

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

OVER DE VERTEERBAARHEID
EN VOEDERWAARDE VAN VERSE EN
GEËNSILEERDE ZOETE LUPINE

WITH A SUMMARY

RESEARCH INTO THE DIGESTIBILITY AND FEEDING VALUE
OF FRESH AND ENSILED SWEET LUPINE

N. D. DIJKSTRA



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 61.16 - 'S-GRAVENHAGE - 1955

2671001

INHOUD ¹

	Blz.
I. INLEIDING	3
II. VERSE ZOETE LUPINE	4
1. Verteringsproeven uit de literatuur	4
2. Eigen onderzoek	5
III. LUPINE-SILAGES	8
1. Verteringsproeven uit de literatuur	8
2. Eigen onderzoek	9
IV. VERBAND TUSSEN SAMENSTELLING EN VOEDERWAARDE.	16
1. Verteerbaar ruw eiwit	16
2. Zetmeelwaarde	18
SAMENVATTING	20
SUMMARY	21
LITERATUUR.	22

¹ De auteur, Dr N. D. DIJKSTRA, is scheikundige aan het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn.

I. INLEIDING

Toen wij in 1937 over dit, vooral voor de zandgronden, belangrijke voedergewas een literatuuroverzicht samenstelden (2), waren de gegevens nog beperkt. Sindsdien zijn in het buitenland de proefnemingen voortgezet en hebben wij ook enkele verteeringsproeven met verse en geënsileerde zoete lupine genomen.

Aan de hand van de uitkomsten van al deze proeven hebben wij nu nagegaan, of ook bij zoete lupine een verband bestaat tussen de *chemische samenstelling* en de *voederwaarde* en of uit deze uitkomsten ook formules zijn af te leiden, met behulp waarvan de voederwaarde van verse en geënsileerde zoete lupine kan worden berekend als de chemische samenstelling bekend is.

In deze publicatie wordt over de resultaten van dit onderzoek verslag uitgebracht.

II. VERSE ZOETE LUPINE

I. VERTERINGSPROEVEN UIT DE LITERATUUR

De uitkomsten van deze proeven zijn – voor zover voor ons onderzoek van belang – in tabel 1 opgenomen.

De eerste verteringsproeven met verse zoete lupine zijn genomen door KIRSCH en KASPRZIK (6). De gele zoete lupine werd op 17 mei 1933 gezaaid en in 3 ontwikkelingsstadia op verteerbaarheid onderzocht, nl. van omstreeks midden augustus tot eind september.

FISSMER (3) heeft naast vele andere gewassen ook twee soorten zoete lupine onderzocht. De eerste was als hoofdgewas verbouwd, terwijl de andere laat was gezaaid na wintergerst.

Bij de Deense proeven (8) werd zoete lupine in twee stadia onderzocht nl. van zeer jong tot volle bloei en in de tweede proef van jong tot het einde van de bloei.

Ook bij het Palestijnse onderzoek (1) werd van twee verschillende soorten de verteerbaarheid bepaald. Het eerste gewas was afkomstig van Deens zaad en werd op 18 november 1937 uitgezaaid en in maart 1938 gemaaid in een stadium van bloei tot peulvorming. Bij de tweede proef in 1939 werd gewerkt met zaad uit Tsjecho-slowakije en werden de planten in volle bloei gemaaid.

In alle gevallen werd het verteerbaarheidsonderzoek uitgevoerd met behulp van hamels. In de meeste gevallen werden bij de proeven twee dieren gebruikt, alleen bij de proeven van KIRSCH en KASPRZIK (6) werd slechts van één hamel gebruik gemaakt.

TABEL 1. Gegevens van buitenlandse verteringsproeven met verse zoete lupine

Literatuur	Samenstelling der droge stof					Verteringscoëfficiënten				
	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Organische stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige koolhydraten	Ruwe celstof
(6)	15,30	2,63	43,13	31,57	7,37	72,7	79,5	35,1	81,4	60,8
	15,88	2,18	38,91	37,13	5,90	70,7	80,1	16,7	66,8	73,9
	16,62	2,58	35,84	38,50	6,46	67,6	80,6	40,8	68,6	62,7
(3)	19,07	2,08	31,54	29,32	17,99	64,1	75,0	52,1	67,5	54,2
	22,01	2,51	37,90	22,27	15,31	79,4	79,8	52,8	83,2	75,7
(8)	18,17	3,13	40,68	24,37	13,65	69	74	65	74	57
	17,39	2,75	39,88	28,15	11,83	68	74	57	74	56
(1)	14,82	2,63	36,54	32,76	13,25	73,4	74,4	54,4	81,8	65,0
	13,43	2,95	34,69	40,05	8,89	68,2	71,2	57,7	78,6	58,8
Literature	Crude protein	Fat	N-free extract	Crude fibre	Ash	Organic matter	Crude protein	Fat	N-free extract	Crude fibre
	Composition of the dry matter					Digestion coefficients				

TABEL 1. Data from foreign digestion trials with fresh sweet lupine

2. EIGEN ONDERZOEK

Dit omvat 2 verteringsproeven, nl. één te Hoorn en één op de dépendance te Maarheeze. Voor beide verteringsproeven werd gebruik gemaakt van 3 jonge schapen (hamels).

De lupine werd geregeld drie maal per week gemaaid voor de voeding op de volgende 2-3 dagen. Daartoe werd ze zorgvuldig gehakseld, doorengemengd en bemonsterd, waarna direct een voorlopige droge-stofbepaling werd verricht. Hierdoor waren wij in staat de grootte van de dagporties zo te variëren, dat aan de dieren gedurende de gehele proef van dag tot dag precies dezelfde hoeveelheid droge stof werd verstrekt, ondanks het feit, dat het droge-stofgehalte, o.a. door weersinvloeden, sterk kan variëren.

