



---

# Energie en eiwitwaardeschatting gras- klaverkuilen

H.A. van Schooten en J.W. Spek



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---

---

# Energie en eiwitwaardeschatting gras- klaverkuilen

H.A. van Schooten en J.W. Spek

Wageningen Livestock Research  
Wageningen, december 2016

---

Report 994

#### Samenvatting NL

De huidige rekenregels voor de schatting van de voederwaarde van grasklaver zijn op een pragmatische manier tot stand gekomen, door gebrek aan onderzoeksgegevens. Het doel van het onderzoek is om formules te ontwikkelen die op basis van de chemische samenstelling de energie- en eiwitwaarde van mengsels van gras-klaverkuilen beter voorspellen dan de bestaande. In totaal werd materiaal van 8 gras-rode en 10 gras-witte klaverkuilen in het onderzoek meegenomen. De kuilen werden onderzocht op: chemische samenstelling, in vitro verteerbaarheid van de organische stof, fecale verteerbaarheid, afbraakkenmerken en darmverteerbaarheid van het eiwit. Voor het voorspellen van de verteringscoëfficiënt van de organische stof (VC-OS) ten behoeve van de energiewaarde werden voor gras-rode en gras-witte klaverkuilen aparte formules ontwikkeld. Met betrekking tot de darmverteerbaarheid hoefde er geen onderscheid te worden gemaakt tussen gras-rode en gras-witte klaverkuilen voor het schatten van de afbraakkenmerken van NDF, RE en RNSP en schijnbaar onverteerd RE aan het einde van het colon op basis van chemische nutriëntkenmerken.

Dit rapport is gratis te downloaden op <http://dx.doi.org/10.18174/400713> of op [www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research) (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2016 Wageningen Livestock Research  
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl),  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research). Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



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

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Materiaal en methoden</b>	<b>8</b>
	2.1 Gras-klaverkuilen	8
	2.2 Benodigde onderzoeken	9
	2.2.1 Chemische samenstelling en in vitro verteerbaarheid	9
	2.2.2 In vivo verteerbaarheid t.b.v. energiewaarde	9
	2.2.3 In situ pensafbraak karakteristieken t.b.v eiwitwaarde	9
	2.2.4 Darmverteerbaarheid	10
<b>3</b>	<b>Resultaten en discussie</b>	<b>11</b>
	3.1 Chemische samenstelling en conserveringskenmerken	11
	VC-OS en energiewaarde	12
	3.1.1 Gras-rode klaverkuilen	14
	3.1.2 Gras-witte klaverkuilen	15
	3.2 Afbraakkarakteristieken van RE, NDF en RNSP en eiwitwaarde	17
	3.2.1 In situ afbraakkenmerken NDF, RE en RNSP schatten	18
	3.2.2 Afleiden van schattingsformules om afbraakkarakteristieken van RE, NDF en RNSP in de pens en de hoeveelheid onverteerd RE aan het einde van het colon te voorspellen	20
	3.2.3 Verschillen tussen gras-rode en gras-witte klaverkuilen	23
<b>4</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>27</b>
	4.1 Schatting van de VC-OS en VOS	27
	4.1.1 Gras-rode klaverkuilen	27
	4.1.2 Gras-witte klaverkuilen	27
	4.2 Schatting van afbraakkarakteristieken van RE, NDF en RNSP en schijnbaar onverteerd RE aan het einde van het colon	28
	<b>Referenties</b>	<b>30</b>
	<b>Bijlage 1 Correlatiematrix samenstelling gras-witte klaverkuilen</b>	<b>31</b>
	<b>Bijlage 2 In situ afbraakdata NDF, RE en RNSP</b>	<b>32</b>
	<b>Bijlage 3 Correlaties tussen nutriëntwaarden in de organische stof en afbraakkarakteristieken van NDF en RE</b>	<b>33</b>

---

---

# Woord vooraf

In de praktijk komt het regelmatig voor dat een mengsel van gras en rode klaver, of van gras en witte klaver wordt ingekuild. Tot op heden was er echter alleen een CVB-voederwaardering voor pure graskuilen en voor pure rode-klaverkuilen. In het project 'Klavertje 4' is een aantal gras-witte-klaverkuilen en gras-rode-klaverkuilen onderzocht op samenstelling en verteringskenmerken. Op basis van dit onderzoek is door het CVB een energie- en eiwitwaardering voor herkauwers opgesteld voor gras-rode klaverkuilen en gras-witte klaverkuilen. De resultaten zijn opgenomen in De CVB veevoedertabel 2016 en de Voederwaardecalculator ([www.cvbdiervoeding.nl](http://www.cvbdiervoeding.nl)).

Gedurende de projectperiode hebben verschillende mensen een belangrijke bijdrage geleverd aan de resultaten van het onderzoek en verschillende tussenrapportages. Een speciaal woord van dank is op zijn plaats voor Johan de Boever (Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek te Melle, België) voor de uitvoering en rapportage van het verteringsonderzoek en voor Machiel Blok (Wageningen Livestock Research) voor de inbreng van zijn deskundigheid in het projectteam en de bijdrage aan de verschillende CVB-notities waarop dit rapport is gebaseerd. Verder een woord van dank voor de leden van de voormalige CVB-werkgroep Voeding en Voederwaardering Herkauwers en Paarden -VVHP voor de suggesties bij het opstellen van de schattingsformules voor energie en eiwitwaarde.

Het project is gefinancierd door Zuivel NL (voormalig Productschap Zuivel), ministerie van EZ en het voormalige Productschap Diervoeder (PDV).

---

---

# 1 Inleiding

In de rundveehouderijsector is het gebruik van mengculturen van gras en witte klaver de laatste jaren gemiddeld toegenomen. In de biologische veehouderij wordt klaver al langer gebruikt voor de binding van stikstof. Binnen het mestbeleid wordt het gebruik van kunstmeststikstof steeds meer aan banden gelegd. Daardoor heeft het gebruik van klaver in grasland de afgelopen jaren ook in de gangbare melkveehouderij meer aandacht gekregen. Naarmate het bemestingsniveau daalt, worden deze voordelen alleen maar groter. Gebleken is dat mengteelt van gras en witte klaver een goede basis vormt voor de productie van kwalitatief goed ruwvoer (Schils et al., 2000). Het aandeel klaver wisselt vaak sterk in de praktijk en het management ervan vormt een punt van aandacht. Naast het gebruik van witte klaver worden in de biologische melkveehouderij ook mengsels met gras en rode klaver toegepast als maaigewas. De ervaring leert dat met gras-rode klavermengsels hoge opbrengsten gerealiseerd kunnen worden bij een lage input van stikstof. Dat biedt mogelijkheden voor goede economische resultaten. Het gewas wordt alleen gebruikt voor maaien en is daardoor goed inpasbaar in vruchtwisselingsystemen, op veldpercelen en bij uitwisseling met akkerbouwbedrijven. Nu in de gangbare melkveehouderij vruchtwisseling en bodemkwaliteit meer in de belangstelling staat bieden gras-rode klavermengsels ook in deze sector meer kansen. Ervaringen vanuit de biologische sector geven aan dat de voederwaarde van rode klaver waarschijnlijk wordt onderschat.

In tegenstelling tot gras en snijmais ontbreekt voor ingekuilde gras-klavermengsels een goede (op recent verteringsonderzoek gebaseerde) onderbouwing van de voederwaarde. De huidige rekenregels voor de schatting van de voederwaarde van grasklaverkuilen zijn op een pragmatische manier tot stand gekomen, door gebrek aan onderzoeksgegevens. Uit voederproeven komt naar voren dat de melkproductie bij grasklaver rantsoenen hoger is dan op basis van de voederwaarde wordt verwacht. Dat betekent dat de voederwaarde van gras-klaver wellicht wordt onderschat (Remmelink, 2000). Dit zou betekenen dat een rantsoen met gras-klaver overmatig wordt aangevuld met energie en eiwit uit krachtvoer of andere voedermiddelen. Dat is ongewenst omdat dat een negatief effect heeft op het bedrijfsresultaat, vooral omdat eiwitrijke krachtvoergrondstoffen over het algemeen schaars en duur zijn. Verder zal de overmatige compensatie van het onderschatte deel van de voederwaarde leiden tot extra mineralen (o.a. stikstof en fosfor) verliezen door een slechtere benutting.

Het doel van het onderzoek is om formules te ontwikkelen die op basis van de chemische samenstelling de energie- en eiwitwaarde van mengsels van gras-klaverkuilen beter voorspellen dan de bestaande.

De in dit rapport beschreven resultaten zijn gebaseerd op de volgende drie CVB notities:

1. Kruidijk, J en M.C. Blok. 2009. Aangepaste notitie m.b.t. de voorspelling van de VCOS van grasklaverkuilen. VVHP-09-12. 4e vergadering CVB Werkgroep Voeding en Voederwaardering Herkauwers en Paarden (VVHP), 13 november 2009.
2. Blok, M.C. 2013. Schatting van de VCOS van gras/klaverkuilen ten behoeve van de VEM / VEVI berekening. VVHP-13-59.
3. Spek, J.W. en M.C. Blok. 2016. Afbraakmerken van RE, NDF en RNSP in gras/klaver kuilen in de pens en in de dunne plus dikke darm in het kader van het Klavertje 4 project. TC-CVB-52.



## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Gras-klaverkuilen

In totaal werd materiaal van 8 gras-rode en 10 gras-witte klaverkuilen in het onderzoek meegenomen. In tabel 2.1 zijn enkele kenmerken van de kuilen weergegeven. In het groeiseizoen van 2007 werd materiaal van 6 gras-rode klaver kuilen en 5 kuilen gras-witte klaver kuilen verzameld op vier verschillende praktijkbedrijven. Op één gras-rode klaverkuil na waren alle gras-klaver kuilen afkomstig van biologische bedrijven. De gras-rode klaverkuilen waren afkomstig van drie verschillende praktijkbedrijven terwijl alle gras-witte klaverkuilen afkomstig waren van één praktijkbedrijf. Voor het bepalen van het klaveraandeel werd vlak voor het maaien van de gras-klaver een plukmonster genomen met een zgn. spinazie mes. Het monster werd handmatig gescheiden in een gras en een klaverdeel. Beide deelmonsters werden vervolgens gedroogd bij 103°C. Tevens werd vlak voor het maaien het aandeel van de klaver dat bloeide geschat. Na het maaien werd het gras-klaver gewas voorgedroogd en ingekuild in ronde balen. Materiaal van twee gras-rode klaverkuilen en twee gras-witte klaverkuilen was afkomstig van het Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO) te Melle, België. Deze kuilen werden aangelegd in 2004 en 2005. Ook bij deze kuilen werd het bepalen van het aandeel klaver vlak voor het maaien monster genomen en handmatig gescheiden in een gras- en klaverdeel. Na het maaien werd het gras-klaver gewas voorgedroogd op het veld en ingekuild met een hakselaar.

Uit de resultaten van het chemische onderzoek van de partijen gras-witte klaver bleek dat er slechts één partij een laag gehalte aan ruwe celstof (<250 g/kg drogestof) had. Hierdoor was de spreiding in ruwe celstof gehalten niet representatief voor gras-witte klaverkuilen in de praktijk. Daarom werden de partijen gras-witte klaverkuilen in 2010 en 2011 aangevuld met drie extra partijen (Tabel 2.1, partijen w8, w9 en w10).

**Tabel 2.1** Enkele gewassenmerken van de onderzochte gras-klaverkuilen.

Partij	Klaversoort	Klaver	Oogstdatum	Snede	Aantal	Bloei
R1	Rood	92	4-5-2007	1	34	5
R2	Rood	47	21-5-2007	1	51	5
R3	Rood	63	4-7-2007	2	61	90
R4	Rood	67	14-7-2007	3	50	95
R5	Rood	96	23-8-2007	3	50	20
R6	Rood	58	21-9-2007	4	42	30
R7	Rood	65	20-9-2004	2	56	Nb
R8	Rood	80	29-8-2005	3	51	Nb
W1	Wit	31	21-5-2007	1	51	0
W2	Wit	50	21-5-2007	1	51	0
W3	Wit	34	31-7-2007	3	32	95
W4	Wit	55	31-7-2007	3	32	95
W5	Wit	64	31-7-2007	3	32	95
W6	Wit	41	20-9-2004	2	56	Nb
W7	Wit	28	29-8-2005	3	51	Nb
W8	Wit	Nb	2010	Nb	Nb	Nb
W9	Wit	Nb	2011	Nb	Nb	Nb
W10	Wit	Nb	2011	Nb	Nb	Nb

---

## 2.2 Benodigde onderzoeken

De benodigde onderzoeken aan de gras-klaverkuilen kunnen in vier onderdelen worden verdeeld:

1. Analyse van de chemische samenstelling en de in vitro verteerbaarheid van de organische stof.
2. Bepaling van de fecale verteerbaarheid, gemeten met hamels, nodig voor de bepaling van de netto energie waarde (VEM waarde).
3. Afbraakkenmerken in de pens van koeien met nylon zakjes, van belang voor eiwitwaarde (DVE waarde).
4. Darmverteerbaarheid van het eiwit, van belang voor de eiwitwaarde (DVE waarde).

