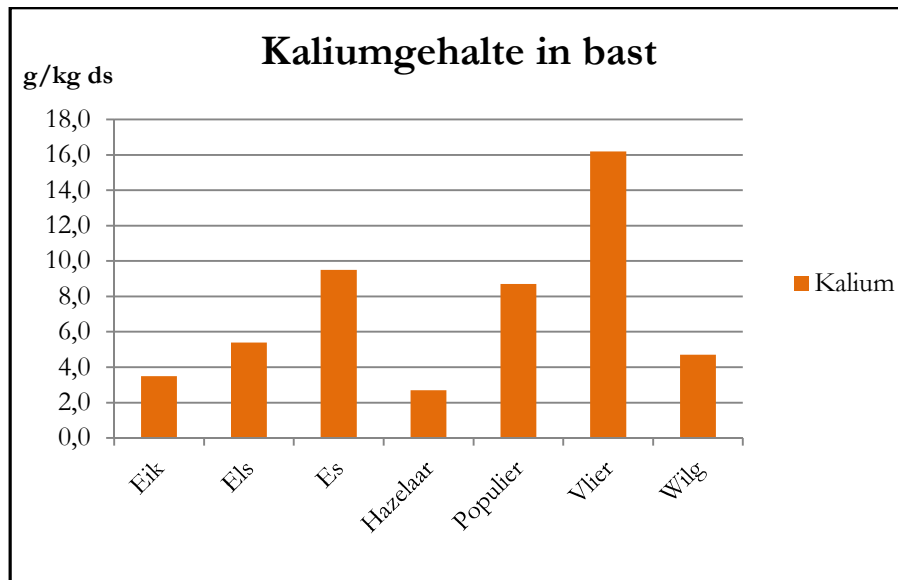


5.20 Fosforgehalte in bast van boomsoorten.

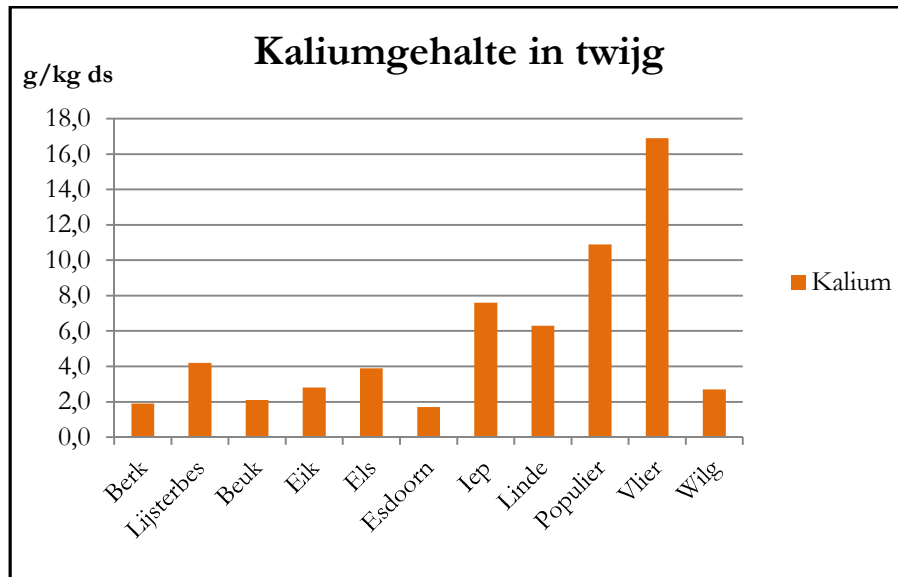


5.21 Fosforgehalte in twijgen van boomsoorten.

Figuur 5.22 en 5.23 geven het kaliumgehalte in de bast en in de twijg van verschillende boomsoorten weer in gram per kilo drogestof. In beide grafieken zijn de verschillen tussen de boomsoorten relatief klein. Het kaliumgehalte is bij de bast over het algemeen iets hoger dan bij de twijg, met een gemiddelde van 6,1 g/kg ds voor de bast en 4,6 g/kg ds voor de twijg.

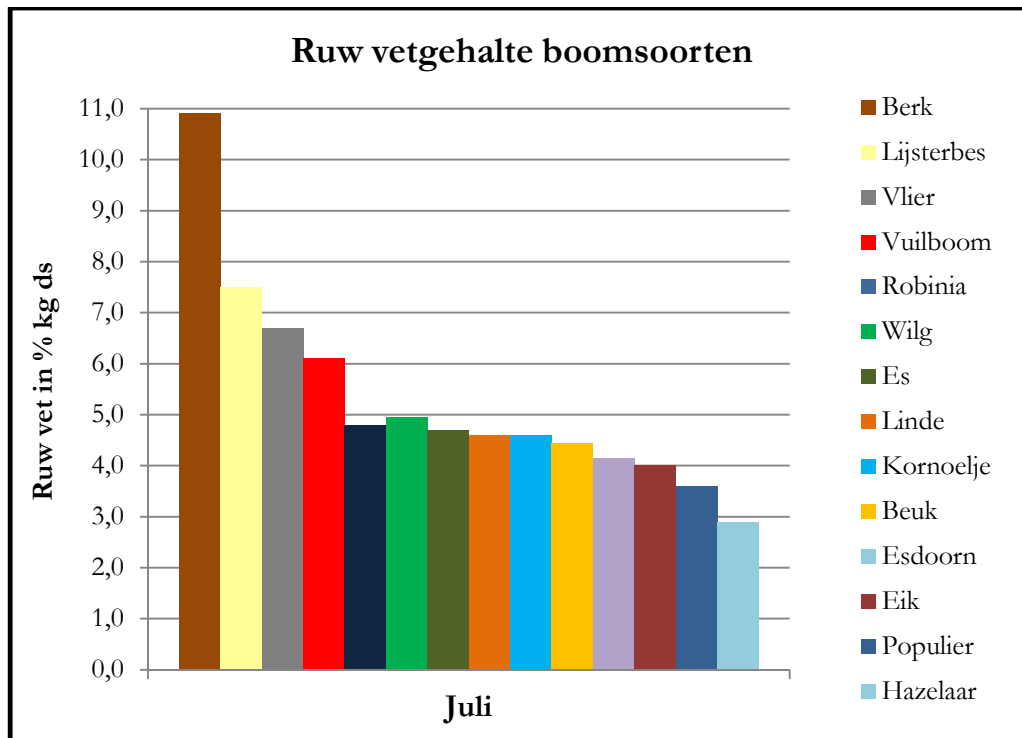


Figuur 5.22 Kaliumgehalte in bast van boomsoorten.



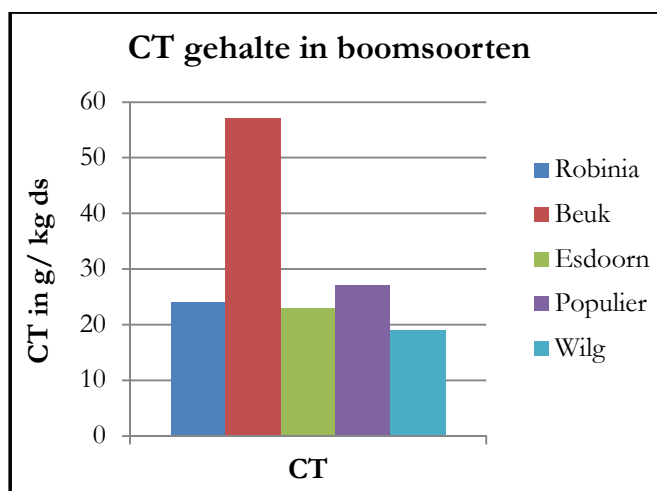
Figuur 5.23 Kaliumgehalte in twijgen van boomsoorten.

In figuur 5.24 wordt het ruw vetgehalte van diverse boomsoorten in het blad weergegeven in percentage per kilo drogestof. De waarden zijn afkomstig uit het onderzoek van Rahmann (2004a), waarbij de monsters in juli zijn genomen. De meeste boomsoorten hebben een vetgehalte dat ligt tussen de 4 en 5 procent. Een grote uitschieter naar boven is de berk met 10,9 % kg ds. Daarnaast hebben de lijsterbes, vlier en vuilboom een hoog ruw vetgehalte



Figuur 5.24 Ruw vetgehalte in boomsoorten (Rahmann, 2004a).

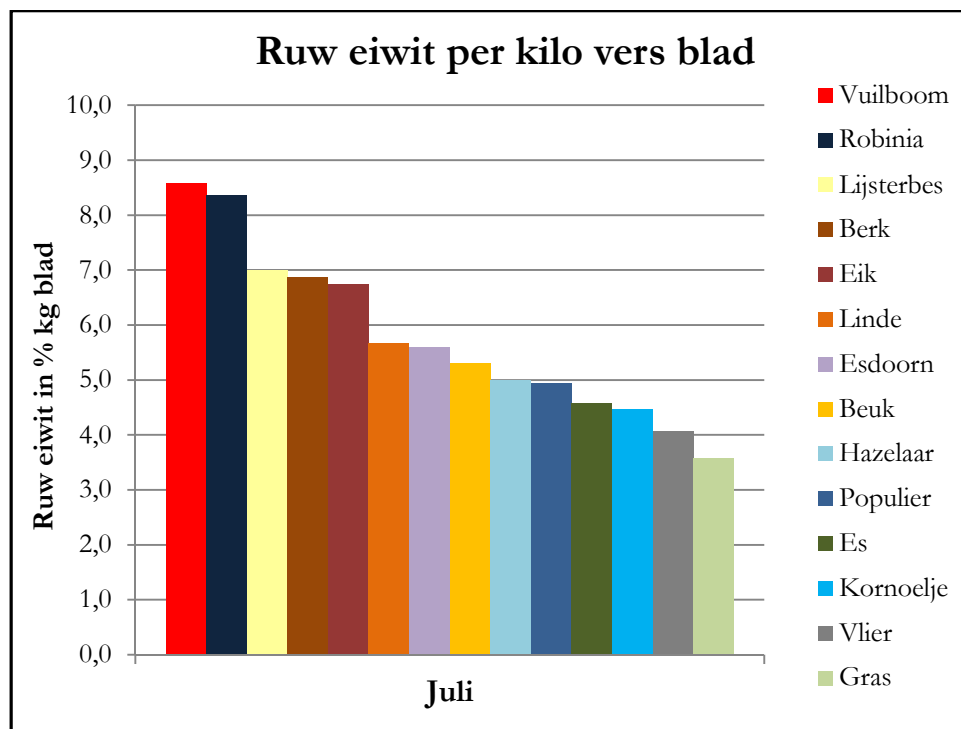
Van een beperkt aantal boomsoorten zijn concentraties aan CT in het blad gevonden. Dit is belangrijk om te weten omdat bij een hoge concentratie aan CT, de verteerbaarheid negatief wordt beïnvloed. In figuur 5.25 wordt het CT gehalte van een aantal boomsoorten weergegeven in van het blad in gram per kilo drogestof. De gegevens zijn afkomstig uit diverse onderzoeken. Bij een medium concentratie 30 g/kg ds kan CT voor een positief effect op de vertering zorgen (Norton & Perez-Maldonado, 1996), bij concentraties van 70 - 106 g/kg ds is de invloed van CT op de vertering altijd negatief (Barry et al., 1986; Barry et al., 1999). Alleen de beuk heeft een CT concentratie van 57 g/kg ds dat ruim boven 30 g/kg ds ligt. Het is niet bekend of bij deze concentratie CT de vertering negatief beïnvloed, maar daar moet wel rekening mee gehouden worden als een groot deel van het rantsoen uit beukenblad bestaat.



5.25 CT gehalte in boomsoorten.

5.4 Discussie

In figuur 5.1, 5.2 en 5.4 is te zien dat alleen robinia een eiwitgehalte heeft dat overeen komt met gras. Deze vergelijking klopt echter niet helemaal, want het gras wordt jaarlijks bemest met stikstof wat bevorderlijk is voor het eiwitgehalte terwijl de bomen niet bemest worden. In een onderzoek van Duinkerken et al., (2005) heeft beheersgras dat niet bemest wordt een veel lager eiwitgehalte dan productiegras dat wel bemest wordt, respectievelijk 8,5 % kg ds en 17,7 % kg ds. Dit verschil wordt gedeeltelijk veroorzaakt doordat beheersgras 30% minder Engels raaigras bevat en beheersgras in juni is bemonsterd en het productie gras in mei. Toch is het verschil tussen productie en beheersgras dermate groot, waaruit blijkt dat stikstofbemesting het eiwitgehalte beïnvloedt. Dit verschil geeft ook aan welke mogelijke voederpotentie bomen hebben als zij wel bemest worden. Een ander punt is dat het drogestof gehalte in bladeren hoger is dan in gras. Wanneer het eiwitgehalte wordt omgerekend naar kilo vers product, blijken bladeren juist een hoger eiwitgehalte hebben, zie figuur 5.26. In figuur 5.26 wordt het eiwitgehalte in percentage weergegeven per kilo blad van verschillende boomsoorten. Gras heeft omgerekend naar kilo vers gras maar een eiwitgehalte van 3,6 %, terwijl vuilboom een eiwitgehalte heeft van 8,6 per kilo vers blad. Bij het eten van een kilo vers blad krijgt een koe dus meer ruw eiwit binnen dan een kilo vers gras. Per kilo vers blad hebben de meeste boomsoorten een eiwitgehalte die ligt tussen de 4 en 6%.



Figuur 5.26 Ruw eiwit per kilo vers blad van boomsoorten.

Wanneer je tabel 5.2 vergelijkt met 5.5 en 5.6 met elkaar vergelijkt valt op dat bomen die een hoog ruw eiwitgehalte hebben juist laag mineralengehalte hebben en andersom ook. Alleen bij de vuilboom wordt een hoog eiwitgehalte gevonden, met redelijk hoge mineralengehalten. Voor de

beuk geldt het tegen over gestelde met hoge mineralengehalten en een redelijk hoog ruw eiwitgehalte.

Hoewel de opname van mineralen uit de bodem per boomsoort verschillend is, speelt ook de bodem waarop de bomen groeien een belangrijke rol in het mineralengehalte van de boom. Mineralengehalten die in de hoofdstuk zijn weergegeven zijn bijna allemaal afkomstig uit onderzoeken buiten Nederland en bomen die groeien op onbemeste grond. Wanneer deze boomsoorten worden aangeplant op Nederlandse graslanden kunnen de mineralengehalten dus anders zijn dan vermeld in dit hoofdstuk.