Naast de lupine werden geen andere voedermiddelen verstrekt, alleen 5 g keukenzout ontvingen de dieren dagelijks over hun rantsoen.

De proeven bestonden uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van 7-10 dagen.

De zoete lupine, gebruikt bij de proef te Hoorn, werd in juli 1950 gezaaid op het perceel bouwland van de Proefzuivelboerderij. Het gewas, dat zich slechts matig had ontwikkeld, werd in de loop van september gemaaid; de hoofdperiode was van 16-25 september.

De lupine, gebruikt bij de proef te Maarheeze, werd in 1954 aldaar verbouwd als hoofdgewas. Ze werd in augustus gemaaid; de hoofdperiode was van 12-21 augustus.

De resultaten van deze proeven zijn opgenomen in tabel 2.

Daar, zoals uit de literatuuropgaven blijkt, het gehalte aan ruw vet van zoete lupine zeer klein is, hebben wij bij ons onderzoek de ruw-vetbepaling achterwege gelaten.

De te Maarheeze gebruikte zoete lupine komt in haar chemische samenstelling overeen met de beste van de in tabel 1 vermelde lupinesoorten, nl. die van de tweede proef van FISSMER (3); ook de verteringscoëfficiënten vertonen in beide proefnemingen grote overeenstemming. De samenstelling van de zoete lupine uit de proef te Hoorn was nog iets gunstiger en de verteringscoëfficiënten waren nog iets hoger.

De verteringscoëfficiënten van de organische bestanddelen van de door ons onderzochte zoete lupine waren hoog, alleen die van de ruwe celstof waren duidelijk lager dan die van de overige koolhydraten.

Met behulp van de gevonden verteringscoëfficiënten waren wij in staat het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit en aan verteerbaar werkelijk eiwit alsmede de zetmeelwaarde te berekenen. Bij de zetmeelwaardebepaling werd als factor voor ruwe-celstofaf trek 0,29 gebruikt.

De voederwaardecijfers zijn opgenomen in tabel 3.

Hieruit blijkt de zeer hoge voederwaarde van de droge stof van zoete lupine. Ten gevolge van het zeer lage droge-stofgehalte ($\pm 10\%$) valt de voederwaarde van het verse materiaal wat tegen.

TABEL 2. Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van verse zoete lupine

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Vet + overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit	
Proef Hoorn (V 229)								
Samenstelling	9,97		21,08	45,99	17,51	15,42	17,98	Trial at Hoorn
Verteringscoëfficiënten:								Composition
Hamel K.	74,8	85,9	85,5	89,0	78,2	13,9	83,2	Digestion coefficients:
Hamel M.	75,9	86,2	84,6	90,0	78,5	19,1	82,6	<i>Wether K</i>
Hamel N.	74,7	85,0	83,3	90,3	73,2	18,1	80,9	<i>Wether M</i>
<i>Gemiddeld</i>	75,1	85,7	84,5	89,8	76,6	17,0	82,2	<i>Wether N</i>
								<i>Average</i>
Proef Maarheeze (MV 8)								Trial at Maarheeze
Samenstelling	10,13		19,99	42,47	23,51	14,03	15,50	Composition
Verteringscoëfficiënten:								Digestion coefficients:
Hamel 1	73,5	78,7	80,3	85,9	64,6	41,6	75,1	<i>Wether 1</i>
Hamel 2	72,9	78,1	79,4	84,9	64,6	40,7	74,3	<i>Wether 2</i>
Hamel 3	74,6	79,5	82,6	85,0	66,8	44,8	78,3	<i>Wether 3</i>
<i>Gemiddeld</i>	73,7	78,8	80,8	85,3	65,3	42,4	75,9	<i>Average</i>
		Organic matter	Crude protein	Fat + N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein	
	Dry matter							

TABEL 2. Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients of fresh sweet lupine

TABEL 3. Voederwaarde van verse zoete lupine

	In de droge stof		In het verse materiaal		
	Proef te Hoorn	Proef te Maarheeze	Proef te Hoorn	Proef te Maarheeze	
Verteerbaar ruw eiwit	17,81	16,15	1,78	1,64	<i>Digestible crude protein</i>
Verteerbaar werkelijk eiwit.	14,78	11,76	1,47	1,19	<i>Digestible true protein</i>
Zetmeelwaarde	66,4	59,9	6,6	6,1	<i>Starch equivalent</i>
	<i>Trial at Hoorn</i>	<i>Trial at Maarheeze</i>	<i>Trial at Hoorn</i>	<i>Trial at Maarheeze</i>	
	<i>In the dry matter</i>		<i>In the fresh material</i>		

TABLE 3. Feeding value of fresh sweet lupine

III. LUPINE-SILAGES

1. VERTERINGSPROEVEN UIT DE LITERAATUUR

De voornaamste resultaten van de verteringsproeven met lupine-silages, welke wij in de literatuur hebben gevonden, zijn opgenomen in tabel 4.