### 2.2.1 Chemische samenstelling en in vitro verteerbaarheid

De kuilmonsters werden geanalyseerd op het gehalte aan vocht, ruw eiwit (RE), ammoniak, ruwe celstof (RC), ruwe as (RAS), ruw vet (RV), Neutral detergent fibre (NDF), Acid detergent fibre (ADF) en Acid detergent lignin (ADL). Het gehalte aan ruw eiwit werd gecorrigeerd voor de vervluchtiging van ammoniak (Rein). Daarnaast werd de verteringscoëfficiënt van de organische stof (VC-OS) bepaald volgens de Tilley en Terry (T&T) methode. Verder werden de kuilmonsters geanalyseerd op pH en het gehalte aan ammoniak, melkzuur, azijnzuur, boterzuur, propionzuur en alcohol.

### 2.2.2 In vivo verteerbaarheid t.b.v. energiewaarde

De in vivo verteerbaarheid werd bepaald met vijf gecastreerde rammen (hamels) door het ILVO. Elke verteringsproef bestond uit drie perioden:

1. Adaptatieperiode  
De dieren verbleven gedurende 11 dagen (donderdag t.e.m. zondag) samen in een ingestrooide loopstal. Deze periode diende om de dieren te wennen aan het voeder alsook om ze te laten recupereren van het verblijf in de verteringskooien.
2. Voorperiode  
Tijdens de voorperiode, die minstens 7 dagen duurde, werden de dieren aan de verteringskooien gewend. Ze kregen individueel de dagportie van 1 kg droge stof van dezelfde gras-klaver silage die in de hoofdperiode (= meetperiode) werd gevoerd om een evenwichtstoestand te verkrijgen. Voerresten en mest werden echter niet bemonsterd.
3. Hoofdperiode  
De hoofdperiode duurde 10 dagen (maandag t/m donderdagmorgen). De faeces werd dagelijks verzameld en voor ieder dier apart ingevroren. Het verzamelen van de faeces startte en eindigde 24 uur later dan het verstrekken van het voer. Aan het einde van de hoofdperiode werd de faeces ontdooid, gewogen, gemengd met een bakkersmolen en chemisch geanalyseerd. Eventuele voerresten werden verzameld, gewogen en bemonsterd voor bepaling van het luchtdroge stofgehalte.  
Op basis van het verschil tussen opname en uitscheiding in de faeces werd de verteerbaarheidscoëfficiënten van de organische stof (OS) berekend en vervolgens de energiewaarde (VEM) volgens de methode van Van Es (1978).

### 2.2.3 In situ pensafbraak kenmerken t.b.v. eiwitwaarde

Het onderzoek naar de in situ afbraak kenmerken werd ook uitgevoerd door het ILVO volgens het CVB in situ protocol (2003). Er werden drie melkgevende Holstein koeien, voorzien van een pensfistel, gebruikt. Het rantsoen bestond uit graskuil en maïskuil ( $\pm$  50/50 op DS-basis), aangevuld met krachtvoer en sojaschroot om te voldoen aan de eiwit en energiebehoefte van de dieren. De dieren kregen het krachtvoer bij het melken en het ruwvoer in twee voederbeurten om 8 en 16 uur. De incubatietijdperioden bestonden uit 0, 8, 24, 48, 72 en 336 uur. Voor tijdstip 0 werden voor elk voedermiddel telkens drie zakjes gevuld met 2,5 g DS-equivalent per zakje. Voor tijdstippen voor 8, 24 en 48 uur werden 3 x 2 zakjes gevuld met 2,5 g DS-equivalent per zakje en voor de tijdstippen 72 en 336 uur werden 3 x 2 zakjes gevuld met 5,0 g DS-equivalent per zakje. Na incubatie werden de zakjes met residu in ijswater gedompeld. Na invriezen, wassen, vriesdrogen en wegen werden de residuen per voeder en per tijdstip samengevoegd voor analyse van vocht, RAS, RE en NDF.

---

Voor het wassen van de zakjes met residu werd een wolwasprogramma met koud water toegepast en er werd niet gecentrifugeerd.

Tijdens de incubaties werd het ruwvoeder 's morgens verstrekt na het inbrengen van de zakjes en in geval van de 8 uur incubaties werd met de avondvoeding gewacht tot na het uithalen van de zakjes. De zakjes waren van polyamideweefsel (Sefar, Zwitserland) met poriëngrootte 37 µm en hadden afmetingen van 10x8 cm. De ingevroren kuilvoermonsteren werden vóór afwegen in de zakjes verkleind in een schotelcutter (Hobart, Ohio, USA) tot een maximale deeltjeslengte van 1 cm.

#### 2.2.4 Darmverteerbaarheid

Het onderzoek naar de darmverteerbaarheid werd uitgevoerd door het ILVO. Op een selectie van 4 gras-witte klaverkuilen en 3 gras-rode klaverkuilen werd de darmverteerbaarheid van het bestendig eiwit bepaald. Dit gebeurde met 2 koeien die naast een pensfistel ook voorzien waren van een T-canule in het begin van het duodenum.

Voor het verkrijgen van het bestendig materiaal werden 20 nylonzakjes (10x8 cm; 10 per koe) gevuld met 2,5 g DS-equivalent gecut monster per zakje. De zakjes werden gedurende 16 uur in de pens geïncubeerd, waarna ze vervolgens onmiddellijk in ijswater werden gedompeld. Na invriezen, wassen, vriesdrogen en wegen, werden de residuen per koe gepoold en gemalen op 1 mm. Deze residuen werden enerzijds geanalyseerd op RE en NDF en anderzijds werden per koe 8 kleine nylonzakjes (7x3cm) gevuld met 0,5-0,6 g gevriesdroogd pensincubatie-residu. Onmiddellijk vóór incubatie in de darm werden de zakjes gedurende 1 uur in pepsine-0.1 N HCl gedompeld. Vervolgens werden de zakjes ad random in de duodenumfistel gebracht (4 zakjes om de 20 minuten), waarbij de darmincubaties met de pensresiduen van dezelfde koe werden uitgevoerd. Na verzameling in de mest werden de zakjes afgespoeld en ingevroren. Na ontdooien werden ze gewassen, gevriesdroogd, gewogen en de residuen gepoold per koe voor analyse van RE en NDF. Voor het wassen van de darmzakjes werd een bonte wasprogramma toegepast met water van 40°C en er werd gecentrifugeerd bij 700 toeren/min.

## 3 Resultaten en discussie

### 3.1 Chemische samenstelling en conserveringskenmerken

De chemische samenstelling van de gras-klaverkuilen zijn weergegeven in tabel 3.1. De gras-rode klaverkuilen hadden gemiddeld een lager drogestofgehalte dan de gras-witte klaverkuilen (384 resp. 458 g/kg). Het ruwe celstofgehalte was gemiddeld iets hoger bij de gras-rode klaverkuilen (290 g/kg DS) dan bij de gras-witte klaverkuilen (267 g/kg DS). Het gemiddeld ruw eiwitgehalte (RE<sub>ex</sub>) verschilde met resp. 169 en 164 g/kg DS niet zoveel tussen de beide soorten gras-klaverkuilen. Ook het gehalte aan NDF was voor beide soorten gras-klaverkuilen praktisch gelijk (451 g/kg DS voor rode klaver versus 456 voor witte klaver). Echter, het ADF en ADL gehalte was substantieel hoger voor de gras-rode klaver silages (11% hoger voor ADF en 70% hoger voor ADL). Het gemiddelde ruw asgehalte was voor beide kuilsoorten aan de hoge kant, nl. 126 g/kg DS voor gras-rode klaverkuilen en 143 voor gras-witte klaverkuilen. Bij zowel de gras-witte klaverkuilen als bij de gras-rode klaverkuilen zat een partij met een erg hoog ruw asgehalte van boven de 200 g/kg DS.

**Tabel 3.1** Chemische samenstelling van de gras-klaverkuilen (g/ kg DS, tenzij anders aangegeven)

Partij	Klaversoort	Klaver (%)	Oogstdatum	DS (g/kg)	RE <sub>in</sub>	RE <sub>ex</sub>	RC	RAS	SUI	RVET	NDF	ADF	ADL
R1	Rood	92	4-5-07	289	210	207	202	95	57	40	301	230	31
R2	Rood	47	21-5-07	436	120	118	313	84	60	27	557	335	34
R3	Rood	63	4-7-07	363	156	153	390	104	9	15	537	429	96
R4	Rood	67	14-7-07	392	163	160	332	126	13	19	505	359	60
R5	Rood	96	23-8-07	443	158	156	286	158	40	18	412	310	63
R6	Rood	58	21-9-07	296	193	190	296	114	13	27	449	312	51
R7	Rood	65	20-9-04	401	205	200	262	147	11	29	448	286	60
R8	Rood	80	29-8-05	451	168	165	237	207	3	23	399	259	44
W1	Wit	31	21-5-07	468	122	121	288	121	80	30	533	313	26
W2	Wit	50	21-5-07	397	141	138	288	128	51	33	511	315	29
W3	Wit	34	31-7-07	502	138	136	309	116	63	26	522	327	36
W4	Wit	55	31-7-07	475	178	175	295	106	52	29	470	312	40
W5	Wit	64	31-7-07	458	185	183	295	106	54	25	443	298	37
W6	Wit	41	20-9-04	359	235	229	235	160	7	35	373	247	44
W7	Wit	28	29-8-05	593	173	171	232	179	42	30	438	240	21
W8	Wit	Nb	2010	399	214	211	233	119	62	45	318	239	27
W9	Wit	Nb	2011	489	184	182	242	149	44	41	421	258	21
W10	Wit	Nb	2011	437	100	98	254	248	11	27	534	281	42

De conserveringskenmerken van alle gras-klaverkuilen zijn weergegeven in tabel 3.2.

Het hogere DS-gehalte van de gras-witte klaverkuilen weerspiegelde zich in een hogere pH en minder melkzuur en azijnzuur. Gemiddeld waren beide kuilsoorten met een gemiddelde NH<sub>3</sub>-fractie van het RE van ruim 8% goed geconserveerd. Twee partijen van de gras-rode klaverkuilen en drie partijen van de gras-witte klaverkuilen waren wat minder goed geconserveerd met een NH<sub>3</sub>-fractie van boven de 10%. Opvallend is dat er bij de gras-witte klaverkuilen twee van de drie partijen met een wat hogere NH<sub>3</sub>-fractie tevens een aanzienlijk hoger gehalte aan boterzuur hadden (16,6 en 12,6 g/kg DS).

**Tabel 3.2** Conserveringskenmerken van de gras-klaverkuilen (g/kg DS, tenzij anders aangegeven)

Partij	Klaver-soort	KI (%)	Oogst-datum	pH	Melk-zuur	Azijn-zuur	Propion-zuur	Boter-zuur	VI. vet-zuren	Alco-hol	NH3	NH3fr (%)
R1	Rood	92	4-5-07	4.0	75.9	13.0	0.6	0.0	13.6	11.1	3.3	8.4
R2	Rood	47	21-5-07	4.8	18.6	5.3	0.7	3.3	9.3	15.8	1.6	7.1
R3	Rood	63	4-7-07	4.4	57.9	17.3	1.3	2.5	21.1	8.0	3.0	10.7
R4	Rood	67	14-7-07	4.2	54.7	10.8	0.3	0.0	11.1	5.0	2.6	8.6
R5	Rood	96	23-8-07	4.3	47.0	10.4	0.3	0.0	10.7	5.8	1.8	5.9
R6	Rood	58	21-9-07	4.4	54.8	16.1	2.0	0.4	18.5	11.0	3.2	9.1
R7	Rood	65	20-9-04	4.7	61.3	20.5	0.0	0.0	20.5	5.0	5.3	11.8
R8	Rood	80	29-8-05	4.5	70.6	16.5	0.6	0.2	17.3	3.6	2.5	7.8
W1	Wit	31	21-5-07	5.6	7.9	1.8	0.5	5.0	7.3	29.8	1.4	6.2
W2	Wit	50	21-5-07	5.2	13.3	2.6	2.4	16.6	21.5	18.9	2.6	10.4
W3	Wit	34	31-7-07	5.3	11.4	4.1	0.5	1.1	5.7	29.7	1.6	6.1
W4	Wit	55	31-7-07	5.0	18.4	5.9	0.4	0.5	6.8	20.8	2.2	6.8
W5	Wit	64	31-7-07	4.8	22.3	6.0	0.4	0.3	6.7	16.6	2.5	7.5
W6	Wit	41	20-9-04	4.7	63.5	26.5	1.3	3.3	31.0	4.5	5.3	12.8
W7	Wit	28	29-8-05	5.5	16.4	5.7	0.1	0.0	5.8	2.2	2.4	7.2
W8	Wit	Nb	2010	4.6	41.0	11.3	0.2	0.0	11.4	10.1	3.2	7.6
W9	Wit	Nb	2011	4.6	37.1	6.6	0.2	0.1	6.9	4.4	2.2	6.3
W10	Wit	Nb	2011	4.3	25.4	2.4	0.9	12.6	15.9	6.7	2.2	12.3