5.5 Conclusie

Alleen de robinia en de vuilboom hebben een ruw eiwitgehalte dat vergelijkbaar is met gras, alle andere boomsoorten hebben een lagere waarde. Deze vergelijking is echter niet helemaal rechtvaardig omdat gras jaarlijks wordt bemest en de bomen niet. Per kilo vers product hebben alle boomsoorten een hoger ruw eiwitgehalte dan gras. In de herfst is het ruw eiwitgehalte van alle boomsoorten een stuk lager dan bij gras. De beuk en hazelaar zijn het meest geschikt als gekeken wordt naar het mineralengehalte. Van de mineralen fosfor, natrium en seleen voldoen de hazelaar en de beuk niet aan de mineralenbehoefte van melkgevende geiten en koeien, net als alle andere boomsoorten. Alleen de vuilboom en beuk scoren redelijk goed op zowel het ruw eiwit en mineralengehalte. De bast en twijgen hebben beide een ruw eiwitgehalte dat bijna 2 keer zo laag is als in het blad, waarbij twijgen een ligninegehalte die bijna 2 keer zo hoog is als in bladeren. In de bast worden de hoogste calcium- en zwavelgehalte gevonden, in blad het hoogste kaliumgehalte en in de twijg en blad het hoogste mangaangehalte. Bij de andere mineralen liggen de waarden tussen blad, bast en twijg niet ver van elkaar. De meeste boomsoorten hebben een ruw vetgehalte dat ligt tussen de 4 en 5% per kg ds, waarbij de berk een extreme hoog ruw vetgehalte heeft. Alleen van de beuk is bekend dat het een redelijk hoge CT gehalte heeft. Het is nog onbekend of CT in de beuk de verteerbaarheid altijd negatief beïnvloedt.

5.6 Literatuurlijst database

Addlestone, B.J., Luginbuhl, J.M. en Mueller, J.P. The establishment and early growth of three leguminous tree species for use in silvopastoral systems of the southeastern USA. *Agroforestry Systems* 44, 1999, 253–265.

Ahmad, J., Ayaz, M., Azim, A., Khan, A. G. en Mirza, I. H. Nutritional evaluation of fodder tree leaves with goats. *Asian-australasian journal of animal sciences*. 15,2002, 34-37.

Aibibuli, A., Aniwear, A., Bin, Y., Chen, Y., Fu, Z.Y., Ma, Z.W., ... Zhao, Y., Chemical composition and invitro Ruminant Fermentation Characteristics of Tetraploid Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.). *Asian Journal of Animal Veterinary Advances*. 2011

Álvarez, J.G., Merino, A., Miguel, A., Murias, B. en Rojo, A. Carbon and nutrient stocks in mature *Quercus robur* L. stands in NW Spain. *Annals of Forest Science*. 63, 2006, 557–565.

André, F. en Ponette, Q. Comparison of biomass and nutrient content between oak (*Quercus petraea*) and hornbeam (*Carpinus betulus*) trees in a coppice-with-standards stand in Chimay (Belgium). *Annals of Forest Science*. 60, 2003, 489–502.

Ares, A., Burner, D.M. en Pote D.H. Management effects on biomass and foliar nutritive value of *Robinia pseudoacacia* and *Gleditsia triacanthos* f. *inermis* in Arkansas, USA. *Agroforestry Systems* 65, 2005, 207–214.

Azim, A., Ahmad, J., Ayaz, M., Khan, A. G. en Mirza, I. H. Nutritional evaluation of fodder tree leaves with goats. *Asian-australasian journal of animal sciences*. 15,2002, 34-37.

Barry, T.N., Cameron, P.N., P.D. Kemp, P.D., Lopez-Villalobos, N. en McWilliam, E.L. Effects of willow (*Salix*) versus poplar (*Populus*) supplementation on the reproductive performance of ewes grazing low quality drought pasture during mating. *Animal Feed Science and Technology*. 119, 2005, 69–86.

Barry, T.N., Kemp, P.D., Lopez-Villalobos, P. en Pitta, D.W. Effects on ewe reproduction of grazing willow fodder blocks during drought. *Animal Feed Science and Technology*. 120, 2005, 217-234.

Becker, M. en Nehring, K. *Handbuch der Futtermittel*, 2. Band, Paul Parey Verlag, Hamburg / Berlin. 1965

Bulloch, B.T., Douglas, G.B. en Foote, A.G. Cutting management of willows (*Salix* spp.) and leguminous shrubs for forage during summer. *Journal of Agricultural Research*, 39, 2010, 175-184.

Chancerel, b., Clothier, B., Fung, L., Green, S., Hurst S McIvor I., ...Robinson, B. Trace element accumulation by poplars and willows used for stock fodder. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 48, 2005, 489-497.

Chaudhary, L. C., Pathak, N. N., Singh, P. en Verma, A. K. Nutritive value of *Robinia* (*Robinia pseudoacacia*) leaves in growing Soviet Chinchilla rabbits. *World Rabbit Science* 5, 1997, 135-137.

Czajka, M., Kozik, E. en Wróblewska, H. Content of macro- and microcomponents in willow (*Salix purpurea* L.) grown in substrates with composts of post-use wood waste. *Folia Forestalia Polonica*. 40, 2009, 23-30.

Dierenfeld, E.S. en Nijboer, J. Comparison of diets fed to Southeast Asian Colobines in North American and European zoo, with emphasis on temperate browse composition. *Zoo Biology*. 15, 1996, 499-507.

Douglas, G., Foote, A., Kemp, P. en Oppong, S. Browse yield and nutritive value of two *Salix* species and *Dorycnium*. *Agroforestry Systems* 51, 2001, 11–21.

Ellsworth, D., Liu, X. en Tyree, M. Leaf nutrition and photosynthetic performance of sugar maple (*Acer saccharum*) in stands with contrasting health conditions. *Tree Physiology* 17, 1995, 169-178.

García-Criado, B., García-Ciudad, A., Mediavilla, S., Petisco, C., Vázquez de Aldana, B.R. en Zabalgogezcoa, I. Ash and Mineral Contents in Leaves of Woody Species: Analysis by Near Hytönen, J. en Saramäki, J. Nutritional status and development of mixed plantations of silver

birch (*Betula pendula* roth) and downy birch (*Betula pubescens* ehrh.) on former agricultural in soils. *Baltic forestry*. 10, 2004, 2-11.

Godinho, D. en Rahmann, G. Tackling the future challenges of organic animal husbandry. OAHG. Hamburg. 2012

Infrared Reflectance Spectroscopy. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 39, 2008, 905–925.

Kemp, P.D., Mackay, A.D, Matheson, L.A. en Timmins, M.E. The forage value of poplars and willows. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 63, 2001, 115–119.

Kool, K. en Smit, E. Op een houtje bijten. Van Hall Instituut Leeuwarden. 2000

Koukoura, Z.S. en Nastis, A.S. Tannin content of selected odder trees and shrubs and their effect on in vitro digestibility. Universiteit Thessaloniki, Griekenland.

Machatschek, M. Laubgeschichten, Gebrauchswissen Schaft einer alten Baumwirtschaft, Speise- und Futterlaubkultur. Edition Böhlissimo, 2002

Miguel, J., Pérez, S., Sachmit, D., Schnitzler, A. en Tarémolières, M. Changes in foliar nutrient content and resorption in *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus minor* Mill. and *Clematis vitalba* L. after prevention of floods. *Annals of Forest Science*. 56, 1999, 641-650.

Nijman, M. Bomen en struiken als Veevoer. Een alternatief voor het voeren van mineralen en sporenelementen aan biologische melkkoeien. Afstudeerscriptie Hogeschool Delft bij Louis Bolk Instituut. 2002

Oppong S.K. Growth, management and nutritive value of willows and other browse species in Manawatut, New Zealand. Massey University, Palmerston North. 1998

Papachristou, T.G. en Papanastasis, V.P. Forage value of Mediterranean deciduous woody fodder species and its implication to management of silvo-pastoral systems for goats. *Agroforestry Systems*. 27, 1994, 269-282.

Papachristou, T.G., Papanastasis, V.P., Platis, P.D. en Tsiouvaras, C.N. Use of deciduous woody species as a diet supplement for goats grazing Mediterranean shrublands during the dry season. *Animal feed science and Technology*. 80, 1999, 267-279.

Rahmann, G. Gehölzfutter – eine neue Quelle für die ökologische Tierernährung. *Landbauforsch Völkenrode*. 272, 2004a, 29-42.

Rahmann, G. Utilisation and maintenance of indigenous shrubs in protected open grassland (*Gentiano-Koelerietum*) by organic goats keeping. *Landbauforschung Völkenrode*. 54, 2004b, 45-50.

Roder, W. Experiences with tree fodders in temperate regions of Bhutan. *Agroforestry Systems*. 17, 1992, 263-270.

6. Overige informatie van voederbomen

6.1 Inleiding

Tijdens het uitvoeren van dit onderzoek is informatie gevonden die niet direct antwoorden geeft op de onderzoeksvragen, maar die wel relevant is voor Praktijknetwerk Voederbomen. Daarom wordt deze informatie apart in een hoofdstuk behandeld. Het gaat hier bijvoorbeeld over onderwerpen als: voederbomen en invloed op de productie bij herkauwers, teeltmanagement van voederbomen en milieu effecten van voederbomen. Het gaat hier om informatie die toevallig is tegen gekomen, naar deze informatie is niet specifiek gezocht daarom is de informatie beperkt. Bij het lezen van dit hoofdstuk is het belangrijk om rekening te houden met het feit dat de informatie die gevonden is, afkomstig is van onderzoeken die uitgevoerd zijn onder omstandigheden anders dan in Nederland. Eenzelfde onderzoek uitgevoerd in Nederland kan andere resultaten opleveren. Dit hoofdstuk geeft echter wel aan welke potentie voederbomen hebben.

6.2 Invloed voederbomen op productie bij herkauwers

6.2.1 Lichaamsgewicht

In een onderzoek van Papachristou et al. (1999) in Noord-Griekenland werd vast gesteld dat het voeren van grote hoeveelheden robiniatakken voor een gewichtstoename zorgde van ongeveer 100 gram per geit per dag. Deze gewichtstoename was niet significant verschillend van geiten die 0,5 kilo alfalfa hooi gevoerd kregen. Bij het voeren van manna es werd geen gewichtstoename vastgesteld. De geiten graasden in een omgeving van eiken (*Quercus coccifera*) en struiken en kregen per dag 2 kilo verse takken per geit bijgevoerd, elke groep van een andere boomsoort. Het gewicht van de geiten werd voor en na de proef gewogen. De geiten waren 18 maanden oud en wogen gemiddeld 31.1 kilo. De drogestof opname van robinia was gemiddeld 469 gram per dag. De drogestof opname van manna es was gemiddeld 268 gram per dag. De geiten die niks kregen bijgevoerd verloren gemiddeld 125 gram lichaamsgewicht per dag. Uit dit onderzoek kan opgemaakt worden dat de boomsoorten manna es en robinia voldoende nutritionele waarde hebben om het levend gewicht van geiten constant te houden of toe te laten nemen, wanneer 2 kilo aan verse takken wordt bijgevoerd per geit per dag.

6.2.3 Melkproductie

Tannine heeft een positieve invloed op de melkproductie bij koeien: bij het toedienen van 405 gram tannine per koe per dag werd een stijging in de melkproductie waar genomen van 2,2 kg per dag (van 23,09 naar 25,09 kg). Bij het toedienen van de tannine werden geen veranderingen in de lever waargenomen of in het bloed (Boehm et al., 2000). Het feit dat geen veranderingen werden waargenomen in het bloed of lever wijst er op dat de koeien niet vergiftigd werden. In een onderzoek van Jansen et al. (2000) uitgevoerd in Nieuw-Zeeland is eveneens een stijgende melkproductie vastgesteld door tannine. Koeien die gewone rolklaver (*Lotus corniculatus*) gevoerd kregen hadden een hogere melkproductie (21,2 kg/dag) vergeleken met koeien die Engels raaigras gevoerd kregen (15,5 kg/dag). De stijging in melkproductie was voor 46% toe te schrijven aan de tannine in Gewone rolklaver, want koeien die PEG toegediend kregen bij het rantsoen met Gewone rolklaver hadden een melkproductie van 18,6 kg per dag. Het eiwitgehalte

in de melk steeg (van 3,12% naar 3,34%) en het vetgehalte daalde (van 4,42% naar 4,09%) bij een rantsoen met Gewone rolklaver. Gewone rolklaver met PEG leverde een eiwitgehalte van 3,16% en een vetgehalte van 4,20% op. Het CT gehalte in Gewone rolklaver was 25,3 g/kg drogestof. Andere positieve of negatieve effecten als gevolg van CT in het rantsoen, waren niet gemeten. Ook bij twee andere onderzoeken werd een verhoogde melkproductie door CT vastgesteld (Harris et al., 1998b; Woodward et al., 1999). In het onderzoek van Woodward werd vast gesteld dat CT voor 57% bijdroeg aan een hogere melkproductie. Waarschijnlijk zorgt CT voor een toename van de melkproductie doordat de microbiële eiwitsynthese efficiënter verloopt en minder voedingsstoffen verloren gaan. Een hogere opname van aminozuren zorgt voor een hogere eiwitgehalte in de melk. Zoals in hoofdstuk 3 vermeld staat, bevatten bladeren van bomen minder structuurkoolhydraten en meer niet-structuurkoolhydraten zoals zetmeel en oplosbare suikers dan gras, waardoor de vertering anders verloopt. In de pens wordt zetmeel omgezet tot propionzuur dat in de lever wordt omgezet in glucose, eveneens wordt bestendig eiwit in de darm omgezet tot glucose. Glucose wordt gebruikt voor lactose vorming en een hogere productie van lactose zorgt voor een grotere melkvolume. De vorming van glucose in de darmen verloopt efficiënter dan de vorming van glucose in de pens. CT dat bindt aan zetmeel beschermt zetmeel tegen afbraak in de pens. In de zure omgeving van de darmen wordt een deel van deze verbindingen verbroken, waardoor zetmeel vrij komt voor de vertering. Doordat bladeren minder structuurkoolhydraten bevatten wordt in de pens minder azijnzuur gevormd. Van azijnzuur wordt melkvet gemaakt, vandaar dat bladeren voor een lager vetgehalte zorgen. In een onderzoek van Djanibekov et al. (2009) werd niet alleen stijging van melkproductie waargenomen maar ook een stijging van de winst voor de boeren. In droge gebieden van Centraal-Azië waar tekorten zijn aan voedergewassen of veevoer, zorgen voederbomen niet alleen voor een vervanging of aanvulling van voer, maar dragen ook bij aan een hogere winst voor de boeren. Door voederbomen te voeren, die van betere kwaliteit zijn dan ander voer dat beschikbaar is, wordt de productie verhoogd wat meer inkomsten oplevert. Anderzijds hoeft door het voeren van bomen geen voer worden aangekocht en is de voederwaarde opbrengst van voederbomen hoger dan van ander voedergewassen, waardoor de kosten voor voer lager zijn. Afhankelijk van de kwaliteit van de voederbomen en ander veevoer, de prijs van aangekocht voer en de melkprijs, steeg de winst met 34% tot 53%.