TABEL 4. Gegevens van buitenlandse verteringsproeven met lupine-silages

Literatuur	Samenstelling der droge stof					Verteringscoëfficiënten				
	Raw eiwit	Raw vet	Overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Organische stof	Raw eiwit	Raw vet	Overige koolhydraten	Ruwe celstof
(6)	14,54	3,08	36,78	36,87	8,73	70,0	68,9	51,2	74,6	67,2
	17,69	3,25	32,36	38,10	8,60	63,2	77,5	52,6	64,6	56,3
(7)	16,71	3,24	34,33	34,83	10,89	64,6	77,6	55,5	75,6	47,9
	15,10	1,54	35,29	36,51	11,56	57,3	72,3	36,6	66,3	43,4
	17,96	3,37	35,43	35,84	7,40	67,8	81,1	65,4	72,0	57,3
	14,49	2,81	38,06	38,80	5,84	59,9	75,0	57,7	67,8	46,8
(4)	21,15	3,95	25,90	32,40	16,60	73,5	77,5	77,3	82,3	64,0
	20,85	4,85	27,00	35,35	11,95	66,1	77,6	75,1	76,7	50,5
	24,40	3,90	29,75	24,45	17,50	69,9	79,3	76,0	79,3	48,7
	23,30	3,95	31,45	22,65	18,65	75,4	79,9	80,4	84,1	59,1
(5)	13,74	3,45	36,33	27,62	18,86	71,4	71,5	53,5	78,2	64,7
	15,90	2,81	31,73	40,01	9,54	62,7	66,9	36,2	69,1	57,7
	13,70	3,78	35,77	34,35	12,40	65,5	69,0	69,6	66,1	63,1
(10)	19,1	4,3	30,0	33,3	13,3	52,5	74,4	78,4	49,5	41,5
	22,8	4,8	27,4	33,4	11,5	76,2	85,4	75,8	74,9	75,1
(8)	18,00	2,86	36,74	32,41	9,99	66	75	59	71	54
	13,14	2,12	31,88	40,56	12,30	57	69	60	59	50
Literature	Crude protein	Fat	N-free extract	Crude fibre	Ash	Organic matter	Crude protein	Fat	N-free extract	Crude fibre
	Composition of the dry matter					Digestion coefficients				

TABEL 4. Data from foreign digestion trials with lupine-silages

De gele zoete lupine, die als uitgangsmateriaal heeft gediend voor de silage uit het onderzoek van KIRSCH en KASPRZIK (6) werd gezaaid op 17 mei 1933. De eerste silage werd gemaakt op 18 augustus en de tweede op 28 september. Het gehakselde materiaal werd geënsileerd in houten silo's zonder bodem onder toevoeging van 0,5% suiker. De pH's van de silages waren 4,42 en 4,43. Volgens de proefnemers is hakselen absoluut noodzakelijk.

De onderzoeken van KIRSCH en JANTZON (7) hebben betrekking op proeven uit de jaren 1935 en 1936.

In het eerste jaar werden gele en blauwe zoete lupine gezaaid op 17 april en silorijp gemaaid op resp. 24 en 29 augustus. Ook nu werd het materiaal gehakseld en 0,5% suiker er aan toegevoegd. De pH's van de silages waren 3,8 en 4,1.

Ook in 1936 werden gele en blauwe zoete lupine silorijp gemaaid. Het gehakselde materiaal werd geënsileerd in ijzeren vaten onder toevoeging van 1% suiker. Beide silages waren zeer goed, ze bevatten geen boterzuur, terwijl de pH's resp. 4,11 en 3,95 bedroegen.

De proeven van HERBST (4) omvatten 4 verschillende silages, nl. van gele zoete, van witte bittere, van blauwe bittere en van gele bittere lupine. De gele zoete lupine werd op 22 juni uitgezaaid en op 4 oktober gemaaid, gehakseld en geënsileerd. De bittere lupine werd op 24 juli-1 augustus gezaaid en op 21-22 november gemaaid, gehakseld en geënsileerd. Bij alle 4 silages werd gebruik gemaakt van silo's met luchtdichte deksels, terwijl niets werd toegevoegd. Hoewel de pH's varieerden van 4,6 tot 5,5, waren de silages volgens de onderzoekers goed geslaagd; ze bevatten slechts geringe hoeveelheden boterzuur (0,01-0,05%).

De silages, die KASPRZIK (5) onderzocht, waren alle gemaakt van blauwe bittere lupine. Het eerste jaar werd het gewas in de bloei (eind juli) en in melkrijp stadium (3 weken later) geënsileerd en het tweede jaar alleen in het latere stadium. Het werd gehakseld geënsileerd in kleine silo's zonder toevoeging. De pH's varieerden van 4,2 tot 4,5 en de boterzuurgehalten van 0 tot 0,16%. Naast de koude methode werd ook de warme beproefd. Daar de verteringscoëfficiënten van de warme silages aanmerkelijk lager waren, hebben wij ze niet in de tabel opgenomen.

Ook de resultaten van het onderzoek van RICHTER en FERBER (9) zijn weggelaten. Zij ensileerden blauwe bittere lupine die reeds iets door de vorst had geleden.

Van de proeven van RICHTER en BRÜGGEMAN (10) had de eerste proef betrekking op gele bittere lupine, die als stoppelgewas was verbouwd en in de late herfst in volle bloei was ingekuuld. De silage van de tweede proef was bereid uit gele zoete lupine, die eveneens in volle bloei was ingekuuld.

Naast deze Duitse gegevens zijn nog in de tabel opgenomen de gegevens van de Deense onderzoekers STEENSBERG en WINTHER (8). Zij ensileerden gele zoete lupine met A.I.V.-zuur. De eerste proef had betrekking op lupine, die in volle bloei was geënsileerd, terwijl de tweede veel later gemaakt was, toen de peulen reeds goed ontwikkeld en groot waren.

In alle gevallen werd de verteerbaarheid bepaald met hamels, doch in verschillende verteringsproeven werd slechts met één dier gewerkt.

2. EIGEN ONDERZOEK

Dit bestaat uit een volledige inkuilproef te Hoorn en een verteringsproef te Maarheeze.

Bij de proef te Hoorn werd een vergelijking gemaakt tussen het ensileren van gele zoete lupine met en zonder toevoeging van een ensileringsmiddel. De lupine werd in het voorjaar 1950 uitgezaaid op het perceel bouwland van de Proefzuivelboerderij.

Het gewas ontwikkelde zich slecht. Op 3 juli werd het gemaaid; de lupine stond toen in volle bloei met hier en daar een begin van peulvorming.