## VC-OS en energiewaarde

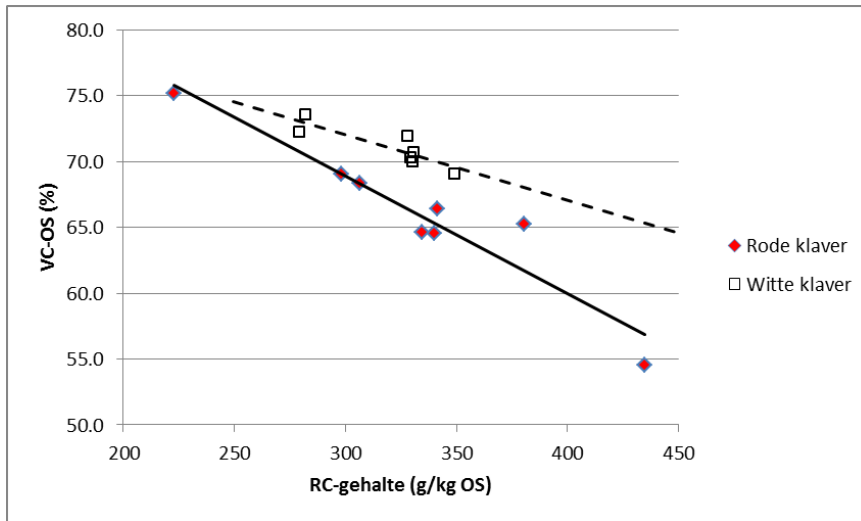
In tabel 3.3 is de fecale verteerbaarheid van de organische stof van de alle gras-klaverkuilen weergegeven. De gemiddelde VC-OS van de gras-witte klaverkuilen van 70,8% was gemiddeld bijna 5,0% absolute eenheden hoger dan gemiddelde de VC-OS van gras-rode klaverkuilen (66%), maar toch nog duidelijk lager dan het landelijk gemiddelde van graskuilen met ruim 76%. Bij zowel de gras-witte klaverkuilen als bij de gras-rode klaverkuilen zat een partij met een erg lage VC-OS van lager dan 55%.

**Tabel 3.3** Fecale verteerbaarheid van de organische stof van de gras-klaverkuilen

Partij	Klaver-soort	Kl. %	Oogst-datum	DS (g/kg)	VC-OS (%)
R1	Rood	92	4-05-07	289	75.2
R2	Rood	47	21-05-07	436	66.4
R3	Rood	63	4-07-07	363	54.5
R4	Rood	67	14-07-07	392	65.2
R5	Rood	96	23-08-07	443	64.5
R6	Rood	58	21-09-07	296	64.6
R7	Rood	65	20-09-04	401	68.3
R8	Rood	80	29-08-05	451	69.1
W1	Wit	31	21-05-07	468	71.9
W2	Wit	50	21-05-07	397	70.7
W3	Wit	34	31-07-07	502	69.0
W4	Wit	55	31-07-07	475	70.3
W5	Wit	64	31-07-07	458	70.0
W6	Wit	41	20-09-04	359	72.2
W7	Wit	28	29-08-05	593	73.5
W8	Wit	Nb	2010	399	79.0
W9	Wit	Nb	2011	489	77.2
W10	Wit	Nb	2011	437	53.7

Op basis van de VC-OS kan de VEM waarde van een gras-klaver silage berekend worden. Echter, de VC-OS percentages tussen silages zijn variabel. Daarom is geprobeerd om de variatie in VC-OS van de onderzochte gras-klaver silages te relateren aan één of meerdere nutriëntgehalten van dezelfde gras-klaver silages. Om het mogelijk versturende effect van RAS gehalte op de relaties tussen VC-OS en nutriëntgehalten te voorkomen werden eerst de nutriëntgehalten in de drogestof omgerekend naar gehalten in de organische stof.

In eerste instantie is gekeken of er bij de voorspelling van de VC-OS van gras-klaverkuilen onderscheid moet worden gemaakt tussen gras-rode en gras-witte klaverkuilen. Het RC-gehalte is normaal gesproken een belangrijke voorspeller van de VC-OS van graskuilen. Daarom is met name gekeken naar de relatie tussen het RC-gehalte en de VC-OS van de gras-klaverkuilen. In figuur 3.1 is de relatie tussen het RC-gehalte en de VC-OS voor gras-rode en gras-witte klaverkuilen apart weergegeven. Hieruit blijkt dat het effect van het RC-gehalte op de VC-OS duidelijk verschillend is tussen gras-rode en gras-witte klaverkuilen. Naarmate het RC-gehalte stijgt daalt de VC-OS van gras-rode klaverkuilen sterker dan van de gras-witte klaverkuilen. Daarom is besloten om voor gras-rode en gras-witte klaverkuilen aparte formules te ontwikkelen.



**Figuur 3.1** Relatie tussen het RC-gehalte in de organische stof en de VC-OS van gras-rode en gras-witte klaverkuilen.

### 3.1.1 Gras-rode klaverkuilen

Voor het vaststellen van een regressiemodel voor de voorspelling van de VC-OS is in eerste instantie gekeken naar de individuele correlaties van de verschillende chemische parameters met de VC-OS. Op basis daarvan is een selectie gemaakt van de chemische parameters die een sterke correlatie ( $R > 0,7$ ) hebben met de VC-OS. In tabel 3.4 zijn de correlaties van deze geselecteerde parameters onderling en met de VC-OS weergegeven.

**Tabel 3.4** Correlatiematrix van de parameters met een sterke correlatie ( $R > 0,7$ ) met VC-OS

	VC-OS	RCos	RVETos	NDFos	ADFos	ADLos
VC-OS	-					
RCos	-0.95	-				
RVETos	0.88	-0.92	-			
NDFos	-0.73	0.85	-0.75	-		
ADFos	-0.96	0.99	-0.92	0.82	-	
ADLos	-0.85	0.78	-0.76	0.47	0.81	-

Bij de correlaties in tabel 3.4 kunnen, mede op basis van de fysiologische kennis over de vertering van de organische stof bij herkauwers, de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- De gehalten aan RC, NDF en ADF mogen niet samen in een voorspellende formule voor VCOS omdat deze parameters sterk met elkaar zijn verstrengeld.
- Het gehalte aan RC heeft in principe de voorkeur boven het ADF-gehalte omdat kleinere laboratoria het RC-gehalte makkelijker kunnen bepalen dan het ADF-gehalte.
- Ondanks dat RC en ADF sterk zijn gecorreleerd met RVET ( $R^2$  -0.9) is het fysiologisch niet te verwachten dat RC of ADF voor wat betreft de vertering interacties zullen geven met RVET. Daarom kunnen deze samen met RVET in een model worden opgenomen.
- In de praktijk hebben gras-klaverkuilen meestal een laag gehalte aan ADL. Daarnaast is de ADL laboratorium analyse niet een zeer nauwkeurige techniek. Er is daarom voor gekozen ADL niet in een model op te nemen.
- Het gehalte aan OK is een berekend gehalte. De analysefouten in de componenten die bij de OK berekening nodig zijn, cumuleren daarmee in de berekende OK fractie. OK is daarom ook niet meegenomen in een model.
- Het NDF-gehalte heeft een sterke correlatie met VCOS. Echter, het NDF-gehalte is sterk gecorreleerd met RC en daarom is besloten om NDF niet mee te nemen in de modelschattingen.

Op basis van de correlatiematrix in Tabel 3.4 en bijbehorend opmerkingen zijn regressieanalyses uitgevoerd met de volgende modellen:

1.  $VC-OS=c + a*RC_{OS}$
2.  $VC-OS=c + a*RVET_{OS}$
3.  $VC-OS=c + a*ADF_{OS}$
4.  $VC-OS=c + a*NDF_{OS}$
5.  $VC-OS=c + a*RC_{OS} + b*RVET_{OS}$
6.  $VC-OS=c + a*ADF_{OS} + b*RVET_{OS}$
7.  $VC-OS=c + a*NDF_{OS} + b*RVET_{OS}$

Waarin c de constante is en a en b de richtingscoëfficiënten zijn van de betreffende parameters.

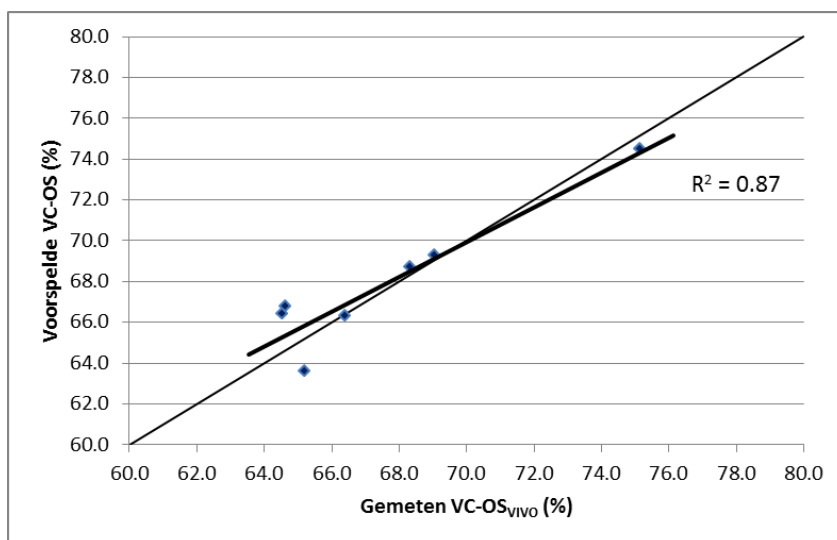
Bij alle modellen bleek de partij met oogstdatum 4-7-2007 dusdanig afwijkend te zijn dat het steeds als uitbijter werd aangewezen. Deze partij is daarom niet meegenomen in de verdere analyses.

In de modellen (5,6 en7) waarin  $RVET_{OS}$  werd toegevoegd aan de parameters  $RC_{OS}$ ,  $ADF_{OS}$  of  $NDF_{OS}$  bleek  $RVET_{OS}$  geen significant effect meer te hebben op  $VC-OS$ . Van de overgebleven modellen bleek model 1 de hoogste  $R^2$  (0.87) te hebben. De formules 2, 3 en 4 hadden een  $R^2$  van resp. 0.67, 0.81 en 0.59.

De formule van model 1 ziet er als volgt uit:

$$VC-OS = 89,827 - 0,069 * RC_{OS}$$

In Figuur 3.2 is de relatie tussen de gemeten  $VC-OS$  en de voorspelde  $VC-OS$  op basis van bovenstaande formule weergegeven.



**Figuur 3.2** Relatie tussen gemeten  $VC-OS_{VIVO}$  en voorspelde  $VC-OS$

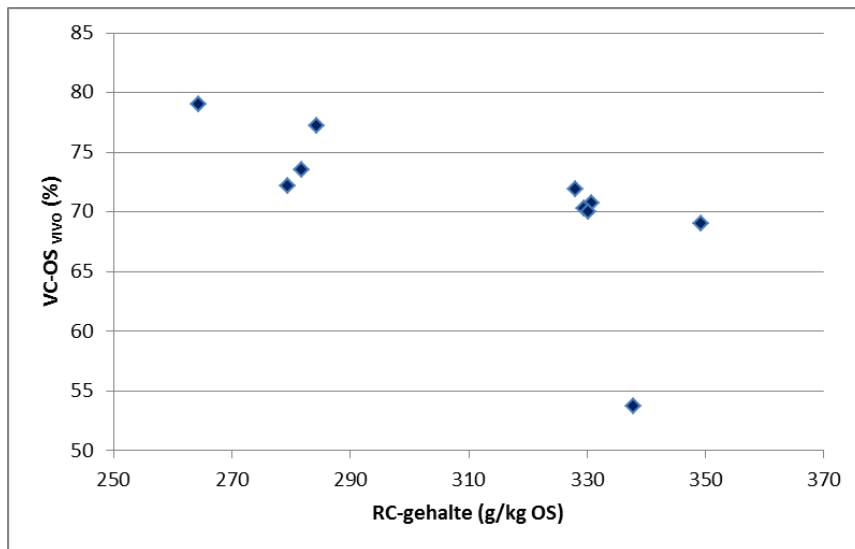
### 3.1.2 Gras-witte klaverkuilen

De gegevens over de samenstelling van de gras-witte klaverkuilen die voor het onderzoek zijn verzameld staan vermeld in de tabellen 3.1 en 3.2. Tabel 3.3 geeft de voor deze kuilen bij hamels gemeten fecale nutriënterverteerbaarheid.