6.2.3 Vruchtbaarheid

CT heeft een positief effect op de vruchtbaarheid: schapen die graasden op Gewone rolklaver met een CT concentratie van 23 g/kg ds hadden meer ovulaties, zowel met of zonder toediening van PEG (1:56 en 1:78) dan schapen die graasden op Engels raaigras met Witte klaver (1:33). Als gevolg hiervan werden meer lammeren geboren bij schapen die graasden op Gewone rolklaver zonder toediening van PEG, vergeleken met de andere groepen (Barry et al., 1999). Het onderzoek is uitgevoerd in Palmerston North, Nieuw-Zeeland. Waarschijnlijk is een deel van een betere vruchtbaarheid van de schapen toe te schrijven aan de betere nutritionele waarde van rolklaver vergeleken met gras en Witte klaver. In het onderzoek van Barry et al. (2005b) verloren schapen die graasden op een grasland onder droge omstandigheden 101 gram aan levend gewicht per dag, tegenover schapen die graasden op grasland met wilgen, die 40 gram per dag aan levend gewicht verloren. De vruchtbaarheid verbeterde eveneens bij de schapen die graasden op weiland met wilgen. De vruchtbaarheid was 20% hoger en bij deze schapen werden meer tweelingen geboren. In het onderzoek van Barry et al. (2005a) in Palmerston North, Nieuw-Zeeland nam de

vruchtbaarheid met 17% toe, waarbij het leven gewicht minder afnam (86 gram per dier per dag) dan bij de controle groep (103 gram per dier per dag) die graasden op typisch droog grasland. Door onderzoek te doen waarbij 3 groepen herkauwers een rantsoen krijgen dat voldoet aan de behoefte van de dieren, waarbij twee groepen een rantsoen krijgen met CT en daarvan één groep met PEG, kan bepaald worden of CT werkelijk de vruchtbaarheid verbeterd bij herkauwers.

6.3 De teelt

6.3.1 Opbrengsten boomsoorten

De drogestof opbrengst van eetbare delen per hectare van robinia in augustus dat in het onderzoek van Papachristou et al. (1999) gemeten werd, was 3.533 kilo. Het onderzoek werd uitgevoerd in het droge warme klimaat van Noord-Griekenland, met een gemiddelde temperatuur die ligt tussen de 19,9 en 23,5 graden. De bomen waren met een dichtheid van 1 boom per 1,5 m² geplant in 1986, en werden daarna elk jaar op 10 cm hoogte omgezaagd. De eetbare drogestof opbrengst (twijgen < 2mm en bladeren) is in 1995 gemeten. Ook Ares et al. (2005) stelde een hoge drogestof opbrengst van de robinia vast. In dit onderzoek werd geconcludeerd dat de valse christus boom juist een langzame groei heeft. In de Noord-Carolina staat van de Verenigde Staten is onderzoek gedaan naar de drogestof opbrengst van de valse christus boom en de Robinia (Addlestone et al., 1999). De bodem waarop de bomen groeide bestond uit leem. De robinia had een sterfte van 1,9 % en de valse christus van 1,6 % 5 een jaar nadat de bomen waren aangeplant. De bomen werden met prikkeldraad beschermd tegen wild. De robinia groeide het eerste seizoen na aanplanting 85 mm per dag en de valse christus boom groeide 18 mm per dag. In het 2^e seizoen nadat de bomen waren afgezaagd groeide de robinia 30 mm per dag en de valse christus 42 mm per dag. De langzame groei van de valse christus in het eerste seizoen kan het gevolg zijn van water tekort, in juli viel 45 milliliter regen terwijl een regenval van 152 milliliter normaal is. De worteldikte was bij robinia groter. De valse christusdoorn had een tegenvallende opbrengst. De robinia had een gemiddelde eetbare (geen houtachtige boomdelen) drogestof opbrengst van 2.390 kilo per hectare en de valse christus 366 kilo per hectare, bij een zaaghoogte van 25 en 50 cm en tussen ruimte in rij van 50 en 100 cm. Chinese wilg x schietwilg heeft een lager blad:stengel ratio en drogestof opbrengst dan kinuyanagi wilg. De chinese wilg x schietwilg heeft meer eetbare stamdelen dan kinuyanagi wilg. In herfst was aantal scheuten bij chinese wilg x schietwilg 2 keer zo groot dan bij kinuyanagi wilg. Eetbare drogestof opbrengst per ha was bij de chinese wilg 2945 kg en bij de kinuyanagi wilg 2245 kg (Oppong, 1998).

6.3.2 Bemesting

Het effect van bemesting bij bomen is afhankelijk van het tekort aan nutriënten in de bodem. Behoeftes aan nutriënten is gedurende verschillende groeistadia anders. De stikstofbehoefte van veel houtachtige planten is circa 100 kg N/ha/jaar (Oppong, 1998). Dat bemesting invloed heeft op drogestof opbrengst en kwaliteit van de bomen blijkt uit het onderzoek van Czajka (2009). Bittere wilg die groeide op een bodem van compost dat bestond uit afvalhout (96%) had na 1 en 2 jaar een hogere opbrengst, zowel in drogestof en vers materiaal, vergeleken met bittere wilg die groeide op een mineraalrijke bodem. De drogestof opbrengst van twijgen van bittere wilgen die groeide op een compostbodem van houtafval was 59% hoger dan van twijgen van bittere wilgen die groeide op een mineraalrijke bodem. De gemiddelde drogestof opbrengst van 2 jaar van bladeren van bittere wilgen die groeide op een compost bodem van houtafval was 48% hoger dan

van bladeren van bittere wilgen die groeide op een mineraalrijke bodem. De compost van houtafval bestond uit twee soorten: compost A bevatte voor 1 % ureum, waar compost B voor 1 % bestond uit de volgende mineralen: ammoniumnitraat, magnesiumsulfaat, kaliumfosfaat en calciumfosfaat. De bittere wilgen die groeiden op compost A hadden een hogere drogestof opbrengst dan de bittere wilgen die groeiden op compost B. De betere groei van de bittere wilg die groeide op compost A komt door een hogere stikstofconcentratie in de compost. In een onderzoek van Kalembasa et al. (2006) was de opbrengst van de wilg ook hoger bij het toedienen van stikstof in de bodem. In dit onderzoek werd ook aangetoond dat de drogestof opbrengst van 2 jaar oude scheuten hoger was bij een bemesting van 150 kg stikstof vergeleken met een bemesting van 200 kg stikstof. Bij de valse christus boom was in het onderzoek van Ares et al. (2005) de dikte van de scheut en drogestof opbrengst van de bladeren het grootst bij een bemesting van 75 kg N/ha. Hieruit is op te maken dat een te hoge bemesting de drogestof opbrengst negatief beïnvloedt en dus bomen niet te hoog bemest mogen worden. De behoefte aan stikstof is aan het begin van het groeiseizoen het hoogst. Bittere wilgen uit het onderzoek van Czajka (2009) die groeiden op compost A hadden eveneens de hoogste ruw eiwitconcentratie (14,4 g/kg ds) in het blad en bittere wilgen die groeide op een mineraalrijke bodem had het laagste ruw eiwit gehalte (9,0 g/kg ds). Daarnaast hadden de bomen die groeiden op compost A een hoger ijzer- en zinkgehalte, waar juist bomen die groeiden op compost B of op mineraalrijke grond een hogere koper- en boriumgehalte hadden. Het kaliumgehalte was in bomen die groeiden op compost B het hoogst. In tabel 6.1 zijn alle verschillen nog eens op een rijtje gezet.

Tabel 6.1 Invloed van bodem op wilgen (Czajka, 2009).

Bodem	Droge stof opbrengst	Ruw eiwit	Hoogste concentratie mineralen
Compost A	Hoogst	Hoogst	Fe, Zn
Compost B	Gemiddeld	Gemiddeld	K, Cu, B
Mineraal rijk	Laagst	Laagst	Cu, B

6.3.3 Oogsten

De invloed van ontbladering op de drogestof opbrengst van bladeren is afhankelijk van de leeftijd van de boom, frequentie en de hoeveelheid. Herstel is afhankelijk van water, voedingstoffen en licht (Oppong, 1998).

In het onderzoek van Ares et al. (2005) is de invloed van bemesting en zaaghoogte op de drogestof opbrengst gemeten bij de robinia en valse christus. De bomen groeide op een leem bodem met zand in Griekenland. In december van 2001 en 2002 werden een groep bomen bemest met 600 kg fosfaat per hectare. Daarnaast werd in december van de jaren 2001 t/m 2003 in december de bomen afgezaagd op 5, 50 en 100 cm hoogte. In de jaren 2002 en 2003 werd van juni tot oktober 1 keer per maand scheuten afgezaagd. In 2002 en 2003 was de plant dichtheid 15.000 bomen per hectare. In augustus was het gewicht aan bladeren bij de robinia het grootst, en van de scheuten zonder blad was het gewicht in september het grootst. De scheuten waren aan het eind van het seizoen 2 meter hoog. Het gewicht van de bladeren per hectare was 3.500. De dikte van scheuten van de valse christus boom nam van juni tot augustus toe van 15.1 mm tot

19.6 mm. De drogestof opbrengst was in september lager dan in augustus. Het gewicht van de bladeren was 330 kilo per hectare. Oogsten in de zomer zorgde bij het onderzoek van Oppong (1998) voor grotere en dikkere bladeren dan oogsten in de herfst. De optimale oogst datum van bladeren lijkt dus in augustus te liggen. De drogestof opbrengst werd niet beïnvloed door 1 of 2 keer oogsten (Douglas et al., 2001; Oppong, 1998). Daarnaast geldt: het frequent weghalen van oude scheuten van een boom verbetert soms de opbrengst, door de bomen klein te houden wordt de verhouding tussen het blad en stam verhoogd (Chancerel et al., 2005). Bomen zouden dus ook meerdere keren per jaar geoogst kunnen worden.

Bij robinia gold hoe hoger de zaaghoogte des te hoger het aantal scheuten per hectare, waarbij een zaaghoogte van 100 cm het aantal scheuten (45.400) bijna 3 keer zoveel was als bij een zaaghoogte van 5 cm (15.400). Daarentegen nam dikte en gewicht van de scheuten wel af naarmate er meer scheuten per hectare waren. Bemesting van fosfor had effect bij een zaaghoogte van 5 en 100 cm op de opbrengst van bladeren, aantal scheuten en totaal aan biomassa, waarbij bemesting voor 20% hogere opbrengst zorgde. Zoals eerder gezegd is het effect van bemesting afhankelijk van de nutriëntentekorten. Waarschijnlijk hadden de bomen die op 50 cm waren afgezaagd minder last van nutriëntentekorten dan bij de andere zaaghoogtes. Ook in het onderzoek van Addlestone et al. (1999) levert een zaaghoogte van 50 cm bij de robinia de hoogste eetbare drogestof opbrengst op. Opvallend in het onderzoek is bij robinia de eetbare drogestof opbrengst per hectare in relatie tot de zaaghoogte en plantdichtheid 1 jaar nadat de bomen zijn aangeplant. Bij een tussenruimte van de aangeplante robinia in de rij van 50 cm was er duidelijk verschil in eetbare drogestof opbrengst bij een zaaghoogte van 50 cm (3.213 kg) en bij een zaaghoogte van 25 cm (2.443 kg), terwijl bij een tussenruimte van 100 cm in de rij geen verschil is in eetbare drogestof opbrengst per hectare bij de verschillende zaaghoogtes. Waarschijnlijk komt het herstelproces nadat de bomen zijn afgezaagd op 25 cm hoogte pas in bedwang bij een bepaalde plantdichtheid, dit is op te lossen met bemesting. Een tussenruimte in de rij van 50 cm van de aangeplante robinia levert de hoogste eetbare drogestof opbrengst op. In onderzoek van Douglas et al. (2001) werd de eetbare drogestof opbrengst niet beïnvloed door de zaaghoogte, maar de totale drogestof opbrengst wel. Ook de zaaghoogte had geen effect op het aantal scheuten. Dit komt overeen met het onderzoek van Ares et al. (2005). Wilgen (bittere wilg en kinuyanagi wilg) groeiden op leem dichtbij Palmerston North in Nieuw Zeeland. De regenval is 1210 mm in een jaar met een gemiddelde temperatuur van 12.3 graden. De bomen zijn in oktober 1993 geplant op 5 meter afstand van elkaar. In 1994 en 1995 werden de bomen begraasd, waarbij de onderste 1,4 meter van de boom beschermd was. In 1995 en 1996 werden bomen op een zaaghoogte van 0.8 m of 1.2 m afgezaagd in januari en sommige ook in april. De zaaghoogte had geen effect op de eetbare drogestof opbrengst (bast, twijgen en blad) maar wel op de totale drogestof opbrengst, die was bij een zaaghoogte van 80 cm het hoogst.

6.4 Milieueffecten

Door de efficiënte eiwitsynthese van voederbomen gaat minder N in de vorm van ammoniak verloren via de urine. De efficiëntere eiwitsynthese zorgt ook voor minder ammoniak uitstoot en voor minder ammoniak in de mest. Ammoniak verlies zorgt voor stikstofdioxide vorming N₂O, (dit is een sterk broeikasgas), en verzuring van het milieu. Het oppervlakte water en grondwater wordt hierdoor vervuild. Door verminderde eiwitaafbraak in de pens door vorming van tannine-eiwit complexen, wordt minder methaan gevormd en dus minder methaan uitgestoten (Barman et

al., 2008; Waghorn, 2008; Makkar, 2003). Methaan is een sterk broeikasgas. CT in het rantsoen zorgt dus voor verminderde uitstoot van broeikasgassen. Tot slot zorgt CT voor een betere mest doordat meer eiwitten onverteerd het verteringstelsel verlaten. Wanneer deze mest gebruikt wordt om het land te bemesten of in de wei terecht komt, zal het CT gebonden stikstof langzaam vrij komen in de bodem, waardoor het organische stof gehalte verbetert en gewassen beter zullen groeien (Makkar, 2003). CT levert dus ook betere mest op die voor gewasproductie toename kan zorgen.

Het voeren van bomen zorgt indirect ook voor een lagere milieulast, doordat het voor een hogere melkproductie, vleesproductie en een betere vruchtbaarheid zorgt. Dit is aangetoond in onderzoeken die hebben plaatsgevonden in droge gebieden. Dit verhoogt de melk- en vleesproductie per hectare en per dier. Met minder voer voor herkauwers kan een zelfde productie niveau gehaald worden. Dit betekent minder dat er minder landoppervlakte nodig is voor het telen van voer en meer ruimte is voor natuur. Aan de andere kant kan een nieuwe voedselbron gebruikt worden die tot nu toe elk jaar grotendeels verloren ging: blad van de bomen. Dit betekent dat van andere voedergewassen minder nodig is en dus nog minder grondoppervlakte nodig is voor het telen van voedergewassen. Onder de Nederlandse omstandigheden kan hoog kwalitatief voer geteeld worden en bij tekorten wordt voer aangekocht uit het buitenland. Maar in met name ontwikkelingslanden is er vaak een ernstig tekort aan goed kwalitatief voer, vooral in deze landen kan het voeren van bomen voor een productieverhoging en lagere milieulast zorgen.

6.5 Conclusie

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat het voeren van voederbomen voor toename van vleesproductie en melkproductie kan zorgen, een hogere vruchtbaarheid oplevert en voor een hogere winst voor de boeren zorgt. Of deze productie voordelen ook in Nederland te behalen zijn, moet onderzocht worden met een onderzoek uitgevoerd in Nederland.