Het produkt werd op 4 juli met behulp van een blaashaxelmachine in 2 kleine betonnen silo's van 2,00 m middellijn gebracht. Hoewel het de avond tevoren flink had geregend, was de lupine niet noemenswaard nat.

Bij silo 1 werd geen ensileermiddel gebruikt, terwijl bij de vulling van silo 2 ruim 5% gedroogde gemalen suikerbieten werden toegevoegd (op elke laag van 50 kg werd 2,50 kg gedroogde suikerbieten gestrooid).

Na de vulling werden de silages afgedekt met een laagje roggestro, waarop direct een grondlaag van 50 cm werd aangebracht. Daar de aftapkranen gesloten waren, kwamen de silages zeer snel volledig in het sap te staan. Om te verhinderen, dat het sap in de grondlaag zou trekken, werd bij beide silo's een overloop aangebracht op de scheiding van de silage en de grondlaag; hierdoor is bij beide silo's vrij veel sap weggelopen. Verder waren de silo's tegen inregenen beschermd door middel van gegolfde ijzeren platen.

In silo 1 (geen toevoeging) is 2830 kg gehakselde zoete lupine geënsileerd. Op 19 januari 1951 werd de drain geopend, waardoor het sap is weggestroomd. Dit drainsap had een onaangename geur; het had een pH van 5,09. Op 13 maart werd de grondlaag verwijderd. Er behoefde geen afval te worden weggedaan. De silage werd bemonsterd in 2 lagen met behulp van boor- en dagmonsters (plukjesmonsters). In totaal werd 1770 kg silage uit deze silo gehaald.

De vulling van silo 2 bestond uit 3025 kg gehakselde zoete lupine en 155 kg gedroogde gemalen suikerbieten (5,12%). Op 19 januari werd de drain geopend, zodat ook uit deze silo het drainsap kon wegvloeiën. Het sap had een frisse geur; voor de pH werd 4,19 gevonden. Op 12 februari werd de grondlaag verwijderd. Ook bij deze silage behoefde geen afval te worden weggedaan. De silage werd bemonsterd in 2 lagen; in totaal werd 2373 kg silage uit deze silo gehaald.

Om de kwaliteit van de silages te kunnen beoordelen werden in de boormonsters weer de gebruikelijke bepalingen verricht.

TABEL 5. Analyses van de boormonsters der zoete-lupinesilages te Hoorn

	pH	Azijnzuur %	Boterzuur %	Melkzuur %	Ammoniakfractie	
Silo 1 (geen toevoeging)						Silo 1 (no addition)
1e boormonster	4,64	0,43	0,30	0,64	10,1	1st auger sample
2e boormonster	4,52	0,50	0,31	1,10	10,7	2nd auger sample
<i>Gemiddeld</i>	4,59	0,46	0,30	0,84	10,4	<i>Average</i>
Silo 2 (met ensileermiddel)						Silo 2 (with addition)
1e boormonster	3,95	0,46	0,03	1,66	7,9	1st auger sample
2e boormonster	3,96	0,50	0	1,73	8,1	2nd auger sample
<i>Gemiddeld</i>	3,96	0,48	0,01	1,70	8,0	<i>Average</i>
	pH	Acetic acid %	Butyric acid %	Lactic acid %	Ammonia-N as a percentage of the total-N	

TABEL 5. Analysis of the auger samples from the sweet lupine-silages

Zoals uit deze tabel blijkt, was de silage waaraan 5% gedroogde suikerbieten was toegevoegd, volledig geslaagd.

Hoewel de silage zonder toevoeging niet als geslaagd kon worden beschouwd, was de kwaliteit toch niet uitgesproken slecht. Hieruit blijkt, dat de zoete lupine een vrij gemakkelijk te ensilieren materiaal is. Ook uit de literatuur krijgt men de indruk, dat zoete lupine gemakkelijk te ensilieren is. Toch zal men, om een volledig geslaagde silage te verkrijgen, van een ensileermiddel gebruik moeten maken; de hoeveelheid, die men hiervan moet toevoegen behoeft vermoedelijk niet groot te zijn.

De samenstelling van het in- en uitgereden materiaal is weergegeven in tabel 6.

Door de toevoeging van de gedroogde suikerbieten was het droge-stofgehalte van het ingebrachte materiaal bij silo 2 aanmerkelijk hoger dan bij silo 1 (18,0 tegen 15,2 %).

In beide gevallen steeg het droge-stofgehalte van de silages tot ongeveer 21%. De veranderingen van de chemische samenstelling tijdens de bewaring hadden bij beide silages vrijwel dezelfde tendens. Het asgehalte nam toe en ook het ruwe-celstofgehalte steeg duidelijk, terwijl het eiwitgehalte afnam. Het enige duidelijke verschil tussen beide silages was, dat de afname van het ruw-eiwitgehalte bij silo 1 aanmerkelijk groter was dan bij silo 2 (2,7 tegen 0,9%).

De verliezen aan de verschillende bestanddelen zijn opgenomen in tabel 7.

De winst aan as moet worden toegeschreven aan bemonsteringsfouten, die bij materiaal, dat vrij sterk met grond is verontreinigd, onvermijdelijk zijn.

In het algemeen waren bij beide silages de verliezen vrijwel gelijk, alleen de verliezen aan ruw eiwit vertoonden een groot verschil. Bij silage 2 was dit verlies 19% tegen bij silage 1 (zonder ensileermiddel) 33%.

Van de overige koolhydraten ging bij beide silages 27–30% verloren, terwijl de ruwe-celstofverliezen beneden de 5% bleven.

Voor het onderzoek op *verteerbaarheid* werd van de silages te Hoorn alleen die, welke bereid was met toevoeging van gedroogde suikerbieten, gebruikt. Tevens werd een verteringsproef genomen met een zoete-lupinesilage te Maarheeze.