#### Schattingsformule op basis van het RC-gehalte

In Figuur 3.3 is de  $VC-OS$  uitgezet tegen het RC-gehalte (in de OS). Uit deze figuur blijkt dat één waarneming sterk van de relatie tussen  $VC-OS$  en RC afwijkt. Dit is partij W10, één van de drie gras-witte klaverkuilen die later aan het onderzoek is toegevoegd. Het is een kuil met een erg laag eiwitgehalte (100 g/kg DS) en zeer hoge gehalten aan ruw as (248 g/kg DS) en boterzuur 12,6 g/kg DS). Bij de verdere verwerking van de resultaten is deze waarneming daarom buiten beschouwing gelaten.





**Figuur 3.3** Relatie tussen RC-gehalte en VC-OS<sub>vivo</sub>

Van de chemische samenstelling (in de OS) en verteerbaarheidsgegevens is een correlatiematrix berekend. Deze is in Bijlage 1 weergegeven. Uit deze correlatiematrix blijkt dat er een sterke correlatie is tussen de verteerbaarheid van de organische stof (VC-OS) met RVET, RC, NDF, ADF en ADL. Uit deze correlatiematrix blijkt verder dat de sterkste correlatie de correlatie is tussen de VC-OS en RVET. Het verklaren van de VC-OS met RVET als verklarende parameter is echter om de volgende redenen niet zo wenselijk:

- Het is niet zo eenvoudig om deze relatie logisch te verklaren, alhoewel er in de literatuur wel wordt gesuggereerd dat het RVET gehalte van jong gewas hoger is dan van oud gewas (Mir et al., 2006).
- De variatie in het RVET gehalte is beperkt, waardoor de analyse-onnauwkeurigheid een relatief grote invloed heeft op de uitslag.

Verder blijkt uit de correlatiematrix dat het RC-gehalte (een van de meest fysiologische logische parameters om de variatie in VC-OS mee te verklaren) sterk is gecorreleerd met tal van andere chemische parameters. Hoewel een correlatie nog niet per definitie een (fysiologische) verstrengeling m.b.t. de verteerbaarheid behoeft te betekenen, wordt opnemen van andere bruto samenstellingsparameters in een regressiemodel naast het RC-gehalte om statistische redenen het liefst vermeden.

Op basis van bovenstaande argumenten is daarom in eerste instantie alleen de regressieanalyse uitgevoerd met de variabele RC zonder extra co-variabelen die verstrengeld zijn met RC:

$$VC-OS = a \cdot RC_{OS} + c.$$

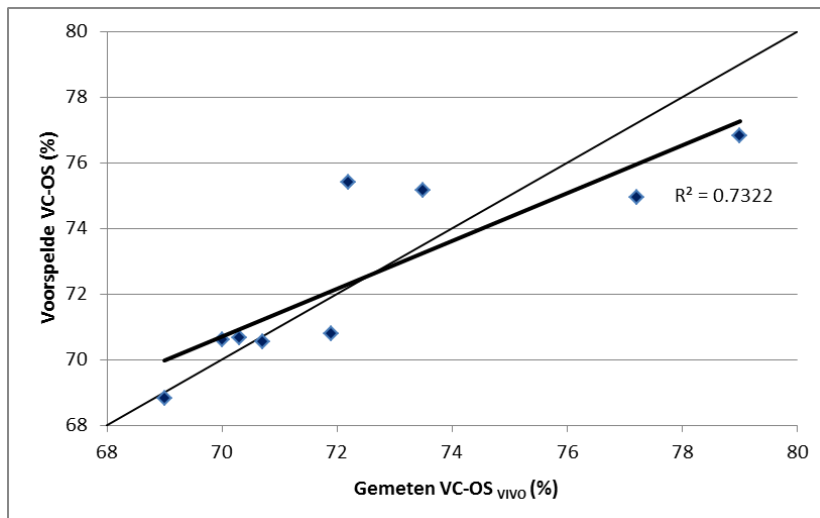
Wanneer naast het RC-gehalte andere parameters die sterk gecorreleerd waren met VC-OS, maar niet sterk gecorreleerd waren met het RC-gehalte, in het model werden opgenomen resulteerde dit in schattingsformules waarin (tenminste) een van de opgenomen verklarende parameters niet significant was.

Daarom is besloten om in eerste instantie de VC-OS te schatten met RC als verklarende variabele:

$$VC-OS = 101,8 - 0,0945 \cdot RC_{OS}.$$

De  $R^2$  van deze regressievergelijking is 0,69 en de standaardfout 1,88. In Figuur 3.4 is de relatie tussen de gemeten VC-OS en de voorspelde VC-OS op basis van bovenstaande formule weergegeven. De dataset met gras-witte klaverkuilen had een minimum en maximum waarde voor het RC-gehalte van respectievelijk 264 en 349 g/kg OS.

Wanneer de minimum en maximum grenzen wat betreft het RC-gehalte worden gesteld op respectievelijk 250 en 350 g/kg OS dan blijkt op basis van een dataset van Eurofins-Agro van 2008 met 246 gras-klaverkuilen (aangenomen wordt dat dit vrijwel alleen gras-witte klaverkuilen zijn) dat 93% van de kuilen binnen deze grenzen valt.



**Figuur 3.4** Relatie tussen gemeten VC-OS<sub>vivo</sub> en voorspelde VC-OS

### Schattingformules op basis van Van Soest parameters

Uit de correlatiematrix in Bijlage 1 blijkt ADF ( $R = -0,81$ ) en in mindere mate ook NDF ( $R = -0,69$ ) en ADF ( $R = -0,57$ ) een sterke correlatie hebben met VC-OS. In de vorige paragraaf zijn NDF en ADF niet opgenomen in het model samen met RC omdat deze een sterke correlatie met elkaar hebben. Daarom zijn regressieanalyses uitgevoerd waarbij NDF en ADF afzonderlijk in een model zijn opgenomen. Verder blijkt uit de correlatiematrix dat ADL niet sterk is gecorreleerd met ADF en NDF. Daarom zijn ook regressieanalyses uitgevoerd waarbij ADL in het model is opgenomen naast ADF en NDF. Uit de verschillende regressieanalyse kwam naar voren dat een model met NDF plus ADL de beste schatting van VC-OS geeft. In formule:

$$VC-OS = 98,4 - 0,0332 \cdot NDF_{OS} - 0,240 \cdot ADL_{OS}.$$

Deze regressievergelijking geeft met een  $R^2$  van 0,88 en een standaardfout van 1,2 een betere schatting van de VC-OS dan de regressievergelijking met  $RC_{OS}$ .

De dataset met gras-witte klaverkuilen had een minimum en maximum waarde voor het NDF-gehalte van 361 resp. 607 g/kg OS en voor het ADL-gehalte van 25 resp. 52 g/kg OS. Van de dataset van 246 bij Eurofins-Agro in 2008 ter analyse aangeboden gras-klaverkuilen viel het NDF-gehalte van 6,9% van de kuilen buiten het NDF bereik van de dataset in dit onderzoek (allemaal een NDF-gehalte van > 607 g/kg OS). Voor ADL lag dit percentage een stuk hoger, nl. 38,6%. Hiervan had 26,4% een ADL-gehalte dat onder de minimum waarde van de dataset in dit onderzoek lag en 12,2% had een hoger gehalte dan de maximum waarde.

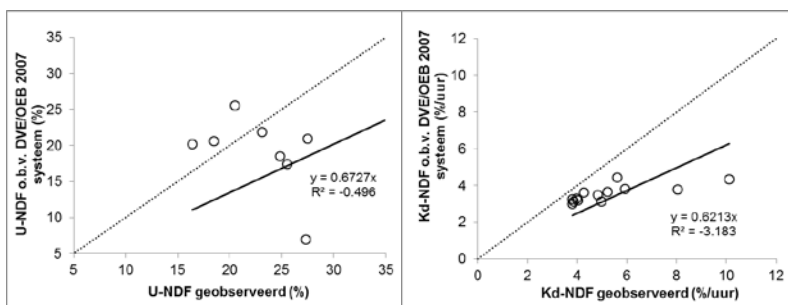
## 3.2 Afbraakarakteristieken van RE, NDF en RNSP en eiwitwaarde

De eiwitwaarde van een voedermiddel voor herkauwers wordt uitgedrukt als darm verteerbaar eiwit (DVE) en bestaat uit de componenten darmverteerbaar bestendig eiwit (DVBE), darmverteerbaar microbieel eiwit (DVME) en darm verteerbaar metabool fecaal eiwit (DVMFE):  $DVE = DVBE + DVME - DVMFE$  (zie voor een uitgebreidere omschrijving van het CVB systeem de inleiding van de CVB Veevoedertabel 2016).

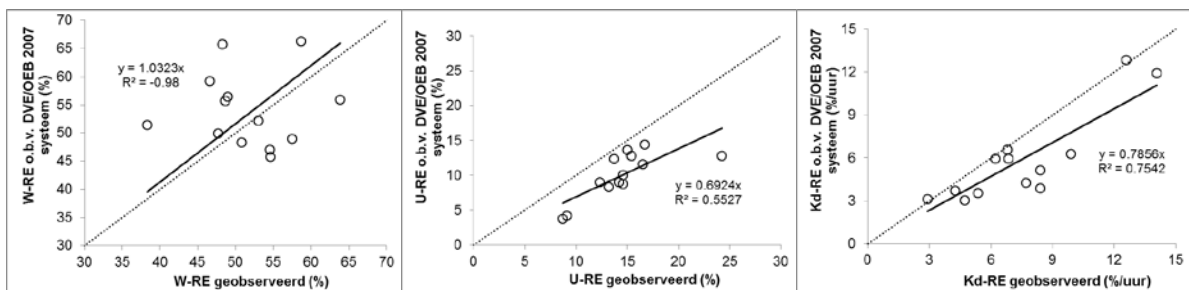
Het DVBE is de hoeveelheid voereiwit dat niet wordt afgebroken in de pens (uitgedrukt als bestendig ruw eiwit: BRE) en doorstroomt naar de dunne darm en daar verteerd kan worden. Voor het berekenen van de hoeveelheid DVBE zijn gegevens nodig over afbraakarakteristieken van RE in de

pens (de uitwasbare fractie (W), de oplosbare fractie (S), de onverteerbare fractie (U) en de potentieel verteerbare fractie (D) en de afbraaksnelheid (Kd) van de D fractie). Daarnaast is het nodig om de verteerbaarheid van de BRE fractie in de dunne darm te bepalen om te berekenen welk aandeel van de BRE verteerd kan worden in de dunne darm ( $DVBE = BRE * \%VC-BRE / 100$ ). Voor de bepaling van het aandeel DVME is het nodig om te kunnen inschatten welk aandeel van de NDF, RE en RNSP verteerd wordt in de pens en daarvoor is het nodig om de afbraakkenmerken van RE, NDF en RNSP in de pens te bepalen.

In het huidige DVE/OEB 2007 systeem zijn voor graskuilen regressievergelijkingen afgeleid om afbraakkenmerken van RE en NDF te voorspellen. Het zou mooi zijn wanneer de rekenregels in het huidige DVE/OEB 2007 systeem voor het voorspellen van afbraakkenmerken van RE en NDF van grassilages ook in staat zouden zijn om de afbraakkenmerken van gras-klaverkuilen (geschat in deze studie) te kunnen voorspellen. In Figuren 3.5 en 3.6 zijn de relaties tussen de afbraakkenmerken van NDF en RE voorspeld door de rekenregels uit het DVE/OEB 2007 systeem voor grassilages en de in deze studie geobserveerde afbraakkenmerken van NDF en RE van gras-klaversilages tegen elkaar uitgezet. Uit Figuren 3.5 en 3.6 blijkt dat de huidige rekenregels de gemeten afbraakkenmerken van U-NDF, Kd-NDF, U-RE en Kd-RE in graskuilen niet goed kunnen inschatten. Dit geeft aan dat het nodig is om aparte rekenregels voor gras-klaverkuilen op te stellen.



**Figuur 3.5** Relatie tussen U-NDF en Kd-NDF voorspeld met de rekenregels voor grassilages uit het DVE/OEB 2007 systeem en U-NDF en Kd-NDF geobserveerd.



**Figuur 3.6** Relatie tussen resp. W-RE, U-RE en Kd-RE voorspeld met de rekenregels voor grassilages uit het DVE/OEB 2007 systeem en W-RE, U-RE en Kd-RE geobserveerd.

### 3.2.1 In situ afbraakkenmerken NDF, RE en RNSP schatten

Voor het schatten van de afbraakkenmerken van NDF, RE en RNSP zijn de resultaten van 13 van de totaal 18 kuilen waarvan de verschillende kenmerken in de tabellen 3.1 t/m 3.3 zijn weergegeven meegenomen.