Uit diverse onderzoeken blijkt de valse christus boom tegen vallende drogestof opbrengsten te hebben per hectare terwijl de robinia juist zeer geschikt lijkt te zijn met hoge drogestof opbrengsten. Het klimaat, beschikbaarheid van nutriënten, boomsoort, plantdichtheid en zaag management is van invloed op de drogestof productie en nutritionele kwaliteit van voederbomen. Beperkte bemesting heeft een positief effect op de drogestof opbrengst en nutritionele kwaliteit. Oogsten in augustus lijkt de hoogste eetbare drogestof opbrengst op te leveren, waarbij 2 keer in het seizoen oogsten geen invloed heeft op de drogestof productie. Een zaaghoogte van 50-80 cm zorgt voor de minste stres bij de boom en levert een hogere drogestof productie per hectare op.

CT in voederbomen zorgt voor een verlaging van uitstoot van schadelijke stoffen bij de vertering door herkauwers. Het gebruik van bomen als voer kan de teelt van andere voedergewassen terugdringen, waarbij meer landoppervlakte vrij komt voor natuur.

7. Wilgentakken voeren

7.1 Inleiding

Doel van deze observatie is om te achterhalen wat geiten liever eten: ruwvoer of wilg en krachtvoer of wilg? Hiermee kan bepaald worden wanneer de wilgentakken het best gevoerd kunnen worden. Als de wilgen gelijk worden gevoerd met ruwvoer en de voorkeur voor de wilgentakken groter is, zullen eerst de wilgen opgegeten worden en blijft het ruwvoer onaangeroerd liggen. In eerste instantie zullen de geiten dan meer tijd besteden aan het eten van wilgen. De observatie is ook bedoeld om te kijken voor welke plantendelen de geiten een voorkeur hebben. Eten de geiten liever de bladeren, de stengels of de bast van de wilg? De oogstmethode die nu op het observatiebedrijf wordt gebruikt is zeer arbeidintensief. Wellicht kan een oogstmethode worden bedacht waarbij alleen dat deel van de wilg geoogst wordt, waar de geit een grote voorkeur voor heeft. Met deze proef wordt ook duidelijk hoe de verhoudingen zijn tussen de verschillende plantendelen die de geit eet. De plantendelen hebben verschillende voederwaardes en concentraties van mineralen. Wanneer de geiten naast het blad ook een grote hoeveelheid bast en stengels binnen krijgen, heeft men aan de voederwaarde van het blad niet genoeg om te bepalen wat de geit binnen krijgt.

7.1.1 Onderzoeksvragen

1. Waar hebben de geiten de grootste voorkeur voor tussen ruwvoer en wilgentakken als beide tegelijk gevoerd worden?
2. Waar hebben de geiten de grootste voorkeur voor tussen krachtvoer en wilgentakken als beide tegelijk gevoerd worden?
3. Voor welke plantendelen heeft de geit een voorkeur van de wilg, wanneer de wilgentakken compleet gevoerd worden?

7.1.2 Hypotheses

1. De geiten hebben een grotere voorkeur voor wilgentakken dan voor ruwvoer.
2. De geiten hebben ook een grotere voorkeur voor wilgentakken dan voor krachtvoer.
3. De geiten hebben een grotere voorkeur voor de bladeren van de wilgentakken dan voor de stengels en de bast.

7.1.3 Voorspellingen

1. Wanneer ruwvoer gelijk met wilgentakken wordt gevoerd zullen de geiten in eerste instantie meer tijd aan het eten van wilg.
2. Wanneer krachtvoer gelijk met wilgentakken wordt gevoerd zullen de geiten in eerste instantie meer tijd aan het eten van wilg.
3. Wanneer de geiten van wilgen eten zullen zij de meeste tijd besteden aan het eten van de bladeren.

7.3 Materiaal & methode

De observatie zijn uitgevoerd op een biologische geitenhouderij bij familie van de Bruggen, gelegen in Tilburg. De proef is gedaan met melkgevende geiten, deze hebben zowel een hoge melkproductie als een lage melkproductie. Het ras van de geiten is niet zuiver maar bestaat voor een groot deel uit Saanen geiten.

Op 24 september is begonnen met het voeren van wilgentakken aan de geiten. De eerste observatie met krachtvoer is op 4 oktober gedaan om 11:39. De tweede observatie met ruwvoer is uitgevoerd op 9 oktober, om 9:59.

Dit zijn wilgen die 1,5 jaar geleden zijn aangeplant (april 2011). Elk jaar zaagt men een nieuw stuk wilgen af, om de invloed van het oogsten en de opbrengst in beeld te brengen. De 1,5 jaar oude wilgen werden vlak voor de proef omgezaagd op 20 cm hoogte, zie figuur 7.2. Slechts delen van de cultivars worden omgezaagd, zie figuur 7.3. Na het omzagen van de wilg groeit een nieuwe schuit uit de stam, zie figuur 7.1. De wilgentakken (zie figuur 7.4) werden met bosjes bij elkaar gelegd en zo naar de stal gedragen. De wilgentakken werden in zijn geheel voor het voerhek gelegd.

De geiten kregen ruwvoer en wilgentakken tegelijk aangeboden. Het ruwvoer bestaat uit kuilgras en maïs. De observatie zijn aan het begin van de dag uitgevoerd, wanneer de geiten nog geen vers voer hadden gekregen. Het voer van de vorige dag was verwijderd. Gedurende 3 minuten werd een geit geobserveerd, waarbij elke 10 seconden in een ethogram werd genoteerd wat de geit aan het doen was. Een enkele keer raakte een geit kwijt tijdens de observatie, waardoor niet de volle 3 minuten is geobserveerd. Zie tabel 1 voor de afkortingen en de omschrijven die bij het ethogram horen. De geiten eten soms het blad en de stengels tegelijk op, vandaar dat de waarneming: 'blad en stengels eten wilg' is opgenomen in de tabel. Bij voorkeur werd een geit gevolgd die net zijn kop door het voerhek steekt. Het oornummer van de geit en de datum van de observatie werd genoteerd. Voor de observatie wordt een formulier gebruikt, zie bijlage II. Na de 3 minuten is steeds een andere geit geobserveerd. Aan het begin van de proef, halverwege en aan het eind van de proef werden foto's gemaakt van de geiten en het voer.

Dezelfde proefopzet is uitgevoerd bij de observatie met krachtvoer, maar toen werd krachtvoer tegelijk met wilgentakken aangeboden. Het krachtvoer dat gebruikt is een standaard biologische brok en bestaat uit: bietenpulp, tarwe, zonnebloem schilfers, luzerne en melase. Bij de observatie van krachtvoer was nog ruwvoer aanwezig voor het voerhek, daarom is een extra activiteit ruwvoer bij de observaties met krachtvoer.

Tabel 7.1 Omschrijvingen ethogram

Waarneming	Afkorting	Omschrijving
Lopen	LO	Zich voort bewegen
Staan	ST	Niet voort bewegen
Blad eten wilg	BLE	Een blad van een wilgentak eten
Stengel eten wilg	STE	Een stengel van een wilgentak eten
Blad en stengel eten wilg	BLS	Een blad en een stengel van een wilgentak eten
Bast eten wilg	SCE	De bast van een wilgentak eten
Snuffelen	SN	Met de neus langs voer gaan
Tak mee sleuren	TAS	Een tak in de bek vasthouden en voort bewegen
Krachtvoer eten	KRE	Het eten van krachtvoer
Ruwvoer eten	RUE	Het eten van ruwvoer
Ander gedrag	ANG	Gedrag tonen dat hier boven niet is genoemd



Figuur 7.1 Na het omzagen van de wilg groeit er opnieuw een scheut uit de stoppel.



Figuur 7.2 Omzagen van de wilgen.



Figuur 7.3 Impressie aanplanting wilgen.



Figuur 7.4 Omgezaagde wilgen.

7.4 Resultaten

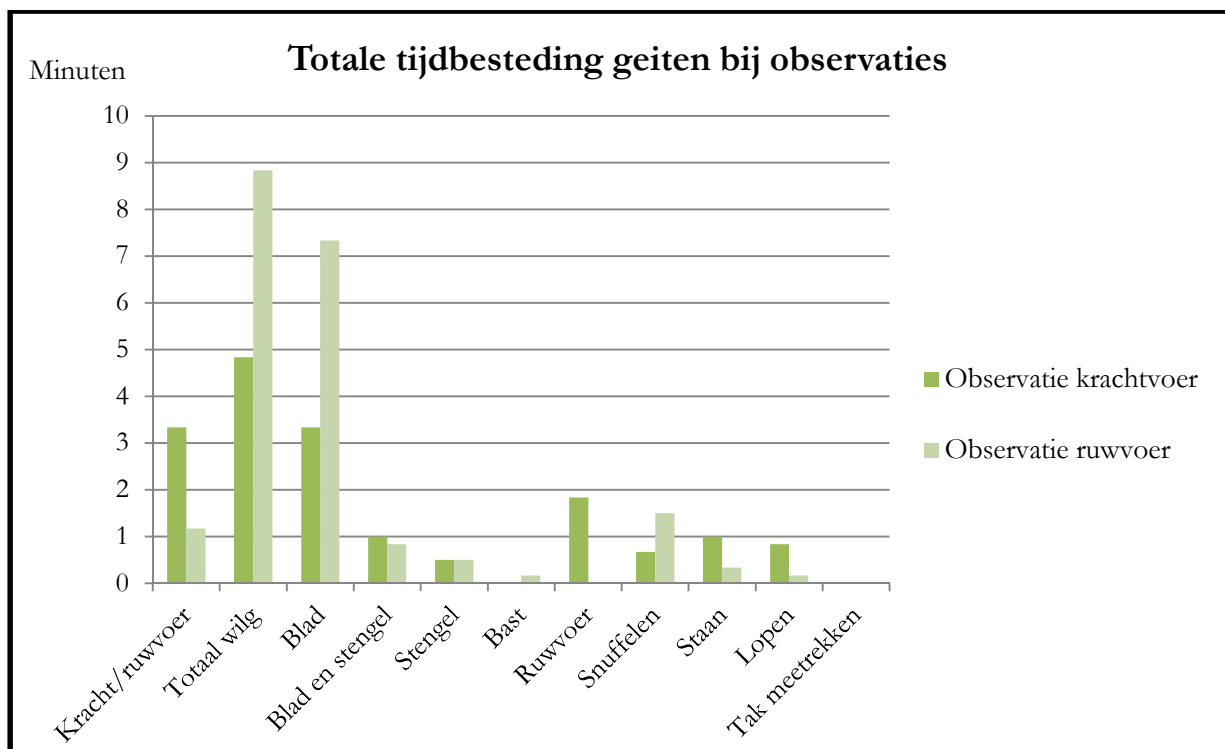
In totaal zijn er 21 geiten geobserveerd. Bij de observatie met ruwvoer zijn 5 geiten geobserveerd toen het blad van de wilgen nog aanwezig was en 5 geiten zijn geobserveerd toen het wilgenblad bijna volledig opgegeten was. Bij de observatie met krachtvoer zijn 5 geiten geobserveerd toen het wilgenblad nog niet op was en daarna nog eens 6 geiten toen het wilgenblad vrijwel op was. De totale observatietijd bij de observatie met ruwvoer was 27 minuten: 12 minuten observatie wanneer er nog blad voor het voerhek lag en er is 15 minuten geobserveerd toen het blad bijna op was. Bij de observatie met krachtvoer is totaal 27 minuten en 20 seconden geobserveerd: 12 minuten en 30 seconden toen het blad van de wilgen er nog was en 14 minuten en 50 seconden, bij afwezigheid van het wilgenblad (Tabel 7.2). De volledige ethogrammen van de observaties zijn terug te vinden in bijlage II.

Tabel 7.2 Tijdbesteding bij alle observaties

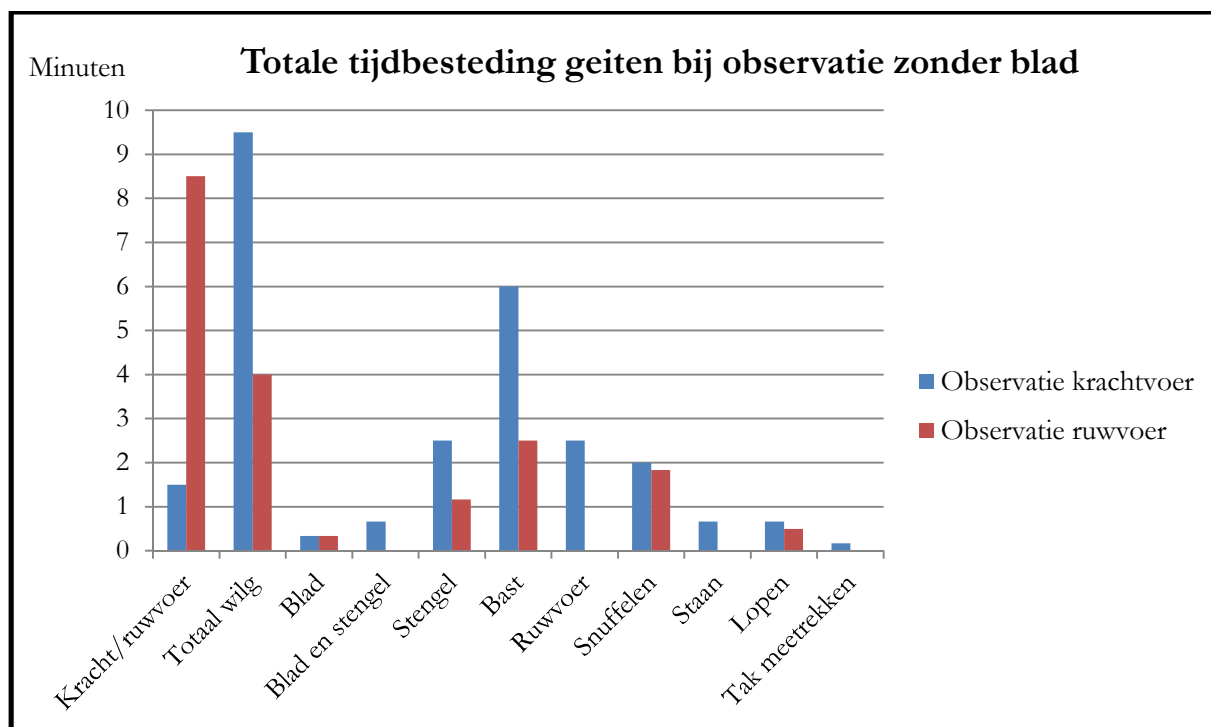
	Observatie ruwvoer		Observatie krachtvoer	
	Wilgentakken met blad	Wilgentakken zonder blad	Wilgentakken met blad	Wilgentakken zonder blad
Aantal geiten geobserveerd	5	5	5	6
Observatietijd (min:sec)	12:00	15:00	12:30	14:50
Tijd besteed aan het eten van krachtvoer/ruwvoer	1:10	8:30	3:20	1:30
Tijd besteed aan het eten van wilg	8:50	4:00	4:50	9:30
Tijd besteed aan het eten van blad	7:20	0:20	3:20	0:20
Tijd besteed aan het eten van blad en stengel	0:50	0:00	1:00	0:40
Tijd besteed aan het eten van stengel	0:30	1:10	0:30	2:30
Tijd besteed aan het eten van bast	0:10	2:30	0:00	6:00
Tijd besteed aan het eten van ruwvoer	-	-	1:50	2:30
Tijd besteed aan snuffelen	1:30	1:50	0:40	2:00
Tijd besteed aan staan	0:20	0:00	1:00	0:40
Tijd besteed aan lopen	0:10	0:30	0:50	0:10
Tijd besteed aan tak meentrekken	0:00	0:00	0:00	0:10