Voor beide proeven werd ook nu weer gebruik gemaakt van drie hamels. De toegepaste techniek was gelijk aan die bij de verse lupine. Ook nu bestonden de proeven uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van 7–10 dagen.

De zoete-lupinesilage te Maarheeze was gemaakt op 18 juni 1953, toen de lupine in het begin van haar bloeistadium was. Het produkt werd *ongehakseld* ingekuuld in een houten opzetstuk op de grond. Bij de bereiding werd A.I.V.-zuur toegevoegd. In februari 1954 werd de verteerbaarheid onderzocht. De silage bleek zeer zuur te zijn; voor de pH van het boormonster werd nl. 3,31 gevonden. De silage was boterzuurvrij, terwijl slechts 2,7% van de totaal-stikstof in de vorm van ammoniak aanwezig was. Uit de te lage pH blijkt, dat voor de bereiding teveel A.I.V.-zuur is gebruikt. Ter neutralisering van deze silage ontvingen de hamels eerst 30 g en later zelfs 40 g natriumbicarbonaat per dier en per dag.

De resultaten van de verteringsproeven te Hoorn en te Maarheeze zijn opgenomen in tabel 8.

TABLE 7. Verliezen aan droge stof en droge-stofbestanddelen in %

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit (zonder ammonia)	Werkelijk eiwit	Vet + overige koolhydraten	Ruwe celstof	As
Silo 1 (geen toevoeging)							
Volgens boormonsters	14,59	20,83	33,57	37,11	25,17	3,52	+ 1,18
Volgens dagmonsters	14,13	23,19	32,42	35,22	28,45	6,21	+ 8,77
Gemiddeld	14,36	22,01	33,00	36,16	26,81	4,86	+ 4,98
Silo 2 (met ensileermiddel)							
Volgens boormonsters	11,81	20,21	19,36	34,00	28,35	+ 3,88	+ 23,51
Volgens dagmonsters	13,54	23,73	18,82	33,44	32,01	2,02	+ 29,35
Gemiddeld	12,68	21,97	19,09	33,72	30,18	+ 0,93	+ 26,43
	Dry matter	Organic matter	Crude protein (without ammonia)	True protein	Fat + N-free extract	Crude fibre	Ash

TABLE 7. Losses of dry matter and other components in %

TABLE 8. Samenstelling der droge stof (%) en vertieringscoëfficiënten van zoete-lupinesilage

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Vet+ overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit	
Proef Hoorn (V 243)								
Samenstelling	19,96		11,10	42,95	20,50	25,45	7,34	Trial at Hoorn
Vertieringscoëfficiënten:								Composition
Hamel G.	59,1	75,7	61,4	81,1	72,2	10,6	45,3	Digestion coefficients:
Hamel L.	58,1	75,3	62,9	80,3	71,6	7,5	47,0	Wether G
Hamel J.	57,8	74,1	60,1	77,9	73,7	10,2	42,7	Wether L
Gemiddeld	58,3	75,0	61,5	79,8	72,5	9,4	45,0	Wether J
								Average
Proef Maarheeze (MV 2)								
Samenstelling	20,89		21,14	37,36	24,20	17,30	15,33	Trial at Maarheeze
Vertieringscoëfficiënten:								Composition
Hamel 1	66,1	79,2	79,7	82,3	74,0	3,4	73,3	Digestion coefficients:
Hamel 2	68,0	80,2	81,4	83,0	75,0	9,8	75,8	Wether 1
Hamel 3	65,6	78,8	79,6	83,1	71,5	2,3	73,6	Wether 2
Gemiddeld	66,6	79,4	80,2	82,8	73,5	5,2	74,2	Wether 3
								Average
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Fat+ N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein	

TABLE 8. Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients of sweet lupinesilages

De verteringscoëfficiënten van de zoete-lupinesilage uit Maarheeze komen ongeveer met die van de aldaar onderzochte verse zoete lupine overeen. Van de lupinesilage uit Hoorn werden de koolhydraten vrijwel evengoed verteerd, maar de verteringscoëfficiënten van het eiwit lagen veel lager. Dit moet waarschijnlijk in hoofdzaak worden toegeschreven aan het veel lagere eiwitgehalte.

Met behulp van de gevonden verteringscoëfficiënten werd van de silages de voederwaarde berekend. Als factor voor ruwe-celstof-aftrek werd bij de silage uit Hoorn 0,29 en bij die uit Maarheeze 0,32 gebruikt. De voederwaardecijfers zijn opgenomen in tabel 9.

TABEL 9. Voederwaarde van zoete-lupinesilage

	In de droge stof		In het ongedroogde materiaal		
	Proef te Hoorn	Proef te Maarheeze	Proef te Hoorn	Proef te Maarheeze	
Verteerbaar ruw eiwit	6,83	16,95	1,36	3,54	<i>Digestible crude protein</i>
Verteerbaar werkelijk eiwit	3,30	11,37	0,66	2,38	<i>Digestible true protein</i>
Zetmeelwaarde	49,6	56,9	9,9	11,9	<i>Starch equivalent</i>
	<i>Trial at Hoorn</i>	<i>Trial at Maarheeze</i>	<i>Trial at Hoorn</i>	<i>Trial at Maarheeze</i>	
	<i>In the dry matter</i>		<i>In the silage</i>		

TABLE 9. Feeding value of sweet lupinesilage

De voederwaarde van de droge stof van de silage uit Maarheeze is zeer hoog. Van de silage uit Hoorn is vooral het verteerbaar-eiwitgehalte veel lager, doch ook de zetmeelwaarde is minder hoog. Dit is gedeeltelijk te wijten aan het hogere asgehalte.