De afbraakdata van RE, NDF en RNSP van de gras-klaverkuilen, bepaald zoals beschreven in paragraaf 2.2.3 zijn weergegeven in Bijlage 2. Op basis van deze gegevens zijn de afbraakkenmerken van NDF, RE en RNSP geschat.

#### **NDF**

Om de in situ afbraakkenmerken van NDF in de pens te schatten werd onderstaand Model 1 (uitgaande van W-NDF = 0 en U-NDF geschat door het model en rekening houdend met een lagtijd) gebruikt.

Model 1:

$NDF\text{-residu (\%)} = 100$ ; als (incubatietijd (uur) > lagtijd (uur)) dan  $NDF\text{-residue (\%)} = U - NDF_{\text{geschat}} (\%) + (100 - U - NDF_{\text{geschat}} (\%)) \times \exp(-Kd \cdot NDF / \text{uur} \times (\text{incubatietijd (uur)} - \text{lagtijd (uur)}))$ .

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.5.

### RE

Om in situ afbraakmerken van RE in de pens te schatten werd onderstaand Model 2 (waarbij W-RE door het model wordt geschat en U-RE is gefixeerd) gebruikt:

Model 2:

$RE\text{-residu (\%)} = U\text{-RE}_{\text{gefixeerd}} (\%) + D\text{-RE}_{\text{geschat}} (\%) \times \exp(-Kd \cdot RE / \text{uur} \times \text{incubatietijd (uur)})$ .

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3.5.

Naast de gegevens over afbraakmerken van RE zijn voor het berekenen van %DVBE gegevens nodig over de hoeveelheid RE uit het voer dat aan het einde van het colon nog niet is verteerd. In tabel 3.6 zijn van 7 gras-klaverkuilen (4 witte en 3 rode) de pensverteerbaarheid, de darmverteerbaarheid en de gemeten schijnbaar onverteerde hoeveelheid RE aan het einde van de colon ( $RE_{\text{onverteerd}}$ ) weergegeven.

### RNSP

Op basis van de RNSP residuen zijn de afbraakmerken van RNSP geschat met hetzelfde model als waarmee RE is geschat, namelijk Model 2 waarbij U-RNSP is gefixeerd (= U-RNSP% na 336 uur incuberen) in het model en waarbij de D-RNSP fractie is geschat en W-RNSP is uitgerekend als  $100 - U\text{-RNSP} - D\text{-RNSP}$ . De resultaten van de geschatte afbraak-karakteristieken van RNSP zijn weergegeven in Tabel 3.7.

**Tabel 3.5** Resultaten afbraak-karakteristieken NDF (o.b.v. Model 1) en RE (o.b.v. Model 2)

Partij	Klaver-soort	KI (%)	Oogst-datum	DS (g/kg)	NDF			RE		
					$U_{\text{geschat}}$ (%)	Lagtijd (uur)	Kd (/uur)	$W_{\text{geschat}}$ (%)	$D_{\text{geschat}}$ (%)	Kd (/uur)
R1	Rood	92	4-5-07	289	27.3	0.0	0.056	58.6	32.7	0.126
R2	Rood	47	21-5-07	436	20.5	1.4	0.038	53.0	30.3	0.047
R3	Rood	63	4-7-07	363	51.2	0.0	0.039	46.6	29.2	0.084
R4	Rood	67	14-7-07	392	36.5	0.0	0.040	48.9	34.6	0.077
R5	Rood	96	23-8-07	443	40.5	0.0	0.059	38.3	47.1	0.099
R6	Rood	58	21-9-07	296	27.5	0.5	0.043	48.2	37.6	0.062
W1	Wit	31	21-5-07	468	18.5	5.2	0.050	57.5	27.5	0.029
W2	Wit	50	21-5-07	397	16.4	0.9	0.038	63.9	22.4	0.043
W3	Wit	34	31-7-07	502	23.1	0.0	0.040	54.6	30.0	0.054
W4	Wit	55	31-7-07	475	24.9	0.9	0.048	50.8	34.6	0.084
W5	Wit	64	31-7-07	458	25.5	1.8	0.052	47.7	40.0	0.069
W8	Wit	Nb	2010	399	21.7	4.0	0.101	48.7	42.2	0.141
W9	Wit	Nb	2011	489	20.7	3.9	0.081	54.5	32.3	0.068

**Tabel 3.6** Percentage onverteerd RE na 16 uur incuberen in de pens (Residu), het percentage pensbestendig RE dat verteerd kan worden in het darmkanaal (DVBE) en het aandeel schijnbaar onverteerd RE aan eind van het colon (REonverteerd).

Partij	Klaver-soort	KI (%)	Oogst-datum	RE (g/kg DS)	Residu (%)	DVBE (%)	RE <sub>onverteerd</sub> (g/kg DS)
R1	Rood	92	4-5-07	210	83.2	80.5	6.9
R4	Rood	67	14-7-07	163	72.2	66.4	15.2
R5	Rood	96	23-8-07	158	74.9	71.9	11.2
W1	Wit	31	21-5-07	122	68.3	71.2	11.2
W3	Wit	34	31-7-07	138	67.7	74.0	11.6
W8	Wit	Nb	2010	214	81.2	77.5	9.1
W9	Wit	Nb	2011	184	72.9	72.8	13.6

**Tabel 3.7** Resultaten RNSP (model 2) afbraakarakteristieken

Partij	Klaver-soort	KI (%)	Oogst-datum	DS (g/kg)	U <sub>336 uur</sub> (%)	W (%)	D <sub>geschat</sub> (%)	Kd (/uur)
R1	Rood	92	4-5-07	289	6.3	33.3	60.4	0.122
R2	Rood	47	21-5-07	436	12.7	50.7	36.6	0.059
R3	Rood	63	4-7-07	363	5.7	26.5	67.8	0.059
R4	Rood	67	14-7-07	392	6.7	30.5	62.8	0.087
R5	Rood	96	23-8-07	443	11.8	40.7	47.5	0.059
R6	Rood	58	21-9-07	296	10.2	40.8	49.0	0.050
W1	Wit	31	21-5-07	468	18.7	45.3	36.0	0.032
W2	Wit	50	21-5-07	397	17.7	45.6	36.7	0.067
W3	Wit	34	31-7-07	502	8.7	45.3	46.0	0.045
W4	Wit	55	31-7-07	475	10.1	42.2	47.7	0.070
W5	Wit	64	31-7-07	458	10.0	40.0	50.0	0.074
W8	Wit	Nb	2010	399	9.1	51.5	39.4	0.090
W9	Wit	Nb	2011	489	11.6	38.8	49.6	0.098

### 3.2.2 Afleiden van schattingsformules om afbraakarakteristieken van RE, NDF en RNSP in de pens en de hoeveelheid onverteerd RE aan het einde van het colon te voorspellen

Het afleiden van deze regressievergelijkingen is in eerste instantie gedaan op de gecombineerde dataset van gras-rode en gras-witte klaverkuilen. In tweede instantie is gekeken of er onderscheid gemaakt dient te worden tussen gras-rode en gras-witte klaverkuilen.

In Tabel 3.8 is een correlatiematrix weergegeven met daarin de correlaties tussen enerzijds de nutriëntwaarden en anderzijds de afbraakarakteristieken van RE, RNSP en NDF en de hoeveelheid onverteerd RE aan het einde van het colon van gras-rode en gras-witte klaverkuilen. De correlaties met de afbraakarakteristieken van RE, NDF en RNSP zijn gebaseerd op 13 gras-klaverkuilen (6 rode en 7 witte, zie Tabel 3.5 en 3.7) en de correlaties met de hoeveelheid onverteerd RE aan het einde van het colon zijn gebaseerd op 7 gras-klaverkuilen (3 rode en 4 witte, zie Tabel 3.6)

**Tabel 3.8** Correlaties tussen enerzijds de nutriëntwaarden en anderzijds de afbraakkenmerken van RE, NDF en RNSP<sup>1)</sup> en de hoeveelheid onverteerd RE aan het einde van het colon<sup>2)</sup> van rode en witte gras-klaverkuilen. Correlaties > 0.60 zijn vetgedrukt weergegeven

	DS	RC	RE <sub>in</sub>	RVET	SUI	NDF	ADF	ADL
Kd-NDF	0.11	- <b>0.63</b>	<b>0.66</b>	<b>0.73</b>	0.30	- <b>0.71</b>	- <b>0.67</b>	- 0.38
U-NDF	- 0.31	<b>0.61</b>	0.08	<b>-0.69</b>	<b>-0.73</b>	0.07	<b>0.63</b>	<b>0.96</b>
Kd-RNSP	- 0.39	- 0.58	<b>0.62</b>	0.44	0.00	- <b>0.72</b>	- 0.54	- 0.20
U-RNSP	0.37	- 0.08	- 0.51	0.19	0.54	0.38	- 0.08	- 0.49
W-RNSP	0.36	- 0.31	- 0.17	0.41	<b>0.60</b>	0.00	- 0.38	- 0.58
Kd-RE	- 0.39	- 0.45	- <b>0.78</b>	0.31	-0.12	- <b>0.85</b>	- 0.43	- 0.14
W-RE <sub>geschat</sub>	- 0.02	- 0.36	- 0.25	0.52	0.46	0.10	- 0.30	- <b>0.63</b>
W-RE <sub>wasm*</sub>	- 0.01	- 0.35	- 0.23	<b>0.52</b>	0.42	0.12	- 0.30	- <b>0.64</b>
U-RE <sub>336uur</sub>	0.09	<b>0.93</b>	- 0.58	<b>-0.77</b>	-0.52	<b>0.77</b>	<b>0.96</b>	<b>0.75</b>
Sch. Onv. RE	0.57	<b>0.79</b>	- 0.41	-0.48	<b>-0.68</b>	<b>0.75</b>	<b>0.76</b>	0.37

<sup>1)</sup> Gebaseerd op 13 gras-klaverkuilen (6 rode en 7 witte, tabel 3.5 en 3.7)

<sup>2)</sup> Gebaseerd op 7 gras-klaverkuilen (3 rode en 4 witte, zie tabel 3.6)

Uit de matrix gepresenteerd in Tabel 3.8 valt op dat DS nauwelijks gerelateerd is met afbraakkenmerken van RE en NDF terwijl in het huidige DVE/OEB 2007 systeem DS gebruikt wordt in de formule voor het schatten van W-RE van graskuilen. Verder lijken RC, RE<sub>in</sub>, RVET, NDF, ADF en ADL geschikte kandidaten om afbraakkenmerken van RE en NDF te voorspellen. Een mogelijke fysiologische verklaring voor de hoge correlatie tussen RVET en afbraakkenmerken van NDF (en voor het feit dat RC en RVET een hoge onderlinge correlatie van -0.86 hebben) is het feit dat jonge planten in het algemeen een hoger RVET gehalte hebben (hoog aandeel blad t.o.v. de totale plant) dan oudere planten (Mir et al., 2006) en dat celwanden van jongen planten makkelijker afbreekbaar zijn dan van oudere planten.

Op basis van de verschillende nutriëntwaarden met hoge correlaties (> 0.60), weergegeven in Tabel 3.8 zijn enkele regressievergelijkingen afgeleid voor het voorspellen van de afbraakkenmerken van NDF en RE en van de hoeveelheid onverteerd RE aan het einde van het colon. De regressievergelijkingen voor het voorspellen van de afbraakkenmerken van NDF en RE zijn weergegeven in Tabel 3.9 en 3.10 en de regressievergelijkingen voor het voorspellen van de hoeveelheid onverteerde RE aan het einde van het colon zijn weergegeven in tabel 3.11. Er zijn geen regressievergelijkingen voor afbraakkenmerken van RNSP weergegeven omdat:

1. de correlaties tussen RNSP in OS in uitgangsmateriaal en de afbraakkenmerken W-RNSP, D-RNSP en U-RNSP laag waren (< 0.42 en > -0.42) en
2. het lastig is om fysiologische verklaringen te geven voor de in Tabel 3.8 weergegeven hoge (> 0.60 of < -0.60) correlaties tussen nutriëntgehalten van gras-klaverkuilen en afbraakkenmerken van RNSP.