Bij de observatie krachtvoer besteden de geiten 3 minuten en 20 seconden aan het eten van krachtvoer en 4 minuten en 50 seconden aan het eten van wilgen. Bij de observatie ruwvoer besteden de geiten 1 minuut en 10 seconden aan het eten van ruwvoer en 8 minuten en 50 seconden aan het eten van wilgen. Als de geiten van de wilgen aten en het blad van de wilg was nog niet op, besteedden zij 76% van de tijd aan het eten van blad, 15% aan het eten van blad en stengel te gelijk, 8% aan het eten van stengel en 1% aan het eten van bast. Figuur 7.9 geeft de resultaten weer van de observatie met krachtvoer en ruwvoer, bij de aanwezigheid van wilgenblad voor het voerhek. De tijdbesteding van de geiten tijdens de observatie is uitgedrukt in minuten, per waarneming. De resultaten van de observatie krachtvoer worden in groen weergegeven en van ruwvoer in het blauw. Uit de figuur is op te maken dat bij beide observaties de geiten het meeste tijd besteden aan het eten van wilgentakken. Met name tijdens de observatie ruwvoer besteedden de geiten relatief veel tijd aan het eten van wilg (74 % van de observatietijd). Bij de observatie krachtvoer was dit verschil kleiner (39 % van de observatietijd). In figuur 7.10 zijn de resultaten van de observatie krachtvoer en ruwvoer weergegeven, wanneer vrijwel geen blad meer voor het voerhek lag. De observatie van krachtvoer in blauw weergegeven en van ruwvoer in het rood. Figuur 7.10 laat zien dat bij de observatie ruwvoer, nadat het blad bijna op is, de meeste tijd

wordt besteed aan het eten van ruwvoer (57 % van de observatie tijd). Terwijl bij de observatie krachtvoer, nadat het blad bijna op is, de meeste tijd wordt besteed aan het eten van wilg (64% van de observatie tijd).



Figuur 7.9 De totale tijdbesteding van de 10 geiten bij de observaties met krachtvoer en ruwvoer in minuten met blad.



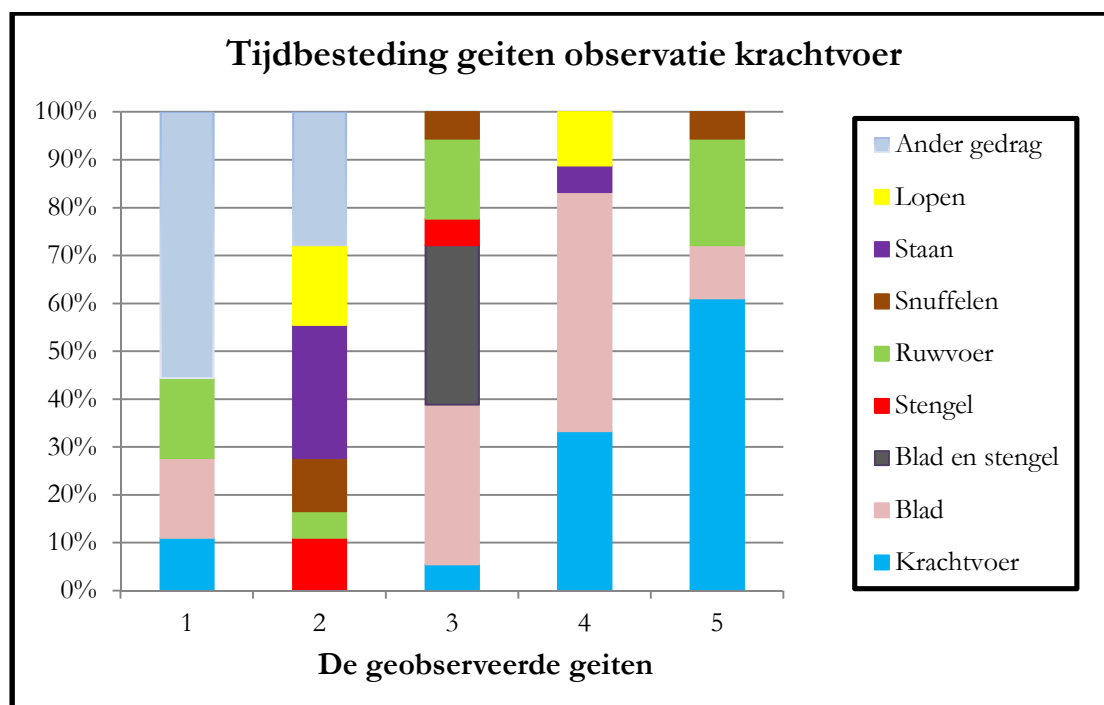
Figuur 7.10 De totale tijdbesteding van de 11 geiten bij de observaties in minuten toen het blad op was.

Tabel 7.3 Gemiddelde tijdbesteding en standaarddeviatie bij de observatie ruwvoer en krachtvoer met blad.

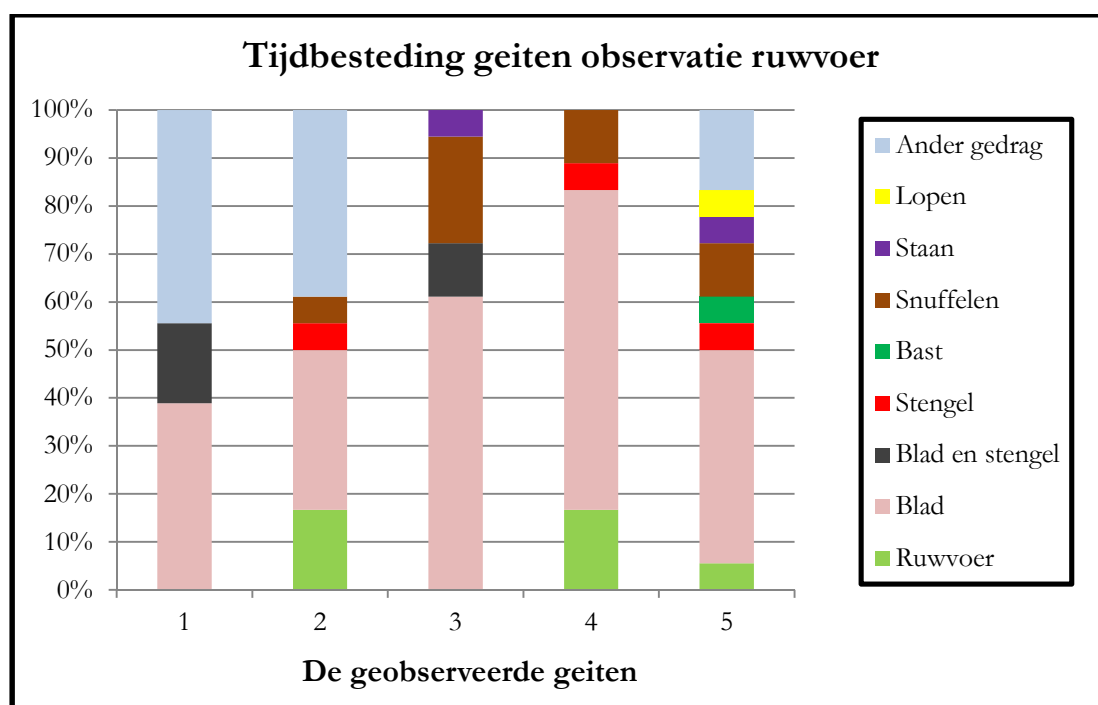
Gemiddelde tijdbesteding en (standaarddeviatie) per waarneming	Observatie ruwvoer	Observatie ruwvoer (standaarddeviatie)	Observatie krachtvoer	Observatie krachtvoer (standaarddeviatie)
Krachtvoer/ruwvoer eten	14	(15)	40	(45)
Wilg eten totaal	106	(25)	58	(50)
Blad wilg eten	88	(26)	40	(35)
Blad en stengel wilg eten	10	(14)	12	(27)
Stengel eten wilg	6	(6)	6	(9)
Bast eten wilg	2	(5)	0	(0)
Ruwvoer eten	-	-	22	(16)
Snuffelen	18	(15)	8	(8)
Staan	4	(6)	12	(22)
Lopen	2	(5)	10	(14)

In Tabel 7,3 is de gemiddelde tijdbesteding van alle waarnemingen bij de observatie ruwvoer en krachtvoer met blad te zien. De tabel laat zien dat de tijdbesteding tussen de observeerde geiten bij de observatie krachtvoer zeer verschillend is. Bij de observatie ruwvoer is de tijdbesteding tussen de geiten meer gelijk aan elkaar. In figuur 7.11 is de tijdbesteding per geit weergegeven in procenten van de observatie krachtvoer, bij aanwezigheid van wilgen blad voor het voerhek. Figuur 7.12 is het zelfde als figuur 7.11 maar dan met de tijdbesteding per geit bij de observatie ruwvoer, bij aanwezigheid van wilgen blad. Elke kolom staat voor de tijdbesteding van één geit in 3 minuten. Tijdens de observatie kwam het enkele keer voor dat de geit weg liep terwijl een notitie werd gemaakt, waardoor de geit kwijt raakte. Daarom zijn van enkele observatie minder gedragingen genoteerd dan de volle 3 minuten. Om in figuur 7.11 en 7.12 toch een goed beeld te krijgen van de tijdbesteding van de geiten tijdens de observatie, is de tijd dat de geit kwijt was geraakt op gevuld met ‘ander gedrag’.

Uit figuur 7.11 is op te maken dat de observatie met krachtvoer geen eenduidig beeld geeft. De verschillende geiten vertoonden grote verschillen in tijdsbesteding tijdens de observatie krachtvoer. In figuur 7.12 is te zien dat alle geiten bij de observatie ruwvoer de meeste tijd besteden aan het eten van blad.



Figuur 7.11 De tijdbesteding van de geobserveerde geiten tijdens de observatie met krachtvoer, waarbij 100% 3 minuten is.



Figuur 7.12 De tijdbesteding van de geobserveerde geiten tijdens de observatie met ruwvoer, waarbij 100% 3 minuten is.

7.4.3 Omschrijving figuren 7.13 en 7.14

Niet alleen het blad van de wilgen wordt gegeten (zie figuur 7.7) ook de bast (zie figuur 7.8) en de stengels (zie figuur 7.6). Figuur 7.13 en 7.14 geeft de tijdbesteding van het eten van verschillende plantdelen van de wilg weer in procenten. 100% is de totale tijdbesteding van de geiten van het eten van wilgen. In figuur 7.13 hadden de wilgen nog blad en in figuur 7.14 was het blad van de wilg vrijwel op. De verschillende kleuren geven de tijdbesteding van het eten van de plantdelen weer. Figuur 7.13 laat zien dat de geiten bij het eten van de wilg, de meeste tijd besteden aan het eten van het blad van de wilg (76%). In figuur 7.14 is te zien dat de bij het eten van de wilg nadat het blad bijna op is, de meeste tijd besteden aan het eten van de bast (63%).



Figuur 7.5 Begin situatie observatie krachtvoer.



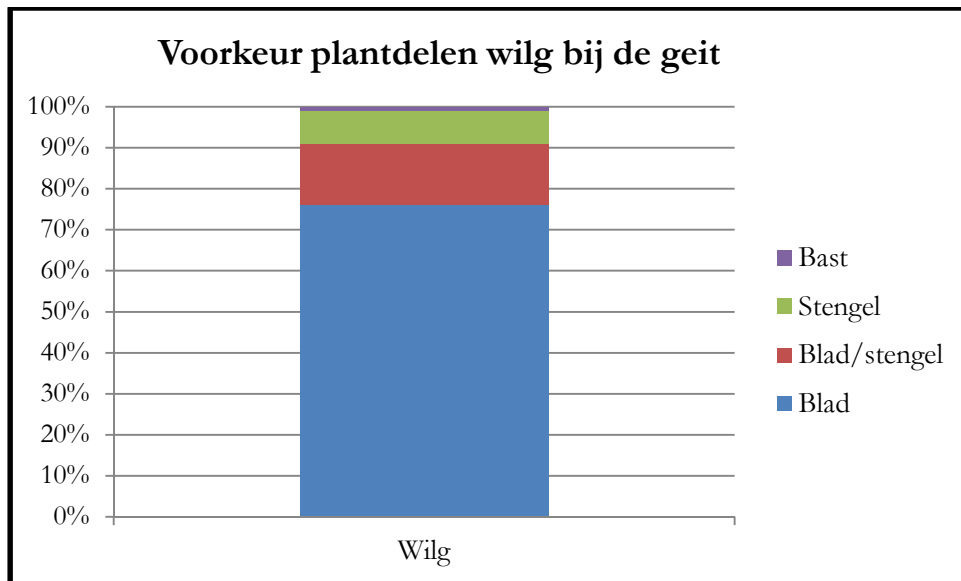
Figuur 7.6 Geiten eten de jonge delen van de stengels van de wilgen.



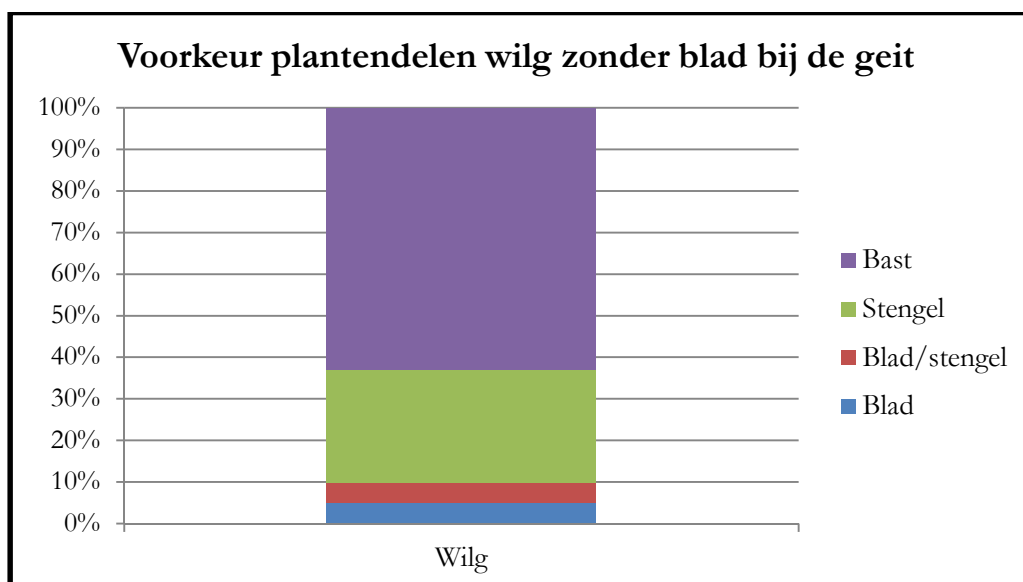
Figuur 7.7 Geiten eten eerst blad van de wilg op.