IV. VERBAND TUSSEN SAMENSTELLING EN VOEDERWAARDE

Evenals vroeger voor andere produkten werden voor zoete lupine zowel van het verse materiaal als van de silage alle analysecijfers van eigen en buitenlandse gegevens omgerekend op de organische stof. Dit geschiedde ook met het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit. Het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit werd bij deze proeven buiten beschouwing gelaten, mede omdat bij verschillende buitenlandse proeven dit niet was bepaald. De verteerbare organische stof, die in onze berekeningen ook een belangrijke plaats inneemt, behoefde niet afzonderlijk te worden berekend, omdat het gehalte aan verteerbare organische stof in de organische stof gelijk is aan de reeds beschikbare verteringscoëfficiënt van de organische stof.

Bij de berekeningen werden de volgende symbolen gebruikt:

x = ruw eiwit (%) in de organische stof

z = verteerbare organische stof (%) in de organische stof

y = ruwe celstof (%) in de organische stof

v = verteerbaar ruw eiwit (%) in de organische stof

Z = zetmeelwaarde (kg) per 100 kg organische stof.

1. VERTEERBAAR RUW EIWIT

In figuur 1 is het verband tussen het gehalte aan ruw eiwit en dat aan verteerbaar ruw eiwit, beide in de organische stof, van de verschillende monsters verse en geënsileerde lupine grafisch voorgesteld. De punten hebben betrekking op de verse en de cirkeltjes op de geënsileerde lupine. De gegevens, die betrekking hebben op eigen proeven, zijn met een kruisje gemerkt.

Zoals uit de figuur blijkt, bestaat er een behoorlijk verband tussen het gehalte aan ruw eiwit en dat aan verteerbaar ruw eiwit.

Daar wij geen fundamenteel verschil zien in de ligging van de punten en de cirkeltjes hebben wij tenslotte door alle gegevens één rechte lijn berekend.

De formule van deze lijn is:

$$v = 0,925(x - 20) + 15,26$$

Wanneer wij deze formule voor het praktische gebruik weer omrekenen op de droge stof, dan krijgen wij:

$$v' = 0,925(x' - 18) + 0,032(m' - 10) + 13,73,$$

waarin: v' = verteerbaar ruw eiwit (%) in de droge stof,

x' = ruw eiwit (%) in de droge stof en

m' = asgehalte in de droge stof.

De coëfficiënt 0,032, geplaatst voor de term met m' , is zo klein, dat deze term slechts weinig gewicht in de schaal legt. Wanneer m' niet te veel van 10 afwijkt, kan deze term vervallen.

De formule wordt dan:

$$v' = 0,925(x' - 18) + 13,73$$

FIG. 1. Samenhang tussen ruw eiwit en verteerbaar ruw eiwit in de organische stof bij de verschillende partijen verse en geënsileerde zoete lupine

- monsters verse lupine uit de literatuur
- ⊕ monsters verse lupine uit eigen onderzoek
- monsters lupine-silage uit de literatuur
- ⊖ monsters lupine-silage uit eigen onderzoek

Verteerbaar ruw eiwit (%)

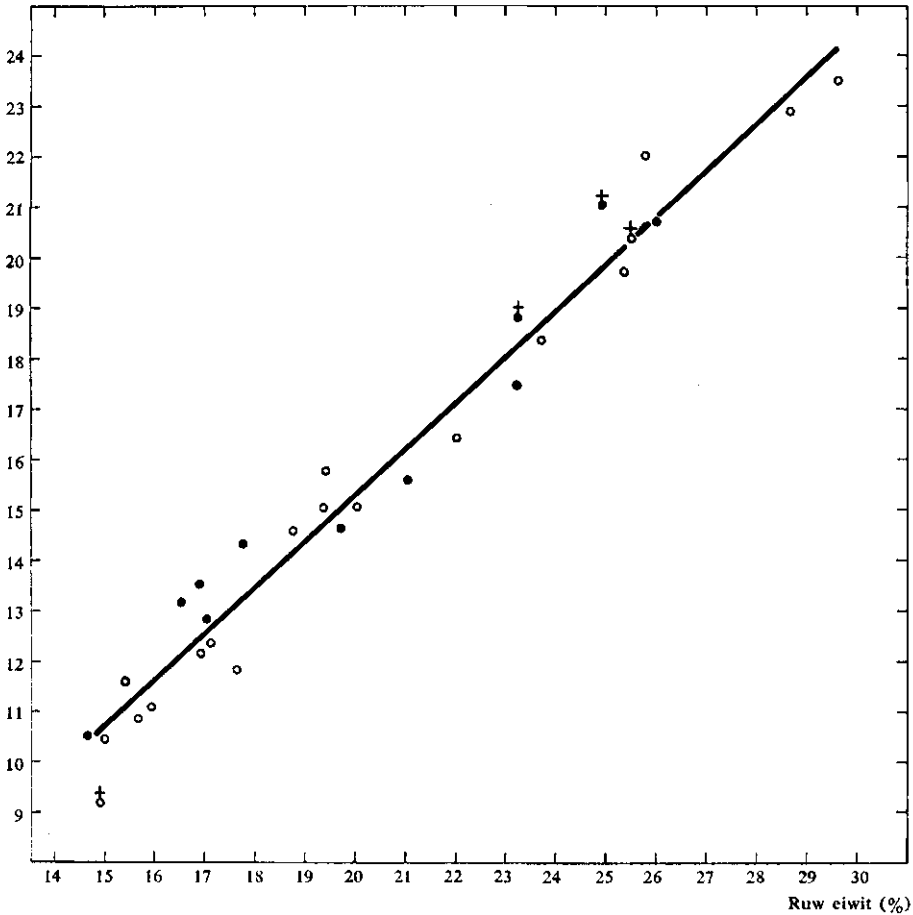


FIG. 1. Correlation between crude protein (horizontal axis) and digestible crude protein (vertical axis) in the organic matter in the various samples of fresh and ensiled sweet lupine

- samples fresh lupine from the literature
- ⊕ samples fresh lupine from own experiments
- samples lupinesilage from the literature
- ⊖ samples lupinesilage from own experiments

2. ZETMEELWAARDE

Evenals bij verschillende graslandprodukten en lucerne werd ook bij deze verse en geënsileerde lupine in eerste instantie het verband nagegaan tussen het gehalte aan verteerbare organische stof en dat aan ruwe celstof (beide in de organische stof).