**Tabel 3.9** Regressievergelijkingen voor het voorspellen van de afbraakarakteristieken van NDF

	Intercept	RC (g/kg OS)	RE <sub>in</sub> (g/kg OS)	RVET (g/kg OS)	NDF (g/kg OS)	ADL (g/kg OS)	R <sup>2</sup>	%VC
Kd- NDF (/uur)	0.130				-0.000149		0.5	26.4
	±0.0236				±0.00004		0	
			0.000356		46		0.4	28.1
			±0.00012				4	
	-0.0145						0.4	29.1
	±0.0233						0	
	9							
	0.128	-0.000230					0.4	29.1
	±0.0284	±0.000085					0	
		6						
	0.0526						0.0	35.8
	±0.0052						0	
	3							
U-NDF (%)	22.6	-0.0599				0.505	0.9	7.94
	±4.80	±0.01849				±0.0408	6	
	7.76					0.405	0.9	10.8
	±1.934					±0.0364	2	
	27.8		0.158	-0.930			0.7	21.2
	±9.20		±0.0549	±0.1865			2	
-9.9	0.113					0.3	30.6	
±15.48	±0.0466					5		
27.2						0.0	36.3	
±2.74						0		

**Tabel 3.10** Regressievergelijkingen voor het voorspellen van de afbraakarakteristieken van RE

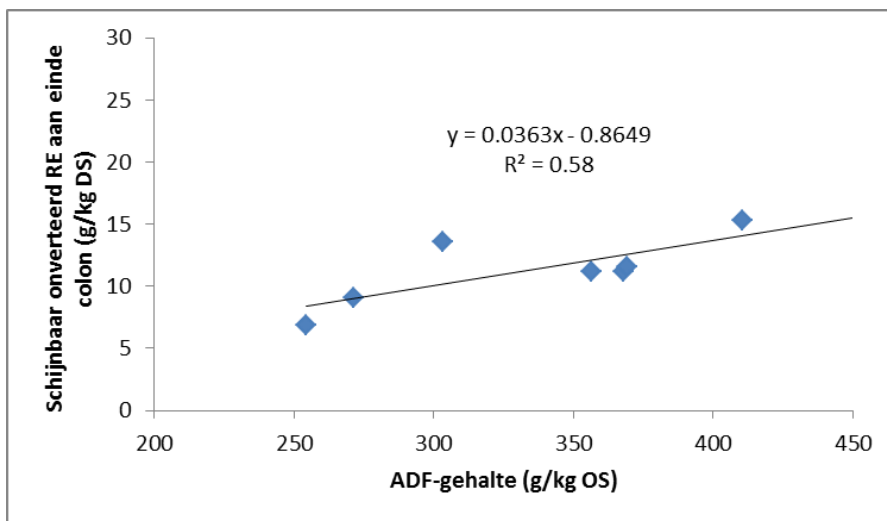
	Intercept	RC (g/kg OS)	RE <sub>in</sub> (g/kg OS)	NDF (g/kg OS)	ADF (g/kg OS)	ADL (g/kg OS)	R <sup>2</sup>	%VC
Kd-RE (/uur)	0.200			-0.000498	0.000385		0.9	14.9
	±0.0208			±0.00005	±0.00009		0	
				98	43			
	0.234			-0.000304			0.7	23.2
	±0.0297			±0.00005			3	
			0.000716				0.6	27.6
	-0.0595		±0.00017				1	
	±0.0330		24					
	2							
	0.0756						0.0	42.4
	±0.0088						0	
	9							
W-RE (%)	60.1					-0.175	0.4	10.0
	±3.41					±0.0641	0	7
	51.7						0.0	12.5
	±1.79						0	
U-RE (%)	-8.0				0.0638		0.9	8.1
	±2.10				±0.00590		1	
	-8.0	0.0685					0.8	10.2
	±2.74	±0.00824					6	

Uit de relaties tussen nutriëntwaarden en afbraakarakteristieken van NDF en RE (Tabellen 3.9 en 3.10) blijkt dat U-NDF en U-RE met grote precisie te schatten zijn. Aan de andere kant kan slechts weinig variatie van W-RE<sub>geschat</sub> verklaard worden, waarschijnlijk door de lage variatie aanwezig in het percentage W-RE<sub>geschat</sub> (%VC = 12.5). Uit de modelvergelijkingen blijkt verder dat de individuele factoren NDF, ADF en ADL beter geschikt zijn om variatie in afbraakarakteristieken van RE en NDF te verklaren dan RC.

**Tabel 3.11** Regressievergelijkingen voor het voorspellen van de hoeveelheid onverteerd RE aan het eind van het colon

Intercept	RC (g/kg OS)	ADF (g/kg OS)	R <sup>2</sup>	%VC
-0.96 ±4.305	-0.0394 ±0.01371		0.62	16.4
		0.0363 ±0.01367	0.58	17.2
11.2 ±1.12			0.00	26.3

Uit Tabel 3.11 blijkt dat er een sterke relatie bestaat tussen het gehalte aan RC of ADF en de hoeveelheid schijnbaar onverteerd RE aan het eind van het colon. Deze relatie tussen RC of ADF en schijnbaar onverteerd RE aan het eind van het colon is fysiologisch goed te verklaren. In figuur 3.3 is de relatie tussen het gehalte aan ADF en de hoeveelheid schijnbaar onverteerd RE aan het eind van het colon in een grafiek weergegeven.



**Figuur 3.3** Relatie tussen ADF-gehalte en de hoeveelheid schijnbaar onverteerd RE aan het eind van het colon

### 3.2.3 Verschillen tussen gras-rote en gras-witte klaverkuilen

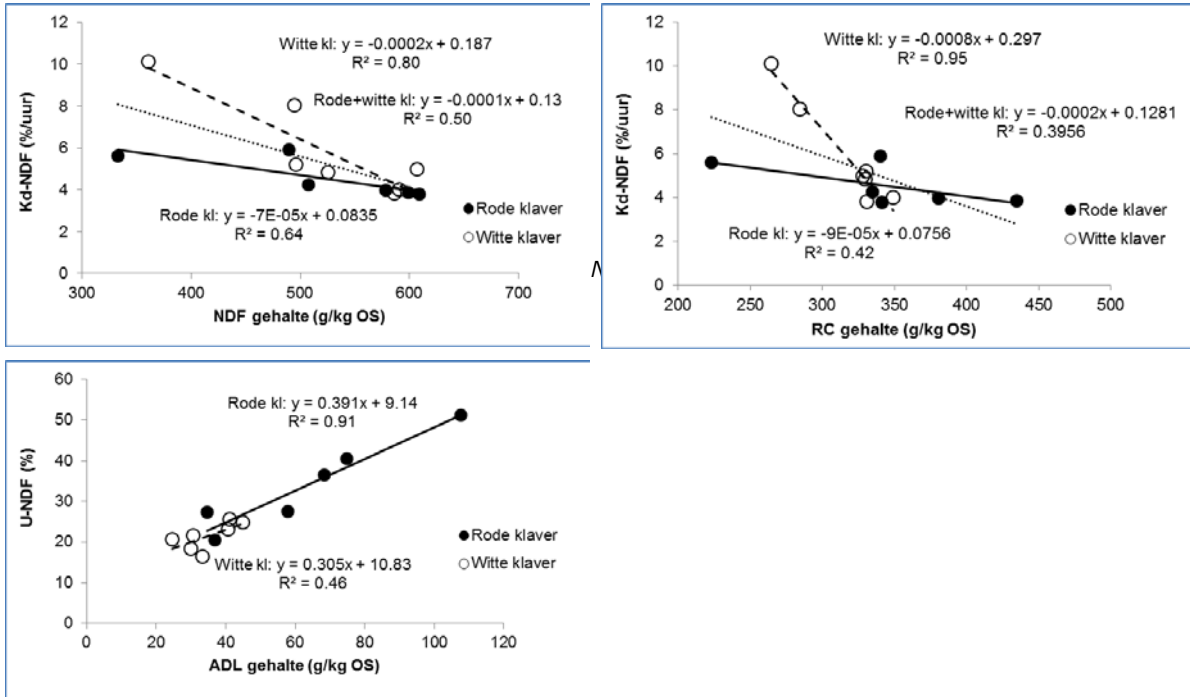
Bij het afleiden van schattingsformules om afbraakcharacteristieken van RE en NDF in de pens te voorspellen is geen onderscheid gemaakt tussen gras-rote en gras-witte klaverkuilen. Het is echter mogelijk dat er verschillen zijn tussen rode en witte klaver. Om een eerste indruk te krijgen van de verschillen tussen de kuilen met beide klaversoorten zijn in Tabel 3.12 de gemiddelde nutriëntgehalten en afbraakcharacteristieken van RE en NDF apart weergegeven voor de gras-rote en gras-witte klaverkuilen.



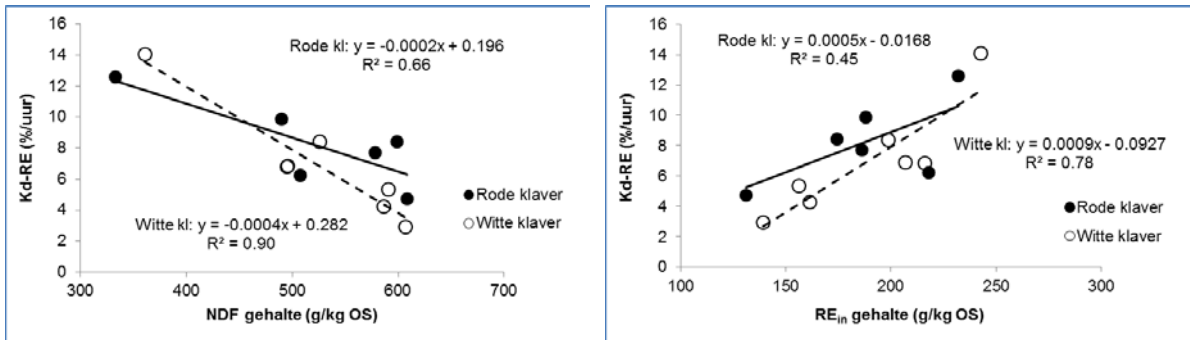
**Tabel 3.12** Gemiddelde klaveraandelen, nutriëntenwaarden en afbraakarakteristieken van NDF en RE van gras-rode en gras-witte klaverkuilen

Nutriënten en afbraak-karakterieken	Rode klaver		Witte klaver		Verskil witte en rode klaver (%)
	Gemiddeld	St. dev.	Gemiddeld	St. dev.	
Klaveraandeel (%)	58	24.5	62	18.8	6
Nutriëntenwaarden (g/kg OS, tenzij anders vermeld)					
DS (g/kg)	370	66.7	456	41.8	23
RC	342	69.8	317	30.3	7
RE <sub>in</sub>	188	35.4	189	37.4	0
RVET	27	9.5	37	9.1	36
Suiker	36	25.8	66	13.2	85
NDF	519	103.5	523	85.0	1
ADF	372	73.6	335	35.6	10
ADL	63	27.1	35	7.4	45
Afbraakarakteristieken van NDF en RE					
Kd-NDF (/uur)	0.046	0.009	0.059	0.023	28
Lag-NDF (uur)	0.3	0.58	2.4	1.98	648
U-NDF (%)	34	11.1	22	3.3	36
D-RE (%)	35	6.5	33	6.9	7
Kd-RE (/uur)	0.083	0.0278	0.070	0.0363	16
W-RE <sub>geschat</sub> (%)	49	6.8	54	5.6	10
W-RE <sub>wasmachine</sub> (%)	50	6.7	55	5.7	10
U-RE <sub>336uur</sub> (%)	16	5.0	13	2.2	16
RE <sub>onverteerd</sub>	10	2.6	12	2.7	24

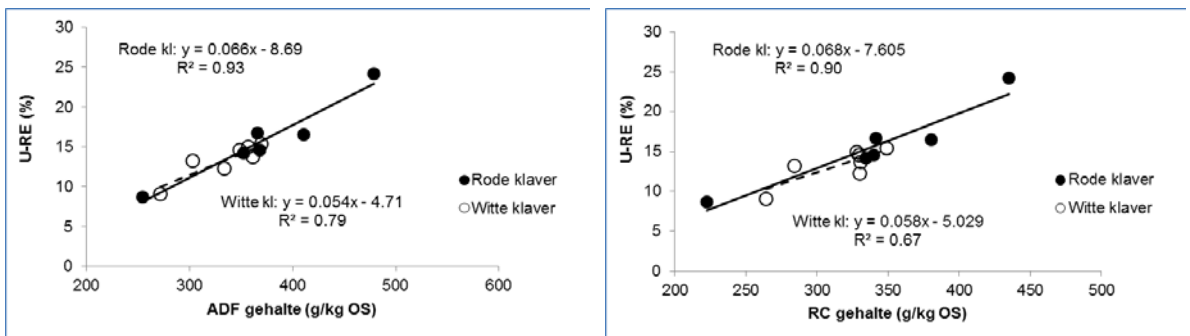
Wat in Tabel 3.12 opvalt zijn de grote verschillen in gehalten aan suiker en ADL tussen gras-witte en gras-rode klaverkuilen en de hogere U-NDF waarden voor gras-rode klaverkuilen. Om te checken of de relaties tussen nutriëntwaarden en afbraakarakteristieken van RE en NDF zoals weergegeven in de Tabellen 3.9 en 3.10 vergelijkbaar zijn voor gras-rode en gras-witte klaverkuilen zijn de correlaties tussen de nutriëntwaarden en de afbraakarakteristieken van NDF en RE apart berekend voor gras-rode en gras-witte klaverkuilen. De beide correlatiematrixen zijn weergegeven in Bijlage 3. Voor de relaties waarbij zowel voor de gras-witte klaverkuilen als voor de gras-rode klaverkuilen een correlatie werd gevonden hoger dan 0.60 of lager dan -0.60 zijn vervolgens voor de beide kuiltypen apart een aantal enkelvoudige regressierelaties tussen nutriëntwaarden en afbraakarakteristieken van RE en NDF berekend. De resultaten zijn weergegeven in de figuren 3.4 t/m 3.7.