Figuur 7.8 Geiten eten bast van de wilg.



Figuur 7.13 De voorkeur van de geit voor de verschillende plantdelen van de wilg.



Figuur 7.14 De voorkeur van de geit voor de verschillende plantdelen van de wilg, wanneer het blad vrijwel op is.

7.5 Discussie

De geiten hadden van de wilg het liefst het blad, waardoor de bladeren tijdens de observaties vrij snel op raakten. Daarom kunnen alleen de observatie gebruikt worden waarbij nog blad aanwezig was, om de hypothese te toetsen. Het blad was bij beide observaties op, nadat 5 geiten gevolgd waren. Nadat het blad op was zijn nog wel observatie gedaan om te kijken welke voorkeuren de geiten hebben voor ruwvoer, stengel en bast (figuur 7.10). Opgemerkt moet worden dat toen bij de observatie krachtvoer het blad van de wilg op was, het krachtvoer zelf ook grote deels op was waardoor nadat het blad op was ook weinig tijd besteed werd aan het eten van krachtvoer. Daar en tegen besteedde de geiten bij de observatie van ruwvoer, nadat het blad op is de meeste tijd

aan het eten van het ruwvoer dat vers gevoerd is. Het feit dat geiten nieuwsgierige dieren zijn en uit nieuwsgierigheid meer tijd zouden besteden aan het eten van wilgen, is bij deze proef niet van toepassing. De geiten kregen namelijk vanaf 24 september dagelijks wilgen gevoerd en de eerste observatie zijn op 4 oktober gedaan.

7.5.1 Observatie ruwvoer

Als bij beide observatie van ruwvoer wordt gekeken (met en zonder blad) naar de totale tijdbesteding van het eten van ruwvoer en wilg, blijkt dat de geit de meeste tijd besteed aan het eten van de wilg en dat deze voorkeur vooral wordt veroorzaakt door het eten van blad van de wilg (figuur 7.9 en 7.10). Dit komt overeen met het feit dat geiten zgn “intermediate feeders” zijn, waarbij hun natuurlijk dieet voor een deel bestaat uit delen van houtachtige planten en een ander deel uit gras.

Opvallend is het verschil tussen de opname van vers ruwvoer en ruwvoer dat al eerder op de dag gevoerd is tussen de 2 observaties krachtvoer en ruwvoer. Wanneer het blad vrijwel op is (figuur 7.9 en 7.10) wordt veel vers ruwvoer gegeten bij de observatie ruwvoer, terwijl bij de observatie met krachtvoer, waar het ruwvoer al langer voor het voerhek ligt, juist meer van de wilgen wordt gegeten en dan met name van de bast. Daaruit kan geconcludeerd worden dat de geit het liefst wilgenblad heeft, daarna vers ruwvoer, vervolgens de bast van de wilg en dan ruwvoer dat al eerder op de dag gevoerd is.

7.5.2 Observatie krachtvoer

Bij de observatie van krachtvoer besteedt de geit minder tijd aan het eten van de wilg vergeleken met de observatie ruwvoer. Een groot deel van de tijd wordt besteed aan het eten van krachtvoer en wilgen, waarbij de totale tijdbesteding van het eten van wilgentakken iets groter is. Hierbij moet worden opgemerkt dat de tijdsbesteding per geit erg verschilde. Opvallend is dat de geiten tijdens de observatie van krachtvoer, langer van het ruwvoer eten dan bij de observatie van ruwvoer (figuur 7.9), waarbij de geiten bij de observatie ruwvoer vers ruwvoer hadden gekregen. Wellicht hadden de geiten meer interesse in het ruwvoer bij de observatie krachtvoer, doordat het krachtvoer boven op het ruwvoer is gestrooid. Een verklaring kan ook zijn dat intermediate feeders als geiten een voorkeur hebben voor een mix van eiwitrijk en structuurrijk voedsel.

7.5.3 Tijdbesteding geiten tijdens de observaties

De tijdbesteding bij de observatie krachtvoer is duidelijk verschillend per geit, zie figuur 7.11. Als naar de 3 geiten wordt gekeken die niet tijdens de observatie zijn kwijt geraakt blijkt dat de geiten de meeste tijd besteden aan het eten van of krachtvoer of de wilg. Omdat maar een beperkt aantal observatie zijn uitgevoerd, geen groot verschil is tussen de voorkeur voor krachtvoer en wilgen en de tijdbesteding tussen de geiten veel verschilt, kunnen geen goede conclusies uit de observatie krachtvoer getrokken worden. Om uit te sluiten dat geiten liever krachtvoer dan wilgen hebben, zijn nieuwe observaties nodig met een grote kwantiteit aan gegevens. Daarbij moet men rekening houden dat voldoende blad gevoerd wordt. De tijdbesteding bij de observatie ruwvoer is ook verschillend per geit (figuur 7.12), maar met één oogopslag is duidelijk dat bij alle geiten de meeste tijd besteed wordt aan het eten van wilgenblad. Daaruit kan geconcludeerd worden dat de geiten liever blad van de wilg dan ruwvoer hebben.

7.5.4 Voorkeur plantendelen wilg

De geit heeft het liefst het blad van de wilg en besteedt dus eerst het meeste tijd aan het eten van het blad, zie figuur 7.13. Zoals in figuur 7.6 goed te zien is, eten de geiten niet de hele stengel op maar alleen het jonge gedeelte, dit zijn de toppen. In figuur 7.13 is te zien dat er meer van de stengels wordt gegeten dan van de bast, wanneer de wilgen nog bladeren hebben.

Hoogstwaarschijnlijk hebben de geiten een grotere voorkeur voor jonge delen van de stengels, dan voor de bast. Nadat het blad op is besteedt de geit juist meer tijd aan het eten van de bast (figuur 7.14), dan aan de stengels. Waarschijnlijk hebben de geiten dan de meeste jongen delen van stengels al opgegeten. Als naar de totale tijdbesteding van het eten van de wilg wordt gekeken bij alle observaties, blijkt dat de geiten meer tijd besteden aan het eten van de bast dan de stengel, wanneer het eten van blad en stengel tegelijk eten voor 50% wordt meegeteld als eten van stengel. Geiten hebben dus waarschijnlijk liever jonge stengeldelen dan bast, maar liever bast dan oude stengeldelen.

7.6 Conclusie

Bij de observaties is gekeken naar de tijdbesteding van geiten, wanneer krachtvoer of ruwvoer tegelijk met wilgentakken wordt aangeboden. Ook is gekeken naar de voorkeur tussen de plantdelen van de wilg. Aan de hand van de tijdbesteding van de geiten kunnen conclusies worden getrokken over de voorkeur van geiten. Uit de observatie met ruwvoer blijkt duidelijk dat geiten een grotere voorkeur voor wilgentakken hebben dan voor vers ruwvoer. Uit de tijdbesteding van de geobserveerde geiten bij de observatie van ruwvoer blijkt dat alle geiten de meeste tijd besteden aan het eten van wilgen. Bij de observatie van krachtvoer hadden de geiten een lichte voorkeur voor wilgen, maar omdat het verschil klein is, de tijdbesteding tussen de geobserveerde geiten zeer verschillend is en de aantal observaties klein is, kan de conclusie niet getrokken worden dat geiten liever wilg hebben dan krachtvoer.

De geiten geven de voorkeur voor aan wilgenblad, waarbij de geiten bij het eten van het blad soms ook delen van de stengel tegelijk op eten. Wanneer het blad op is besteden de geiten meer tijd aan het eten van de bast dan aan het eten van de stengels. Waarschijnlijk hebben de geiten wel een grotere voorkeur voor jonge stengeldelen dan voor de bast van de wilg. De voorkeur van de geit is dus als volgt: krachtvoer/wilgenblad, vers ruwvoer, jonge stengels van de wilg, bast van de wilg, ruwvoer (niet vers gevoerd) en stengels in zijn geheel.

Wanneer grote hoeveelheden wilgentakken worden gevoerd dient dit niet gelijk met ruwvoer gedaan te worden, omdat het ruwvoer dan blijft liggen. Wilgenblad samen met ruwvoer voeren kan wel als beide goed gemengd worden. Het voeren van wilgentakken of bladeren gelijk met krachtvoer levert geen problemen op.

7.7 Aanbevelingen

- ❖ De geiten eten zowel van de stengels, blad en bast van de wilg, daarom heeft het de voorkeur om de wilgen in zijn geheel te voeren aan de geiten.
- ❖ Van de wilg heeft de geit het liefst het blad, maar eet ook stengeldelen en de bast van de wilg helemaal op als deze hier de kans voor krijgt. Bij de nutritionele waarde van de bomen moet dus ook rekening gehouden worden met de waarde van stengels en de bast van de boom.

- ❖ Met deze proef is duidelijk geworden wat de voorkeuren zijn van geiten tussen wilgentakken, ruwvoer en krachtvoer. Ook de voorkeuren voor de verschillende plantdelen van de wilg bij geiten is duidelijk geworden. Hoogst waarschijnlijk zijn de voorkeuren voor koeien anders, omdat dit grazers zijn en in hun natuurlijk dieet meer gras eten dan geiten. Daarom is het aan te bevelen om voor koeien aparte observaties te doen. Wegens tijdgebrek zijn binnen dit onderzoek geen observatie bij koeien gedaan.
- ❖ Door de eigenaar van het bedrijf werd opgemerkt dat de geiten liever losse bast hebben dan bast die goed aan de stam vast zit. De voorkeur voor bast tussen verschillende soorten bomen kan dus verschillend zijn. Wellicht eten geiten van andere boomsoorten nauwelijks van de bast. Onderzoek doen naar de voorkeuren van geiten voor de bast van verschillende boomsoorten kan hierover meer duidelijkheid scheppen.
- ❖ Wanneer de wilgen 1 dag voor het voerhek bleven liggen aten de geiten de bast van de wilgen helemaal af. Dit is niet goed bevallen, omdat de geiten dan de wilgentakken mee de stal in trokken. De wilgen worden nu enkele uren nadat zij voor de voerhekken zijn gelegd weggehaald. De geiten hebben dan de bast van de takken nog niet helemaal opgegeten. Door de takken tussen schotten te plaatsen in het voerhek kan voorkomen worden dat de geiten de takken mee te stal in sleuren. De takken kunnen dan langer voor het voerhek blijven liggen, zodat de geiten de bast van de wilg helemaal op kunnen eten.
- ❖ Het omzagen van de wilgen gaat snel en eenvoudig, maar de wilgen naar de stal brengen is arbeidsintensief. De takken met wilgen naar de stal brengen zou ook met een shovel of een kar gedaan kunnen worden, maar omdat de ondergrond van de wei nat was, zou dit structuurschade opleveren. Daarom worden de wilgen met de hand naar de stal gebracht. Daarnaast zijn enkele cultivars niet geoogst, omdat het blad al bruin geworden was. Door eerder te beginnen met voeren van de wilgentakken, kunnen de takken machinaal naar de stal gebracht worden en kunnen alle cultivars geoogst worden.
- ❖ In figuur 7.15 en 7.16 is te zien dat het blad van de wilgen is aangetast door kevers (wilgenhaantje). Deze kevers beschadigen het blad, zodat er gaten in komen en het blad sneller verkleurt in de herfst. Dit heeft een negatieve invloed op de opbrengst en kwaliteit van het blad. De kevers die in de wilgen zitten komen in grote aantallen voor en brengen dus veel schade aan het blad. Toch werden de kevers niet bestreden. Omdat de kevers voor een negatief effect op de opbrengst van het blad zorgen is het aan te raden om te kijken wat de mogelijkheden zijn om de kevers te bestrijden.



Figuur 7.15 Blad verkleurt eerder als het is aangetast.



Figuur 7.16 Het blad is aangetast door kevers.

- ❖ In de bijlage I is een opzet toegevoegd om het begrazen van de wilgen te observeren, deze proef kon door slechte weersomstandigheden niet door gaan, maar kan wellicht gebruikt worden als de geiten volgend jaar de wilgen gaan begrazen

8. Conclusie

Bomen hebben zeker potentie als voederboom, met name om de mineralenbehoefte van koeien en geiten aan te vullen. Het ruw eiwitgehalte van de meeste boomsoorten per kilo drogestof is lager dan van gras, maar per kilo vers product hebben bladeren een hogere ruw eiwit gehalte dan gras. De robinia en vlier hebben het hoogste ruw eiwitgehalte, waarbij de vlier redelijk goed in de mineralenbehoefte van melkgevende koeien en geiten voldoet. Met stikstofbemesting zou het ruw eiwitgehalte in bomen verhoogd kunnen worden. De meest geschikte voederbomen zijn....., afhankelijk van diersoort en groeistadium van het dier (tabel 5.7). De hazelaar en beuk voldoen het beste in de mineralenbehoefte van melkgevende geiten en koeien, waarbij de beuk een redelijk hoog eiwitgehalte heeft . In de behoefte van fosfor, natrium en seleen wordt niet voldaan. Bladeren hebben een 2 keer zo hoog ruw eiwitgehalte en 2 keer zo laag ligninegehalte dan twijgen en bast. In de bast wordt het hoogste calciumgehalte gevonden in blad het hoogste kaliumgehalte en in de twijg en blad het hoogste mangaangehalte. Het ruw vet gehalte ligt bij de meeste boomsoorten tussen de 4 en 5% kg ds.

Uit dit onderzoek blijkt dat met *in vitro* metingen de verteerbaarheid van bomen niet vastgesteld kan worden. Dit komt door de aanwezigheid van tannines in de bomen. Tannines zijn onder te verdelen in CT en HT, waarbij vooral CT de vertering beïnvloedt en HT giftig is. CT beïnvloedt de vertering door aan voedingsbestanddelen te binden. Bij voorkeur bindt CT aan eiwitten, door deze binding worden eiwitten beschermt tegen afbraak in pens en komen in de darmen vrij voor vertering. CT tast pensmicroben en wanden van het verteringstelsel aan, waardoor meer slijm wordt geproduceerd en het absorptievermogen vermindert. CT zorgt voor een efficiëntere eiwitsynthese, waarbij minder ammoniak verloren gaat. CT veroorzaakt minder methaanemissie en minder ammoniak in de mest en laat stikstof in de mest langzaam vrijkomen in de bodem. De structuur, chemische aard, grote, afkomst, concentratie van de CT bepaalt de invloed die CT heeft op de vertering. Bij een medium concentratie van 30 g/kg ds is een positief effect van CT op vertering mogelijk. PEG bindt aan CT en gaat de werking tegen, daarbij is PEG 6000 meest geschikt. Opname van PEG kan het beste door dieren zelf gereguleerd worden met likblokken. Door de positieve en negatieve effecten van tannines op de vertering is alleen met *in vivo* metingen vast te stellen wat de werkelijke verteerbaarheid van voederbomen is .