Om dit verband beter te kunnen bezien, hebben wij in figuur 2 deze twee grootheden tegen elkaar uitgezet.

FIG. 2. Samenhang tussen ruwe celstof en verteerbare organische stof in de organische stof bij de verschillende partijen verse en geënsileerde zoete lupine. De tekens hebben dezelfde betekenis als in figuur 1.

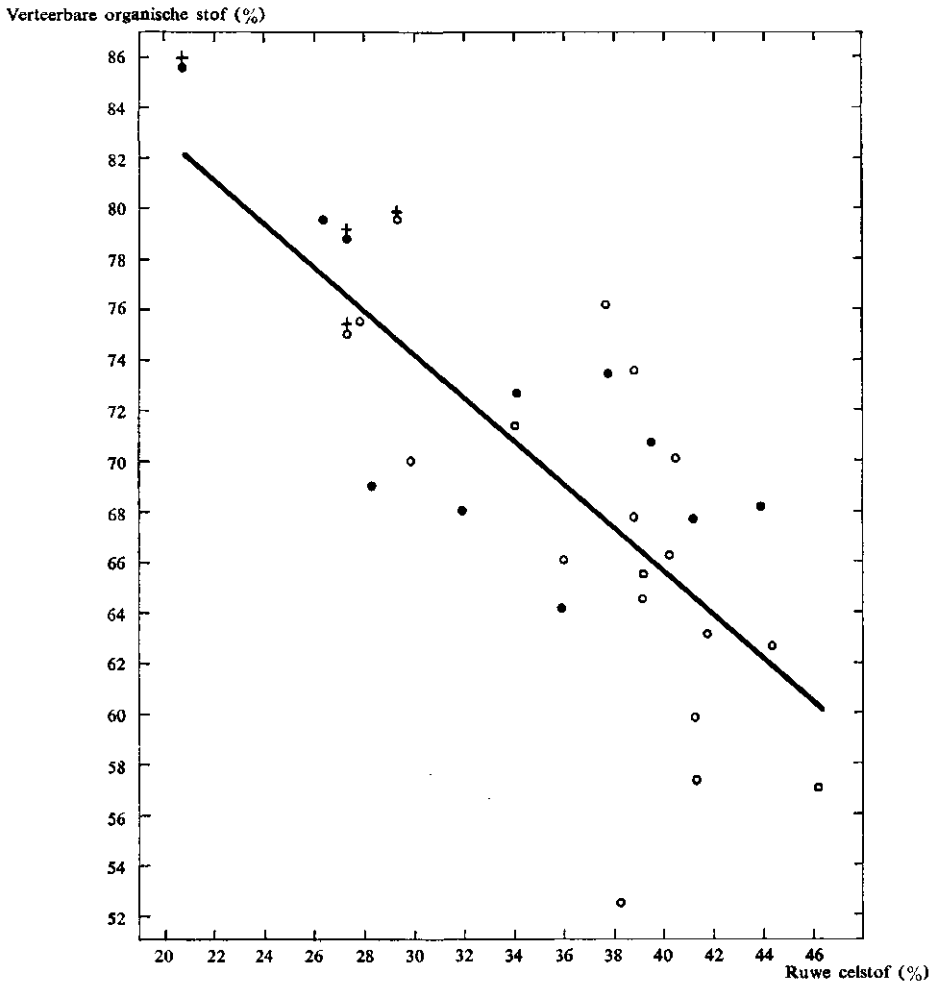


FIG. 2. Correlation between crude fibre (horizontal axis) and digestible organic matter (vertical axis) in the organic matter in the various samples of fresh and ensiled sweet lupine. The different marks have the same meaning as in figure 1.

Hoewel de spreiding van de punten groter was dan bij het verteerbaar ruw eiwit, bestaat er toch ongetwijfeld een verband tussen het gehalte aan ruwe celstof en dat aan verteerbare organische stof.

Omdat wij ook hier geen fundamenteel verschil zagen tussen de ligging van de punten en cirkeltjes, hebben wij er tenslotte één rechte lijn door berekend.

De formule voor deze lijn is:

$$z = -0,857(y - 30) + 74,12$$

Evenals bij vers gras kan de zetmeelwaarde van de organische stof in verse en genseleerde zoete lupine ten naaste bij worden berekend met behulp van de vereenvoudigde formule:

$$Z = z - 0,06v - 0,29y$$

Wij zullen nu deze formule veranderen, zodat in het tweede lid alleen y voorkomt. Hiervoor gebruiken wij de volgende regressievergelijkingen:

$$z = -0,857(y - 30) + 74,12$$

$$v = -0,365y + 28,62$$

De tweede vergelijking is berekend uit dezelfde 30 proeven, waaruit ook de eerste vergelijking is afgeleid. Substitutie van z en v in de hiervoor vermelde zetmeelwaardeformule gaf:

$$Z = -1,125(y - 30) + 64,36$$

Wanneer wij deze formule omrekenen voor gehalten in de droge stof, dan vinden wij:

$$Z' = -1,125(y' - 27) - 0,981(m' - 10) + 57,93,$$

waarin Z' = zetmeelwaarde, y' = ruwe-celstofgehalte en m' = asgehalte, alles in de droge stof.