**Figuur 3.5** Relatie tussen ADL-gehalte en U-NDF van gras-rode en gras-witte klaverkuilen



**Figuur 3.6** Relaties tussen enerzijds gehalten aan NDF en RE<sub>in</sub> en anderzijds kd-NDF van gras-rode en gras-witte klaverkuilen



**Figuur 3.7** Relaties tussen enerzijds gehalten aan ADF en RC en anderzijds U-RE van gras-rode en gras-witte klaverkuilen

Uit Figuren 3.4 t/m 3.7 valt op te maken dat voor de meeste afbraakcharacteristieken van RE en NDF de waarden van gras-rode en gras-witte klaverkuilen redelijk op één lijn liggen en laat zien dat de regressierelaties weergegeven in Tabellen 3.9 en 3.10, gebaseerd op de combinatie van gras-rode en gras-witte klaverkuilen gegevens, goed gebruikt kunnen worden voor zowel gras-rode als gras-witte klaverkuilen. In de CVB tabel hoeft daarom geen onderscheid tussen gras-rode en gras-witte klaverkuilen gemaakt te worden voor wat betreft de schattingsformules voor afbraakcharacteristieken van NDF en RE.

Echter, voor Kd-NDF is er een duidelijk verschil tussen gras-rode en gras-witte klaverkuilen (Figuur 3.4). Het lijkt erop dat er bij de gras-witte klaverkuilen twee kuilen zijn met opvallend hoge Kd-NDF waarden. Deze twee kuilen zijn op een later moment dan de overige gras-klaverkuilen onderzocht en de verschillen kunnen daarom mogelijk ook aan een serie- of tijdseffect toegeschreven worden. Wanneer deze twee kuilen weggelaten worden kan Kd-NDF (voor zowel gras-rode als gras-witte klaverkuilen) geschat worden met de vergelijking weergegeven in Tabel 3.13 waarbij opgemerkt wordt dat enkel NDF een significante correlatie had met Kd-NDF.

**Tabel 3.13** Regressievergelijkingen voor het voorspellen van Kd-NDF (/uur) gebaseerd op de dataset waarbij twee gras-witte klaverkuilen met afwijkende Kd-NDF waarden zijn verwijderd

	Intercept	NDF (g/kg OS)	R <sup>2</sup>	%VC	RMSE
Kd-NDF	0.023	-0.000068	0.52	12.29	0.00561
	±0.01175	±0.0000216			
	0.0457		0.00	19.90	0.00772
	±0.00233				

# 4 Conclusies en aanbevelingen

## 4.1 Schatting van de VC-OS en VOS

Het RC-gehalte is een belangrijke voorspeller van de VC-OS. Gebleken is dat de relatie tussen het RC-gehalte en de VC-OS duidelijk verschillend is bij gras-rode en gras-witte klaverkuilen. Geconcludeerd is daarom om voor gras-rode en gras-witte klaverkuilen aparte formules te ontwikkelen voor het voorspellen van de VC-OS en voor het berekenen van de VEM waarde.

### 4.1.1 Gras-rode klaverkuilen

Voor berekening van de VC-OS van gras-rode klaverkuilen wordt de volgende formule voorgesteld:

- $VC\text{-}OS (\%) = 89,827 - 0,069 * RC_{OS} (\text{g/kg OS})$

Voor berekening in de praktijk wordt, uitgaande van deze formule, rechtstreeks het VOS gehalte in de DS berekend. Daartoe is bovenstaande formule als volgt 'omgeschreven':

- $VOS_{OS} = 1000 * (89,827 - 0,069 * RC_{OS}) / 100 = 898,27 - 0,69 * RC * OS$ , ofwel:
- **$VOS_{DS} = 898 - 0,898 * RAS_{DS} (\text{g/kg DS}) - 0,69 * RC_{DS} (\text{g/kg DS})$**

Bij de toepassing van deze schattingsformule dienen de volgende kanttekeningen te worden gemaakt:

- *Wat betreft het klaveraandeel*  
Het aandeel rode klaver in de dataset waarop bovenstaande formule is afgeleid varieerde van 47 – 96%. Het is niet duidelijk hoe goed deze formule het VOS gehalte voorspelt bij een lager klaveraandeel. Verwacht mag worden dat, naarmate het klaveraandeel lager ligt, bij een laag percentage waarschijnlijk (omdat veel graslanden wel wat klaver bevatten) de voorspellende formule van graskuil in principe beter zal voldoen dan die voor gras-rode klaverkuil. De gras-rode klaverkuil met het hoogste klaveraandeel bestond vrijwel geheel uit rode klaver; het lijkt daarom niet bezwaarlijk de formules ook te gebruiken voor de VOS-schatting van zuiver rode klaverkuilen. Aanbevolen wordt om de schattingsformule toe te passen voor gras-rode klaverkuilen met een aandeel rode klaver van 47 – 100%.
- *Wat betreft het RC-gehalte*  
De dataset voor de gras-rode klaverkuilen had de volgende minimum en maximum waarden voor RC (gehalten in g/kg DS):

	<u>Minimum RC-gehalte</u>	<u>Maximum RC-gehalte</u>
Gras-rode klaverkuil	202	332*

\* Een afwijkende partij met 390 g RC/kg DS is niet meegenomen bij de afleiding van de formule

Aanbevolen wordt om de VOS-schattingsformule voor gras-rode klaverkuil bij  $200 \leq RC (\text{g/kg DS}) \leq 335$ .

### 4.1.2 Gras-witte klaverkuilen

In paragraaf 3.2.2.1 is een formule verkregen voor het schatten van de VC-OS met behulp van RC als verklarende variabele. In paragraaf 3.2.2.2 is een formule verkregen met Van Soest parameters als verklarende variabelen.

Bij de afweging om een schattingsformule op basis van NDF en ADL als verklarende variabelen toe te passen zijn de volgende aspecten van belang:

- Een dergelijke schattingsformule is alleen geschikt voor laboratoria die ervaring hebben in het routinematig analyseren van deze parameters;
- Van de praktijkdataset van 246 bij Eurofins-Agro in 2008 ter analyse aangeboden gras-klaverkuilen viel het NDF-gehalte van 6,9% van de kuilen buiten het NDF bereik van de dataset in dit onderzoek. Voor ADL lag dit percentage een stuk hoger, nl. 38,6%.

---

Wat betreft het RC-gehalte lag 7% van de kuilen uit de praktijkdataset van Eurofins-Agro buiten het bereik van de dataset in dit onderzoek.

- Wat betreft ADL (en wellicht ook andere Van Soest parameters) verdient het aanbeveling om de in vivo onderzochte monsters ook door andere laboratoria hierop te laten analyseren om na te gaan hoe groot de variatie tussen deze laboratoria en het laboratorium van het ILVO.

Op basis van bovenstaande aspecten is het niet logisch om voor de praktijk te kiezen voor een formule waar de VC-OS wordt geschat aan de hand van een of meer Van Soest parameters, ook al geeft de regressieanalyse met NDF en ADL als verklarende variabelen duidelijk het beste resultaat.

Dat betekent dat voor het schatten van de VC-OS van gras-witte klaverkuilen in de praktijk de schattingsformule met (alleen) RC als verklarende variabele wordt aanbevolen:

- $VCOS(\%) = 101,8 - 0,0945 \cdot RC_{OS}$  (g/kg OS).

Voor berekening in de praktijk wordt, uitgaande van deze formule, rechtstreeks het VOS gehalte in de DS berekend. Daartoe is bovenstaande formule als volgt 'omgeschreven':

- $VOS_{OS} = 1000 \cdot (101,8 - 0,0945 \cdot RC_{OS}) / 100 = 1018 - 0,945 \cdot RC \cdot OS$ , ofwel:
- **$VOS_{DS}$  (g/kg DS) = 1018 - 1,018 \* RAS<sub>DS</sub> (g/kg DS) - 0,945 \* RC<sub>DS</sub> (g/kg DS)**

## 4.2 Schatting van afbraakcharacteristieken van RE, NDF en RNSP en schijnbaar onverteerd RE aan het einde van het colon

De huidige DVE/OEB 2007 rekenregels om afbraakkenmerken van NDF en RE in grassilages te voorspellen zijn niet geschikt om ook variatie in afbraakkenmerken van NDF, RE en RNSP in gras-klaverkuilen te voorspellen.

De resultaten van dit onderzoek kunnen gebruikt worden om het DVBE/OEB systeem te voeden met regressievergelijkingen om de afbraakcharacteristieken van NDF, RE en RNSP van gras-klaverkuilen te voorspellen en om vervolgens DVE en OEB waarden te kunnen berekenen voor gras-klaverkuilen.

Er hoeft geen onderscheid te worden gemaakt tussen gras-rodde en gras-witte klaverkuilen met betrekking tot het schatten van de afbraakcharacteristieken van NDF, RE en RNSP d.m.v. chemische nutriëntkenmerken.

Te aanzien van het schatten van de afbraakcharacteristieken van NDF, RE en RNSP en de schijnbaar onverteerd RE aan het einde van het colon komen uit het onderzoek de volgende conclusies en aanbevelingen naar voren:

- De schatting van Kd-NDF kan het beste gebaseerd worden op het gehalte aan NDF met de volgende formule:

$$Kd-NDF \text{ (/uur)} = 0,0823 - 0,0000680 \cdot NDF \text{ (g/kg OS)}$$

In het geval geen informatie over NDF gehalten bekend is, wordt voorgesteld om de gemiddelde Kd-NDF waarde van 0,0457 te gebruiken.

- Het schatten van U-NDF kan het beste gebaseerd worden op het op ADL-gehalte met de volgende formule:

$$U-NDF (\%) = 7,76 + 0,405 \cdot ADL \text{ (g/kg OS)}$$

In het geval geen informatie over ADL gehalten bekend is, wordt voorgesteld om het gemiddelde U-NDF percentage van 27,2 te gebruiken.

- 
- Het schatten van Kd-RE kan het beste gebaseerd worden op het NDF-gehalte met de volgende formule:

$$\text{Kd-RE} = 0,234 - 0,000304 * \text{NDF (g/kg OS)}$$

In het geval geen informatie over NDF gehalten bekend is, wordt voorgesteld om onderstaande vergelijking, gebaseerd op  $\text{RE}_{\text{in}}$  te gebruiken:

$$\text{Kd-RE} = -0,0595 + 0,000716 * \text{RE}_{\text{in}} \text{ (g/kg OS)}$$

- Voor het schatten van W-RE wordt voorgesteld om het gemiddelde %W-RE van 51,7 te gebruiken.
- Het schatten van U-RE kan het beste gebaseerd worden op het gehalte aan ADF met de onderstaande formule:

$$\text{U-RE}_{336\text{uur}} = -8,0 + 0,0638 * \text{ADF (g/kg OS)}$$

In het geval geen informatie over NDF gehalten bekend is, wordt voorgesteld om onderstaande vergelijking, gebaseerd op  $\text{RE}_{\text{in}}$  te gebruiken:

$$\text{U-RE}_{336\text{uur}} = -8,0 + 0,0685 * \text{RC (g/kg OS)}$$

- Het schatten van het onverteerd RE aan het eind van het colon in g/kg DS kan het beste gebaseerd worden op het gehalte aan ADF met de volgende formule:

$$\text{RE}_{\text{onverteerd}} = -0,86 + 0,0363 * \text{ADF (g/kg OS)}$$

- Voor de pensafbraakarakteristieken van RNSP voor de DVE/OEB-2007 eiwitwaardering kunnen het beste de volgende gemiddelde waarden worden gebruikt:

$$\text{U-RNSP (\%)} = 10,7$$

$$\text{W=RNSP (\%)} = 40,9$$

$$\text{D-RNSP (\%)} = 48,4$$

$$\text{Kd-RNSP (/uur)} = 0.070$$

De voorgestelde schattingsformules voor afbraakarakteristieken van NDF, RE en RNSP en schijnbaar onverteerd RE aan het einde van het colon van gras-klaverkuilen zijn alleen geldig voor gras-klaverkuilen met een klaveraandeel van minimaal 30%. Het advies is om voor gras-klaverkuilen met een klaveraandeel van minder dan 30% de gegevens voor graskuilen te gebruiken.