Het ruw eiwit en CT gehalte daalt flink en lignine en ruw as gehalte neemt toe naarmate het blad ouder wordt. De concentraties mineralen in bomen is afhankelijk van de boomsoort, plantdeel, groeistadium en bodem. Bomen die groeien op vervuilde grond kunnen grote hoeveelheden schadelijke metalen opnemen, dit geldt vooral voor de populier en wilg. Herkauwers kunnen geen grote hoeveelheden van dezelfde gifstof onschadelijk maken, vergiftiging dient voorkomen te worden door van één boomsoort kleine hoeveelheden te voeren. De sleedoorn, meidoorn en de eik zijn niet geschikt om aan jongvee en melkkoeien te voeren.

Geiten zijn als intermediate feeders met hun aangepaste verteringstelsel en organen beter in staat om bomen als voedsel te benutten en secundaire plantenstoffen onschadelijke te maken, dan koeien. Door de aanwezigheid van *Streptococcus caprins* in de pens kunnen geiten CT afbreken, daarnaast maken geiten speekseleiwitten aan die aan CT binden.

Uit de observaties bij het voeren van wilgentakken aan melkgevende geiten is gebleken dat geiten liever wilgentakken eten dan ruwvoer. Wilgentakken dienen daarom na ruwvoer gevoerd te worden, anders blijft het ruwvoer liggen. Het compleet voeren van wilgentakken heeft de voorkeur, omdat geiten ook de twijgen en bast eten. Tussen krachtvoer en wilg lijkt geen voorkeur te zijn. Van de wilg heeft de geit het liefst het blad, daarna de bast en tot slot de twijgen.

9 Aanbevelingen

- ❖ Voor melkveehouders en geitenhouders die het mineralengehalte in hun rantsoen willen verbeteren, wordt voor melkgevende geiten en koeien hazelaar of beuk geadviseerd. Voor melkveehouders en geitenhouders die bomen willen gaan voeren vanwege het ruw eiwitgehalte, wordt de robinia en vuilboom geadviseerd.
- ❖ Likblokken met PEG lijken veel belovend te zijn, omdat dieren de opname van PEG zelf kunnen reguleren waarmee een positief effect van tannines op de vertering behaald kan worden. Onderzoek moet uitwijzen of bij het voeren van grote hoeveelheden blad, deze likblokken voor een nog hogere productie kunnen zorgen en of de opbrengsten opwegen tegen de kosten van likblokken.
- ❖ Melkveehouders en geitenhouders die bomen willen gaan telen, wordt geadviseerd om de bodem eerst te laten bemonsteren op zware metalen, zodat het vee niet vergiftigd wordt.
- ❖ Tannine in de mest kan voor betere gewasgroei zorgen, doordat stikstof langzaam vrij komt in de bodem. Het effect hiervan moet nog onderzocht worden.
- ❖ De enige manier waarop de vertering bij herkauwers vastgesteld kan worden is door het doen van *in vivo* metingen. Om dat de vertering bij koeien en geiten anders is, dienen bij beide diergroepen apart metingen te worden gedaan. Daarnaast verschillen de eigenschappen van CT tussen boomsoorten, waardoor ook de vertering tussen boomsoorten anders kan zijn. Daarom dienen ook van meerdere boomsoorten metingen worden gedaan. Bij melkvee heeft het de voorkeur om naar melkproductie te kijken. Daarmee kan vastgesteld worden of bomen in Nederland ook voor een verhoging van de melkproductie kan zorgen. Bij jongvee kan naar de gewichtstoename gekeken worden. Tot slot kunnen meting naar vruchtbaarheid uitsluitsel geven of bomen de vruchtbaarheid verbeteren, zoals bij schapen is vastgesteld. Door het wel of niet toedienen van PEG kan ook nog eens de invloed van CT op melkproductie, vruchtbaarheid en groei vastgesteld worden.
- ❖ Of een efficiëntere eiwitsynthese behaald kan worden, wanneer bomen aan een rantsoen met gras, maïs en krachtvoer wordt toegevoegd is onbekend. Ook moet nog onderzocht worden welk aandeel de bomen uit het rantsoen moeten uit maken.
- ❖ Geiten eten naast de bladeren ook de bast en twijgen, dit kan bij koeien anders zijn daarom dient dit bij koeien onderzocht te worden.
- ❖ Onbekend is nog of koeien en geiten voorkeuren hebben tussen verschillende boomsoorten, hier moet nog onderzoek naar gedaan worden.
- ❖ Bekend is dat bomen gifstoffen kunnen bevatten, maar welke gifstoffen dit zijn en in welke hoeveelheden zij voorkomen is onbekend. Ook is onbekend bij welke hoeveelheden herkauwers vergiftigd kunnen worden. Het is raadzaam om hier onderzoek naar te doen, tot die tijd geldt: niet te veel van één boomsoort in het rantsoen voeren.
- ❖ Tannine kunnen parasieten tegengaan, maar er is weinig bekend welke over welke parasieten zij tegengaan en hoe groot het effect is.
- ❖ Uit dit onderzoek is gebleken dat in augustus oogsten op een hoogte van 50 a 80 cm de hoogste eetbare drogestof opbrengst oplevert met een betere nutritionele kwaliteit en minder structuurschade voor de bodem, dan wanneer later wordt geoogst. Daarom is het

aan te raden om op de proefboerderijen volgend jaar in augustus te oogsten op een zaaghoogte van die tussen de 50 tot 80 cm ligt.

- ❖ Meerdere keren oogsten per jaar heeft waarschijnlijk geen invloed op de eetbare drogestof opbrengst. Meerdere keren per jaar oogsten levert bladeren op met een hogere nutritionele kwaliteit, daarom is het raadzaam om te onderzoeken of meerdere malen oogsten de eetbare drogestof opbrengst constant houdt en een hoger ruw eiwitopbrengst oplevert.
- ❖ Bemesting lijkt een positieve invloed te hebben op het ruw eiwitgehalte, onderzoek kan hierover duidelijkheid geven. Het is raadzaam om dan ook te kijken hoe bemesting het mineralengehalte beïnvloedt in bomen.
- ❖ De eetbare drogestof opbrengsten tussen boomsoorten is verschillend. Bij boomsoorten met hoge nutritionele waarde is het daarom ook belangrijk om te kijken wat de eetbare drogestof opbrengst is per hectare.

Literatuurlijst

- Abel, H.J., Becker, K., Makkar, H.P.S. en Szegletti, C. Degradation of condensed tannins by rumen microbes exposed to Quebracho tannins (QT) in rumen Simulation Technique (RUSITEC) and effects of QT on fermentative processes in the RUSITEC. *Journal of Food Science and Agriculture*. 69, 1995a, 495–500.
- Acharya, S.N., Berg, B.P, Cheng, K.J, Coulman, B.E, Majak, W., McAllister, T.A.Wang, Y., A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Journal Plant Science*, 1999.
- Addlestone, B.J., Luginbuhl, J.M. en Mueller, J.P. The establishment and early growth of three leguminous tree species for use in silvopastoral systems of the southeastern USA. *Agroforestry Systems* 44, 1999, 253–265.
- Ahmad, J., Ayaz, M., Azim, A., Khan, A. G. en Mirza, I. H. Nutritional evaluation of fodder tree leaves with goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 15, 2002, 34-37.
- Alzueta, C., Castano, M., Ortiz, L.T. en Trevino, J. Effects of faba bean tannins on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats. *British Poultry Science* 35, 1994, 743–754.
- Ares, A., Burner, D.M. en Pote D.H. Management effects on biomass and foliar nutritive value of *Robinia pseudoacacia* and *Gleditsia triacanthos* f. *inermis* in Arkansas, USA. *Agroforestry Systems* 65, 2005, 207–214.
- Asseldonk, T. Medicinale en etnobotanische aspecten van (potentiële) voederbomen voor melkvee: een adviesrapport. IEZ. 2012
- Barman, K. en Rai, S.N. In vitro Nutrient Digestibility, Gas Production and Tannin Metabolites of *Acacia nilotica* Pods in Goats. *Journal Animal Science*. 21, 2008, 59-65.
- Barry, T.N., Cameron, P.N., P.D. Kemp, P.D., Lopez-Villalobos, N. en McWilliam, E.L. Effects of willow (*Salix*) versus poplar (*Populus*) supplementation on the reproductive performance of ewes grazing low quality drought pasture during mating. *Animal Feed Science and Technology*. 119, 2005a, 69–86.
- Barry, T.N., Kemp, P.D., Lopez-Villalobos, P. en Pitta, D.W. Effects on ewe reproduction of grazing willow fodder blocks during drought. *Animal Feed Science and Technology*. 120, 2005b, 217-234.
- Barry, T.N., Kemp, P.D., McDonald, M.F. McNabb, W.C., Min, B.R., en Waghorn, G.C. The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon reproductive efficiency and wool production in sheep during late summer and autumn. *Journal of Agricultural Science*. 132, 1999a, 323-334.

- Barry, T.N., Lopez-Villalobos, N., McWilliam, E.L., Musonda, K. en Pormov, W.E. Grazing willow (*Salix* spp.) fodder blocks for increased reproductive rates and internal parasite control in mated hoggets. *Animal Feed Science and Technology*. 150, 2009, 46–61.
- Barry, T.N. en Manley, T.R. Interrelationships between the concentrations of total condensed tannin, free condensed tannin and lignin in lotus sp. and their possible consequences in ruminant nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 37, 1986, 248-254.
- Barry, T.N. en McNabb, W.B. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition* 81, 1999b, 263-272.
- Bartel, L.E., Cook, C.W. en Davis, G.G. Control of gambel oak sprouts by goats. *Journal Range Manage*. 28, 1975, 216.
- Becker, K., Benjamin, R.W., Degen, A.A., Kam, M., Makkar, H.P.S., Mishorr, T. en Schwartz, H.J. Effect of *Acacia saligna* with and without administration of polyethylene glycol on dietary intake in desert sheep. *Animal Science*. 67, 1998, 491–498.
- Becker, K., Blümmel, M. en Makkar, H. Application of an in vitro gas method to understand the effects of natural plant products on availability and partitioning of nutrients. In: *In vitro Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants*. British Society of Animal Science, Occasional publication 22, 1998, 147-150.
- Becker, K., Getachew, G. en Makkar, H.P.S. Effect of polyethylene glycol on in vitro degradability of nitrogen and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. *British Journal of Nutrition*. 84, 2000, 73 – 83.
- Becker, K. en Makkar, H.P.S. Adaptation of cattle to tannins: role of proline-rich proteins in oak-fed cattle. *Anim. Sci*. 67, 1997, 277–281.
- Becker M., Nehring K., *Handbuch der Futtermittel*, 2. Band, Paul Parey Verlag, Hamburg / Berlin. 1965.
- Blackall, L., Brooker, J.D, Clarke, K., Donovan, L.A., Muslera, P. en Skene, I., A tannin-resistant ruminal bacterium from feral goats. *Applied Microbiol.* 18, 1994, 313-318.
- Bodmer, R.E. Ungulate frugivores and the browser-grazer continuum. *Oikos* 57, 1990, 319-325.
- Boehm, J., Buchner, A., Kobeisy, M.A. en Leibetseder, J. The effect of tannin on milk yield and some blood constituents in dairy cattle. *Assiut Veterinary Medical Journal*. 43, 2000, 86-94.
- Capela, F., Coelho, A.V., Costa, G., Lamy, E., Pereira, A., Potes, J., ... Santos, R. Effect of condensed tannin ingestion in sheep and goat parotid saliva proteome. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 95, 2011, 304-312.
- Chancerel, B., Clothier B., Green, S., Fung, L., Hurst, S., McIvor, I., ... Robinson, B. Trace element accumulation by poplars and willows used for stock fodder. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 48, 2005, 489-497.

Chalupa, W. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. *Journal of Dairy Science*. 58, 1975, 1198-1218.

Curtis, J.T., Gerloff, G.C. en Moore, D.G. Selective absorption of mineral elements by native plants of Wisconsin. *Plant and Soil* 25, 1966

Czajka, M., Kozik, E. en Wróblewska, H. Content of macro- and microcomponents in willow (*Salix purpurea* L.) grown in substrates with composts of post-use wood waste. *Folia Forestalia Polonica*. 40, 2009, 23-30

Demment, M.W., en Van Soest, P.J. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and non ruminant herbivores. *The American Naturalist*. 125, 1985, 641-672.

Dhaese, A. Invloed van anorganische verontreinigingen op de relatie bodem, water en plant. Stichting leefmilieu v.z.w. Antwerpen. 1997.

Didier, M., Didier, V., Hacène, B., JeanMichel, B., Moufida A. en Rabah, A. Effect of polyethylene glycol on in vitro gas production and digestibility of tannin containing feedstuffs from North African arid zone. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, Núm. 3, 2009, 475-486.

Dijk, H., van Voederwinning, conservering en bewaring, Informatie en Kennis Centrum Landbouw. Afdeling Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij. Lelystad. 1995

Djanibekov, N., Djumaeva, D., Lamers, J.P.A., Martius, C. en Vlek, P.L.G. Options for optimizing dairy feed rations with foliage of trees grown in the irrigated drylands of central Asia. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 5, 2009, 698-708.

Dorsser, A., van, Muskens, J. en Roumen, M. Eikelvergiftiging bij jongvee. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*. 134, 2009

Douglas, G., Foote, A., Kemp, P. en Oppong, S. Browse yield and nutritive value of two *Salix* species and *Dorycnium*. *Agroforestry Systems* 51, 2001, 11-21.

Downs, C.T., Mbatha, K.R. en Nsahlai, I.V. The effects of graded levels of dietary tannin on the epithelial tissue of the gastro-intestinal tract and liver and kidney masses of Boer goats. *Animal Science*. 74, 2002, 579-586.

Duinkerken, G., van., Hettinga, K., Houwelingen, K.M., van., Rummelink, G.J. en Valk, H. Beheersgraskuil als voeder voor melkgevende koeien. Animal Sciences Group. Lelystad. *PraktijkRapport Rundvee*. 77, 2005

Dzowela, B.H., Hove, L. en Mafongoya, P.L. Effect of drying method on chemical composition and in vitro digestibility of multi-purpose tree and shrub fodders. *Tropical Grasslands*. 29, 1995, 263-269.

Eekeren, N., Govaerts, W. en Smolders, G. Mineralen voorziening geiten. Louis Bolk Instituut. *Rapport nr. 21*, 2010, 17-47.

El-Adawya, M.M., Robinson, P.H., Salem, A.Z.M. en Salem, M.Z.M. Nutritive evolutions of some browse tree foliages during the dry season: Secondary compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology*. 127, 2006, 251-267.

Frutos, P., Giraldez F.J., Hervás G. en Mantecón, A.R. An in vitro study on the ability of polyethylene glycol to inhibit the effect of quebracho tannins and tannic acid on rumen fermentation in sheep, goats, cows, and deer. *Australian Journal of Agricultural Research*. **55**, 2004, 1125–1132.

Genderen H., van. Chemisch-ecologische flora van Nederland en België, Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.1997.