SAMENVATTING

Er werd een onderzoek ingesteld naar de verteerbaarheid en voederwaarde van verse en geënsileerde zoete lupine. Hiervoor werd gebruik gemaakt van gegevens uit de literatuur, en van de uitkomsten van enkele eigen proeven.

Onze eigen proeven met *verse* zoete lupine omvatten twee verteringsproeven, nl. één te Hoorn en één op de dépendance te Maarheeze. Bij beide proeven werd gebruik gemaakt van drie hamels. De resultaten van deze verteringsproeven zijn vermeld in tabel 2.

De met behulp van deze gegevens berekende voederwaardecijfers zijn opgenomen in tabel 3.

Onze proeven met *geënsileerde* zoete lupine bestonden uit een inkuilproef te Hoorn en een verteringsproef te Maarheeze. Bij de proef te Hoorn werd gehakselde zoete lupine in 2 betonnen silo's geënsileerd, in de ene zonder en in de andere met een ensileermiddel. De toevoeging was in dit geval 5% gedroogde, gemalen suikerbieten.

De silage met ensileermiddel was volledig geslaagd: lage pH, geen boterzuur, een behoorlijk melkzuurgehalte en een geringe eiwitafbraak (tabel 5). De kwaliteit van de silage zonder toevoeging was slechts matig: pH 4,6 en 0,30% boterzuur.

Van de meeste bestanddelen ging bij beide silages vrijwel evenveel verloren (tabel 7) alleen in de eiwitverliezen was er een groot verschil. Bij de silage met ensileermiddel ging 19% en bij die zonder toevoeging 33% van het ruw eiwit verloren.

De resultaten van de verteringsproef van eerstgenoemde silage zijn opgenomen in tabel 8. De verder in deze tabel vermelde gegevens uit Maarheeze hebben betrekking op een zoete-lupinesilage, welke met A.I.V.-zuur was bereid.

De berekende voederwaardecijfers van deze beide silages zijn opgenomen in tabel 9.

Verder werd nagegaan op welke wijze de voederwaarde van verse en geënsileerde zoete lupine kan worden berekend uit de chemische samenstelling. Evenals bij graslandprodukten en lucerne, bleek bij zoete lupine het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit in sterke mate af te hangen van het ruw-eiwitgehalte, terwijl de zetmeelwaarde afhankelijk was van het ruwe-celstofgehalte. Bij dit beperkte aantal gegevens kon in dit opzicht geen fundamenteel verschil worden geconstateerd tussen verse en geënsileerde zoete lupine.

De uitkomsten werden tenslotte vastgelegd in enkele regressieformules, met behulp waarvan voor deze twee produkten het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit vrij nauwkeurig kan worden berekend uit het ruw-eiwitgehalte en de zetmeelwaarde kan worden benaderd, wanneer het ruwe-celstofgehalte en het asgehalte bekend zijn.

SUMMARY

RESEARCH INTO THE DIGESTIBILITY AND FEEDING VALUE OF FRESH AND ENSILED SWEET LUPINE

A research was made into the digestibility and feeding value of fresh and ensiled sweet lupine.

For this purpose we used data from the literature, on this subject, and the results of some own experiments.

Our experiments with *fresh* sweet lupine included two digestion trials, viz. one at Hoorn and one at the annex of our Agr. Exp. Station at Maarheeze. In both trials three wethers were used. The results of these digestion trials are mentioned in table 2 and the calculated feeding-value figures in table 3.

Our experiments with *ensiled* sweet lupine consisted of an ensiling experiment at Hoorn and a digestion trial at Maarheeze.

In the experiment at Hoorn two small concrete silo's were filled with chopped sweet lupine; in one nothing was added and in the other 5% of dried sugarbeets.

This last-named silage was very good: low pH, no butyric acid and a low protein-decomposition (table 5). The quality of the silage without addition was rather poor: pH = 4,6 and 0,30% butyric acid.

The losses of most of the components were almost the same in both silages (table 7), only there was a difference in the protein losses. In the silage without addition 33% of the crude protein was lost, whereas these losses in the other silage (to which sugarbeets were added) were only 19%.

The results of the digestion trial with this last-named silage are mentioned in table 8. The data from Maarheeze, also recorded in this table, refer to a sweet lupine silage, made with A.I.V. acid.

The calculated feeding-value figures of these two silages are mentioned in table 9.

Further we studied in what way the feeding value of fresh and ensiled sweet lupine can be calculated from the chemical composition. Just as in grassland products and lucerne, it proved that also in sweet lupine there was a good correlation between crude protein and the digestible crude protein content and a rather good correlation between crude fibre content and the starch equivalent. In this limited number of data no fundamental difference in this respect could be found between fresh and ensiled sweet lupine.

The results were recorded in regression formulae, by which the probable starch equivalent and digestible crude protein content can be calculated when the chemical composition is determined.

LITERATUUR

1. BONDI, A en Ch. MEYER, *Rehovot Bull.* **27** (1940) 3-68.
2. DIJKSTRA, N. D., *Landbouwk. Tijdschrift.* **49** (1937) 758.
3. FISSMER, F. E., *Ztschr. f. Tierernährung u. Futtermk.* **5** (1940) 1.
4. HERBST, J., *Tierernährung* **10** (1938) 402.
5. KASPRZIK, B., *Ztschr. f. Züchtung* **B 25** (1932) 111.
6. KIRSCH, W. en B. KASPRZIK, *Mitt. f. d. Landwirtschaft* **49** (1934) 764.
7. KIRSCH, W. en H. JANTZON, *Tierernährung* **10** (1938) 265.
8. STEENSBERG, V. en J. E. WINTHER, *Beretning f. Forsøgslab.* **177** (1938).
9. RICHTER, K. en K. E. FERBER, *Futterkonservierung* **4** (1933) 26.
10. RICHTER, K. en H. BRÜGGEMANN, *Forschungsdienst* **4** (1937) 395.