---

# Referenties

- CVB, 2003. Protocol voor in situ pensincubatie. Begeleidingscommissie van het Centraal Veevoederbureau, 14 p.
- De Boever J., Vanacker J., De Brabander D. 2008. Hamelverteringsproeven en in situ pensincubaties met 11 partijen grasklaverkuil voor het berekenen van de energie- en eiwitwaarde (Project Klavertje 4). ILVO-rapport.
- De Boever J., Vanacker J., S. De Campeneere D. 2013. Aanvullend onderzoek - project klavertje 4 hamelverteringsproeven en in situ pensincubaties met 3 partijen grasklaverkuil en in situ darmincubaties met 8 partijen grasklaverkuil. VVHP-13-45.
- Mir, P. S., S. Bittman, D. Hunt, T. Entz, and B. Yip. 2006. Lipid content and fatty acid composition of grasses sampled on different dates through the early part of the growing season. *Canadian Journal of Animal Science* 86(2):279-290.
- Kruisdijk, J en M.C. Blok. 2009. Aangepaste notitie m.b.t. de voorspelling van de VCOS van grasklaverkuilen. VVHP-09-12. 4e vergadering CVB Werkgroep Voeding en Voederwaardering Herkauwers en Paarden (VVHP), 13 november 2009.
- Blok, M.C. 2013. Schatting van de VCOS van gras/klaverkuilen ten behoeve van de VEM / VEVI berekening. VVHP-13-59.
- Spek, J.W. en M.C. Blok. 2016. Afbraakkenmerken van RE, NDF en RNSP in gras/klaver kuilen in de pens en in de dunne plus dikke darm in het kader van het Klavertje 4 project. TC-CVB-52.
- Van Es, A.J.H. 1978. Feed evaluation for ruminants. I. The system in use from May 1977 onwards in The Netherlands. *Livest. Prod. Sci.* 5, 331-345.

## Bijlage 1 Correlatiematrix samenstelling gras-witte klaverkuilen

	DS	REin	REex	RV	RC	Suiker	OK	NDF	ADF	ADL	RNSP	pH	Mz	Azz	Ppz	Boz	VVZ	Alc.	NH3	NH3-N/N	
DS	1,000																				
REin	-0,354	1,000																			
REex	-0,344	1,000	1,000																		
RV	-0,331	0,537	0,539	1,000																	
RC	0,126	-0,791	-0,793	-0,839	1,000																
Suiker	0,324	-0,784	-0,778	-0,224	0,455	1,000															
OK	0,516	-0,867	-0,865	-0,216	0,395	0,805	1,000														
NDF	0,414	-0,871	-0,874	-0,668	0,786	0,407	0,707	1,000													
ADF	0,079	-0,841	-0,845	-0,746	0,975	0,452	0,474	0,853	1,000												
ADL	-0,488	0,315	0,308	-0,411	0,277	-0,510	-0,684	-0,114	0,211	1,000											
RNSP	-0,311	0,261	0,269	0,292	-0,174	0,256	-0,306	-0,658	-0,286	0,015	1,000										
pH	0,536	-0,733	-0,736	-0,578	0,502	0,452	0,774	0,816	0,553	-0,217	-0,641	1,000									
Mz	-0,557	0,921	0,918	0,616	-0,731	-0,788	-0,831	-0,778	-0,725	0,353	0,146	-0,749	1,000								
Azz	-0,545	0,864	0,857	0,372	-0,586	-0,841	-0,830	-0,636	-0,587	0,568	-0,032	-0,525	0,932	1,000							
Ppz	-0,590	-0,142	-0,156	-0,039	0,252	-0,282	-0,041	0,280	0,362	0,270	-0,320	0,094	0,033	0,126	1,000						
Boz	-0,434	-0,393	-0,405	-0,041	0,320	0,022	0,282	0,433	0,450	-0,022	-0,317	0,274	-0,229	-0,174	0,936	1,000					
VVZ	-0,763	0,491	0,477	0,286	-0,288	-0,725	-0,542	-0,262	-0,204	0,492	-0,241	-0,276	0,659	0,756	0,734	0,512	1,000				
Alc.	-0,012	-0,816	-0,819	-0,619	0,865	0,691	0,520	0,647	0,872	0,172	-0,009	0,512	-0,690	-0,558	0,135	0,259	-0,311	1,000			
NH3	-0,613	0,863	0,855	0,404	-0,604	-0,874	-0,818	-0,641	-0,599	0,507	-0,014	-0,532	0,899	0,954	0,312	0,031	0,852	-0,635	1,000		
NH3-	-0,702	0,533	0,520	0,196	-0,278	-0,773	-0,593	-0,281	-0,228	0,523	-0,219	-0,271	0,631	0,745	0,722	0,489	0,976	-0,376	0,874	1,000	
VCDS	-0,448	0,180	0,184	0,660	-0,394	0,348	-0,041	-0,612	-0,382	-0,276	0,794	-0,502	0,216	0,008	-0,153	-0,067	-0,048	-0,020	0,024	-0,128	
VCOS	-0,088	0,485	0,491	0,931	-0,855	-0,024	-0,097	-0,693	-0,810	-0,571	0,409	-0,520	0,477	0,209	-0,355	-0,291	-0,024	-0,609	0,212	-0,088	
VCRC	0,161	0,044	0,051	0,798	-0,575	0,256	0,332	-0,248	-0,464	-0,782	0,130	-0,152	0,110	-0,143	-0,307	-0,138	-0,229	-0,310	-0,176	-0,349	
VCRE	-0,182	0,913	0,918	0,647	-0,799	-0,611	-0,753	-0,894	-0,855	0,081	0,446	-0,803	0,785	0,627	-0,289	-0,480	0,227	-0,829	0,633	0,265	
VCOK	-0,112	0,526	0,532	0,874	-0,855	-0,029	-0,144	-0,741	-0,842	-0,545	0,465	-0,557	0,493	0,226	-0,381	-0,319	-0,028	-0,634	0,246	-0,064	
VCRV	-0,384	0,152	0,152	0,872	-0,565	0,120	0,128	-0,391	-0,424	-0,489	0,267	-0,281	0,274	0,077	0,158	0,265	0,231	-0,239	0,143	0,108	

	VCDS	VCOS	VCRC	VCRE	VCOK	VCRV
VCDS	1,000					
VCOS	0,701	1,000				
VCRC	0,553	0,854	1,000			
VCRE	0,330	0,643	0,270	1,000		
VCOK	0,695	0,977	0,756	0,648	1,000	
VCRV	0,759	0,781	0,799	0,266	0,695	1,000



## Bijlage 2 In situ afbraakdata NDF, RE en RNSP

### In situ afbraakdata van NDF (% verdwenen uit de nylon zakjes)

Partij	Klaver-soort	KI (%)	Oogst-datum	partij	0 h	8 h	24 h	48 h	72 h	336 h
R1	Rood	92	4-5-07	1	0,0	26,8	55,3	64,6	70,2	75,6
R2	Rood	47	21-5-07	2	0,0	16,1	49,7	64,3	70,5	82,2
R3	Rood	63	4-7-07	10	0,0	17,3	29,6	39,6	42,3	52,1
R4	Rood	67	14-707	11	0,0	18,9	41,3	51,8	56,8	66,7
R5	Rood	96	23-8-07	7	0,0	24,3	45,2	52,3	58,7	62,0
R6	Rood	58	21-9-07	6	0,0	18,6	49,4	60,4	66,5	75,2
W1	Wit	31	21-5-07	3	0,0	9,2	53,6	68,6	73,9	86,5
W2	Wit	50	21-5-07	4	0,0	18,3	53,0	68,3	73,9	86,6
W3	Wit	34	31-7-07	8	0,0	20,0	51,4	63,6	69,0	80,0
W4	Wit	55	31-7-07	9	0,0	20,6	54,2	64,5	69,1	79,1
W5	Wit	64	31-7-07	5	0,0	19,3	54,7	64,8	67,4	79,8
W8	Wit	Nb	2010	12	0,0	25,8	68,1	76,8	77,6	79,5
W9	Wit	Nb	2011	13	0,0	22,3	64,6	74,0	80,0	80,4

### In situ afbraakdata van RE (% verdwenen uit de nylon zakjes)

Partij	Klaver-soort	KI (%)	Oogst-datum	partij	0 h	8 h	24 h	48 h	72 h	336 h
R1	Rood	92	4-5-07	1	58,9	78,3	92,3	92,2	92,1	91,3
R2	Rood	47	21-5-07	2	53,4	61,0	76,3	79,6	78,1	83,3
R3	Rood	63	4-7-07	10	47,0	59,6	73,9	74,6	73,6	75,8
R4	Rood	67	14-707	11	50,1	61,8	80,8	85,1	83,0	83,5
R5	Rood	96	23-8-07	7	38,8	62,6	83,3	85,9	83,5	85,4
R6	Rood	58	21-9-07	6	50,4	57,7	81,6	85,3	84,4	85,8
W1	Wit	31	21-5-07	3	58,6	59,0	76,2	80,5	74,9	85,0
W2	Wit	50	21-5-07	4	64,4	68,5	80,9	83,5	81,3	86,3
W3	Wit	34	31-7-07	8	55,4	63,1	78,2	83,0	80,7	84,6
W4	Wit	55	31-7-07	9	51,5	65,8	83,1	85,9	82,9	85,4
W5	Wit	64	31-7-07	5	48,5	62,7	82,5	86,2	84,0	87,8
W8	Wit	Nb	2010	S	48,8	76,6	91,3	92,0	92,6	90,9
W9	Wit	Nb	2011	T	56,8	62,5	85,2	87,1	88,7	86,8

### In situ afbraakdata van RNSP-fractie (% verdwenen uit de nylon zakjes)

Partij	Klaver-soort	KI (%)	Oogst-datum	partij	0 h	8 h	24 h	48 h	72 h	336 h
R1	Rood	92	4-5-07	1	33,7	69,2	94,6	93,1	90,9	93,7
R2	Rood	47	21-5-07	2	51,7	61,7	81,7	85,6	81,1	87,3
R3	Rood	63	4-7-07	10	30,7	40,5	92,3	83,9	85,5	94,3
R4	Rood	67	14-707	11	32,0	57,5	92,2	91,3	87,9	93,3
R5	Rood	96	23-8-07	7	44,7	48,8	85,3	86,4	82,9	88,2
R6	Rood	58	21-9-07	6	45,0	46,8	84,5	83,2	85,7	89,8
W1	Wit	31	21-5-07	3	46,6	49,0	70,0	73,0	73,7	81,3
W2	Wit	50	21-5-07	4	46,0	60,0	76,7	80,7	76,3	82,4
W3	Wit	34	31-7-07	8	45,2	56,0	85,8	84,3	70,4	91,3
W4	Wit	55	31-7-07	9	42,3	62,5	82,1	87,7	85,5	90,0
W5	Wit	64	31-7-07	5	40,3	61,1	84,5	84,7	86,7	90,0
W8	Wit	Nb	2010	12	53,0	67,5	92,5	90,5	92,3	91,0
W9	Wit	Nb	2011	13	42,5	53,8	>100,0	>100,0	90,2	88,4

## Bijlage 3 Correlaties tussen nutriëntwaarden in de organische stof en afbraakarakteristieken van NDF en RE

### Zes gras-rode klaverkuilen

	DS	RC	RE <sub>in</sub>	RVET	Suiker	NDF	ADF	ADL
Kd-NDF	-0.07	- <b>0.65</b>	0.54	0.38	0.48	- <b>0.80</b>	<b>-0.62</b>	-0.21
U-NDF	0.15	<b>0.66</b>	0.02	<b>-0.72</b>	<b>-0.61</b>	0.25	<b>0.71</b>	<b>0.96</b>
Kd-RE	-0.35	- 0.53	<b>0.67</b>	0.38	0.23	- <b>0.81</b>	-0.45	0.01
W-RE <sub>geschat</sub>	-0.54	- 0.57	0.17	<b>0.79</b>	0.39	- 0.37	-0.55	<b>-0.66</b>
U-RE <sub>336uur</sub>	0.37	<b>0.95</b>	-0.59	<b>-0.85</b>	-0.58	<b>0.83</b>	<b>0.97</b>	<b>0.81</b>

### Zeven gras-witte klaverkuilen

	DS	RC	RE <sub>in</sub>	RVET	Suiker	NDF	ADF	ADL
Kd-NDF	-0.28	<b>-0.97</b>	<b>0.82</b>	<b>0.86</b>	-0.10	- <b>0.89</b>	<b>-0.98</b>	-0.56
U-NDF	0.45	0.10	0.45	-0.37	-0.26	- 0.34	-0.12	<b>0.68</b>
Kd-RE	-0.38	<b>-0.74</b>	<b>0.89</b>	0.58	-0.24	- <b>0.95</b>	<b>-0.83</b>	0.00
W-RE <sub>geschat</sub>	-0.19	0.33	<b>-0.70</b>	-0.01	0.11	<b>0.69</b>	0.54	-0.34
U-RE <sub>336uur</sub>	<b>0.65</b>	<b>0.82</b>	<b>-0.83</b>	<b>-0.67</b>	0.18	<b>0.93</b>	<b>0.89</b>	0.30

To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

---

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