Gilboa, N., Nitsan, Z. en Silanikove, N. Interactions among tannins, supplementation and polyethylene glycol in goats given oak leaves: effect on digestion and food intake. *Animal Science*. 64, 1997, 479–483.

Gilboa, N. en Nitsan, Z. Perevolotsky, A., Silanikove, N., Effect of daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Quercus calliprinos*, *Pistacia lentiscus* and *Ceratonia siliqua*) by goats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44, 1996, 199-205.

Glassera, T.A., Landau, S.Y., Muklada, H., Perevolotsky, A., Ungar, E.D. en Walker, J.W. Breed and maternal effects on the intake of tannin-rich browse by juvenile domestic goats (*Caprahircus*). *Applied Animal Behaviour Science*. 119, 2009, 71–77.

Hanson, J., Krueger, C., Reed, J.D. en Rodriguez, G. Secondary plant compounds and forage evaluation. In: Givens, Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CAB 2000.

Jansen, E.B.L., Laboyrie, P.J. en Woodward, S.L. *Lotus Corniculatus* and Condensed Tannins – Effects on Milk Production by Dairy Cows. *Journal Animal Science* 13, 2000, 521-525.

Jones, R.J. en Palmer, B. In vitro digestion studies using 14C-labelled polyethylene glycol (PEG) 4000: comparison of six tanniniferous shrub legumes and the grass *Panicum maximum*. *Animal Feed Science and Technology*. 85, 2000, 215-221.

Kalembasa, D., Malinowska, E. en Siewniak, M. Wpływ nawożenia na plonowanie wybranych gatunków wierzby krzewiastej. *Acta Agrophys*. 8, 2006, 119-126.

Kool, K. en Smit, E. Op een houtje bijten. Van Hall Instituut Leeuwarden. 2000

Krause, D.O., McNeill, D.M., McSweeney, C.J. en Palmer, B. Microbial interaction with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 91, 2001, 83-93.

Landau, S.Y., Perevolotsky, A., Muklada, H., Ungar, E.D. en Walker, J.W. Breed and maternal effects on the intake of tannin-rich browse by juvenile domestic goats (*Caprahircus*). *Applied Animal Behaviour Science*. 119, 2009, 71–77.

- Makkar, H.P.S., Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49, 2003, 241–256.
- Malechek, J.C. en Nassis, A.S. Digestion and utilization of nutrients in oak browse by goats. *Journal of animal science*. 53, 1981, 283-289.
- Mangan, J.L. Nutritional effects of tannins in animal feeds. *Nutrition Research Reviews* 1, 1988, 209–231.
- McLeod M. Plant tannins – Their role in forage quality. 44, *Nutrition abstracts and reviews*. 1974, 803-815.
- Nelson, K.E., Pell, A.N., Schofield, P. en Woolston, T.K. Tannins: biological activity and bacterial tolerance. In: Brooker, J.D. (Ed.), *Tannins in Livestock and Human Nutrition. Proceedings of the International Workshop, Adelaide, Australia, ACIAR Proceedings* 92, 2000, 111–116.
- Norton, B.W. en Perez-Maldonado, R.A. The effect of condensed tannins from *Desmodium intortum* and *Calliandra calothyrsus* on protein and carbohydrate digestion in sheep and goats. *British Journal of Nutrition* 76, 1996, 515-533.
- Oppong, S.K. Growth, management and nutritive value of willows and other browse species in Manawatut, New Zealand. Massey University, Palmerston North. 1998
- Papachristou, T.G. en Papanastasis, V.P. Forage value of Mediterranean deciduous woody fodder species and its implication to management of silvo-pastoral systems for goats. *Agroforestry Systems*. 27, 1994, 269-282.
- Papachristou, T.G., Papanastasis, V.P., Platis, P.D. en Tsiouvaras, C.N. Use of deciduous woody species as a diet supplement for goats grazing Mediterranean shrublands during the dry season. *Animal feed science and Technology*. 80, 1999, 267-279.
- Productschap Diervoeder. Tabellenboek Veevoeding. 2008.
- Rahmann, G. Utilisation and maintenance of indigenous shrubs in protected open grassland (Gentiano-Koelerietum) by organic goats keeping. *Landbauforschung Völkenrode*. 54, 2004a, 45-50.
- Reed, J.D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal Animal Science*. 73, 1995, 1516–1528.
- Robbins, C.T. *Wildlife Feeding and Nutrition*. Academic Press. San Diego, California. 1993.
- Robinson, P. *Trees as fodder crops*. Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, Engeland.
- Shelton, I.D. en Waghorn, G.C. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. *Journal of Agricultural Science*. 128, 1997, 365–372.

Shipley, L.A. Grazers and browsers: how digestive morphology affects diet selection. In: Grazing behavior of livestock and wildlife. Idaho Forest, Wildlife and Range. University of Idaho, Moscow, 1999, 20–27.

Soest, P. J., van. Nutritional ecology of the ruminant, Cornell University Press, Ithaca, London. 1994.

Taiz, L., Zeiger, E., Plant physiology, The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., Redwood City (USA). 1991.

Tannine. In Wikipedia. Geraadpleegd op 18 oktober, 2012 van <http://nl.wikipedia.org/wiki/Tannine>

Waghorn, G.C. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges. Animal Feed Science and Technology. 147, 2008, 116-139.

Bijlage I Opzet proef wilgen begrazing geiten

Inleiding

Aanleiding voor dit onderzoek is dat de geiten voor de eerste keer worden toegang krijgen in verschillende delen van de cultivars. Van deze gelegenheid wil men gebruik maken om te kijken wat de voorkeur voor plantendelen is bij de geiten. Eten zij liever het blad, stengels of de schors en wat laat de geit staan. En hoeveel tijd besteedt de geit aan het eten van verschillende plantendelen? Ten tweede wil men weten wat er gebeurt als de geiten toegang krijgen in de cultivars. Worden de wilgen door de geiten niet te veel beschadigd? Met andere woorden is het mogelijk om de geiten los te laten tussen de wilgen zonder dat dit te veel schade oplevert aan de wilgen en wat kan er gedaan worden om te veel schade aan de wilgen te voorkomen?

Hypothese / onderzoeksvraag

Hoe gaan de geiten te werk als zij de wilgen begrazen, eten ze eerst het blad op en dan andere plantendelen en wat laten de geiten staan?

Onderzoeksmethode

De geiten krijgen toegang tot de aangeplante wilgen, door een deel van de omheining open te maken. Deze wilgen zijn 2 jaar geleden aangeplant en afgezet met een omheining, zodat de wilgen niet begraasd kunnen worden als de geiten in de wei gaan. Dit is de eerste keer dat meerdere delen van de cultivars worden opengesteld voor de geiten. Direct bij het betreden van de geiten in de cultivars worden foto's gemaakt van het graas gedrag. Vervolgens wordt één geit gedurende 5 minuten gevolgd, elke 10 seconden wordt genoteerd wat de geit doet in een ethogram. Zie tabel 9.1 voor de afkortingen en de omschrijven die daarbij horen. Daarnaast wordt genoteerd van hoeveel bomen, hoofdscheuten en scheuten wordt gegeten. De tijd wanneer begonnen wordt met volgen van de geit wordt genoteerd tijdstip. Voor de noties wordt een formulier gebruikt, zie tabel 9.2. Na de 5 minuten wordt steeds een nieuwe geit gevolgd die net begint te eten. Om zo een goed beeld te krijgen in de voorkeur van de geit. Halverwege de proef worden nogmaals foto's gemaakt van het gedrag van de geiten en de cultivars en op het einde van de proef. Zo wordt duidelijk wat er van de wilg over blijft nadat het door geiten begraasd is.

Tabel 9.1 Omschrijvingen ethogram

Waarneming	Afkorting	Omschrijving
lopen	LO	Zich voort bewegen.
Staan	ST	Niet voort bewegen.
Blad eten 1 jarige boom	BLE1	Een blad van een 1 jarige boom eten.
Stengel eten 1 jarige boom	STE1	Een stengel van een 1 jarige boom eten.
Blad en stengel eten 1 jarige boom	BLS1	Blad en een stengel van een 1 jarige boom tegelijk opeten.
Schors eten 1 jarige boom	SCE1	De schors van een 1 jarige boom eten.
Schors schuren 1 jarige boom	SCS1	Met lichaam langs de schors van een 1 jarige boom bewegen.
Blad eten 2 jarige boom	BLE2	Een blad van een 2 jarige boom eten.
Stengel eten 2 jarige boom	STE2	Een stengel van een 2 jarige boom eten.
Blad en stengel eten 2 jarige boom	BLS2	Blad en een stengel van een 2 jarige boom tegelijk opeten.
Schors eten 2 jarige boom	SCE2	De schors van een 2 jarige boom eten.
Schors schuren 2 jarige boom	SCS2	Met lichaam langs de schors van een 2 jarige boom bewegen.
Iets anders eten	IEA	Iets eten anders dan hier boven genoemd.
Ruiken aan wilg	RUW	Met de neus aan de wilg zitten.
Ander gedrag	ANG	Gedrag tonen dat hier boven niet is genoemd.

Tabel 9.2 Formulier observatie begrazing wilgen

Datum:															
lopen =	Staan =	Blad eten 1 jarig =	Stengel eten 1 jarig =	Blad en stengel eten 1j. =	Schors eten 1 jarig =	Schors schuren 1 jarig =	Blad eten 2 jarig =	Stengel eten 2 jarig =	Blad en stengel eten 2j. =	Schors eten 2 jarig =	Schors schuren 2 jarig =	Iets anders eten =	ruiken aan wilg =	Ander gedrag =	
LO	ST	BLE1	STE1	= BLS1	SCE1	SCS1	BLE2	STE2	= BLS2	SCE2	SCS2	IEA	RUW	= AG	
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2	2.10	2.20	2.30
Tijdstip	2.40	2.50	3	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	4	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	5
Aantal boomen:		Aantal hoofdscheuten:				Aantal scheuten:				opm.					
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2	2.10	2.20	2.30
	2.40	2.50	3	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	4	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	5
Aantal boomen:		Aantal hoofdscheuten:				Aantal scheuten:				opm.					
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2	2.10	2.20	2.30
	2.40	2.50	3	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	4	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	5
Aantal boomen:		Aantal hoofdscheuten:				Aantal scheuten:				opm.					
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	2	2.10	2.20	2.30
	2.40	2.50	3	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	4	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	5
Aantal boomen:		Aantal hoofdscheuten:				Aantal scheuten:				opm.					

Bijlage II Ethogrammen van observaties geiten

Datum: 04-10-2012										
lopen =	Staan =	Blad eten wilg =	Stengel eten wilg =	Blad en stengel wilg =	Schors eten wilg =	Snuvelen =	Tak mee sleuren =	Kracht- voer eten =	Ruwvoer eten =	Ander gedrag =
LO	ST	BLE	= STE	BLS	= SCE	SN	TAS	KRE	RUE	ANG
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
10650	BLE	RUE	KRE	KRE	RUE	BLE	BLE	RUE		
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
10578	SN	LO	LO	ST	ST	RUE	SN	STE	STE	LO
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	ST	ST	ST							
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
63058	STE	BLE	BLE	RUE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLS	BLS
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	BLS	BLS	BLS	BLS	RUE	SN	KRE	RUE		
omp.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
98759	KRE	KRE	KRE	KRE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	BLE	KRE	KRE	BLE	LO	LO	ST	BLE		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
16969	KRE	RUE	RUE	KRE	KRE	KRE	KRE	BLE	KRE	KRE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	BLE	KRE	RUE	KRE	KRE	RUE	KRE	SN		
opm.										

Figuur 10.1 Ethogram observatie geiten met krachtvoer.

Datum: 04-10-2012										
lopen =	Staan =	Blad eten wilg =	Stengel eten wilg =	Blad en stengel wilg =	Schors eten wilg =	Snuvele n = SN	Tak mee sleuren = TAS	Krachtvoer eten = KRE	Ruwvoer eten = RUE	Ander gedrag = ANG
LO	ST	BLE	STE	BLS	SCE	n = SN	= TAS	KRE	RUE	ANG
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
98744	STE	SN	SN	STE	SN	KRE	SN	KRE	STE	STE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	KRE	KRE	REU	RUE	RUE	RUE				
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
28047	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	KRE	KRE	SCE	SCE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	SCE	SCE	SCE	KRE	KRE	RUE	RUE	KRE		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
63739	BLE	TAS	BLE	ST	ST	LO	SN	LO	ST	SN
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	SN	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SN	SCE		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
28059	SN	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
11:38	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE		
omp.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
10740	SN	RUE	RUE	RUE	RUE	SN	RUE	RUE	RUE	RUE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	STE	SN	SN	STE	BLS	BLS	BLS	BLS		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
10611	SCE	SN	SCE	LO	ST	LO	RUE	STE	STE	STE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	STE	STE	STE	STE	STE	STE	STE	STE		

Figuur 10.2 Ethogram observatie geiten met krachtvoer, toen het blad van wilgen op was.

Datum: 09-10-2012										
lopen =	Staan =	Blad eten wilg =	Stengel eten wilg =	Blad en stengel wilg =	Schors eten wilg =	Snuvelen =	Tak mee sleuren =	Kracht- voer eten =	Ruwvoer eten =	Ander gedrag =
LO	ST	BLE	= STE	BLS	= SCE	SN	TAS	KRE	RUE	ANG
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
10584	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLS	BLS	BLS
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
9:59										
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
28714	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	RUE	RUE	BLE	RUE	STE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	SN									
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
63006	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	SN
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	ST	SN	SN	BLE	BLS	BLS	SN	BLE		
omp.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
63171	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	BLE	SN
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	BLE	BLE	RUE	RUE	STE	BLE	SN	RUE		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
10527	BLE	BLE	BLE	BLE	SCE	SN	LO	ST	SN	BLE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	BLE	BLE	BLE	RUE	STE					
opm.										

Figuur 10.3 Ethogram observatie geiten met ruwvoer.

Datum: 09-10-2012										
lopen =	Staan =	Blad eten wilg =	Stengel eten wilg =	Blad en stengel wilg =	Schors eten wilg =	Snuvele n = SN	Tak mee sleuren = TAS	Krachtvoer eten = KRE	Ruwvoer eten = RUE	Ander gedrag = ANG
LO	ST	BLE	STE	BLS	SCE	n = SN	= TAS	KRE	RUE	ANG
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
10504	SN	SN	STE	STE	STE	RUE	RUE	SN	LO	LO
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
10606	SCE	SCE	SCE	RUE	RUE	RUE	SCE	RUE	RUE	RUE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
63190	SN	SCE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	SCE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	SCE	SCE	SCE	SCE	SCE	STE	SCE	SCE		
omp.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
28059	SCE	SN	SCE	RUE	RUE	RUE	SN	RUE	RUE	RUE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE		
opm.										
Geitnr.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	1	1.10	1.20	1.30	1.40
98608	SN	SN	SN	STE	STE	BLE	BLE	SN	SN	STE
Tijdstip	1.50	2	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	3		
	STE	LO	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE	RUE		
opm.										

Figuur 10.4 Ethogram observatie geiten met ruwvoer, toen het blad van de wilgen op was.