

## Kjemisk innhold og *in vitro* fordøyelsesgrad av lav

Chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of lichens.

**Torstein H. Garmo**, Institutt for husdyrernæring, Norges Landbrukshøgskole, Boks 25, N-1432 ÅS-NLH, Noreg.

*Samandrag:* Kjemisk innhold og *in vitro* fordøyelsesgrad av tørrstoffet er bestemt i 45 prøver av beitelav frå to stader i Sør-Noreg. Middell innhold (g/100g tørrstoff) av følgjande næringsstoff var: protein 4.2, feitt 3.2, trevlar 16.6, oske 1.9, kalsium 0.15, fosfor 0.09, magnesium 0.05, kalium 0.13, natrium 0.035, svovel 0.07. Innholdet (mg/kg tørrstoff) av mikronæringsstoffa var: kopar 2.5, molybden 0.11, sink 27.2, selen 0.12, jern 898 og mangan 154. Den midlare fordøyelsesgraden av tørrstoffet i lav-prøvene var 35%, men *in vitro* fordøyelsesanalyser undervurderer fordøyelsesgraden av lav. Det var ein stor variasjon mellom dei ulike lavartane for dei fleste næringsstoffa og fordøyelsesgraden. *Stereocaulon spp.* inneheldt meir protein, fosfor, svovel, kopar og molybden enn *Cetraria spp.* og *Cladonia spp.* Gulskinn hadde høgare fordøyelsesgrad, og innholdet av NFE, oske, kalsium og magnesium var høgare enn i kvitkrull, medan trevleinnholdet var størst i kvitkrull. Lav inneheldt mindre av dei fleste næringsstoffa samanlikna med gras, unnateke feitt, NFE, selen og jern.

**Rangifer**, 6(1):8 — 13

**Garmo, T. H.** 1986. Chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of lichens.

*Summary:* The chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility of 45 samples of different species of lichen are reported. Mean content (g/100 g dry matter) of the main nutrients was: crude protein 4.2, crude fat 3.2, crude fibre 16.6, ash 1.9, Ca 0.15, P 0.09, Mg 0.05, K 0.13, Na 0.035, S 0.07. The content of microminerals (mg/kg dry matter) was: Cu 2.5, Mo 0.11, Zn 27.2, Se 0.12, Fe 898, Mn 154. The mean *in vitro* dry matter digestibility was 35%. However, the *in vitro* method do underestimate the dry matter digestibility of lichens. *Stereocaulon spp.* showed higher levels of crude protein, P, S, Cu and Mo than *Cetraria spp.* and *Cladonia spp.* *Cetraria nivalis* showed higher digestibility and contained more NFE, ash, Ca, Mg, but less crude fibre than *Cladonia stellaris*. Lichens contained less amounts of most nutrients compared with grasses (Figure 1), except for crude fat, NFE, Se and Fe.

**Keywords:** Nutrients, macrominerals, microminerals, digestibility, reindeer, lichen.

**Rangifer**, 6(1):8 — 13

**Garmo, T. H.** 1986. Jäkälkien kemiallinen sisältö ja *in vitro* sulatuksen aste.

*Yhteenvedo:* Kuiva-aineen kemiallinen sisältö ja *in vitro* sulatusaste on määrätty 45:ssä kokeessa tärkeistä laidunjäkäläistä kahdella paikkakunnalla Etelä — Norjassa. Keskimääräinen sisältö (g/100 g kuiva-ainetta) seuraavissa ravintoaineissa oli: valkuaisainetta 4.2, rasvaa 3.2, kuituja 16.6, tuhkaa 1.9, kalsiumia 0.15, fosforia 0.09, magnesiumia 0.05, kaliumia 0.13, natriumia 0.035, rikkiä 0.07. Hivenainepitoisuus (mg/kg kuiva-ainesta) oli:

kuparia 2.5, molybdeenä 0.11, sinkkiä 27.2, seleeniä 0.12, rautaa 898 ja mangaania 154. Kuiva-ainneiden keskimääräinen sulatusaste jäkäläkokeissa oli 35%. Eri jäkäläajien välillä oli suuri vaihtelu eismmissä ravintoaineissa ja sulatusasteessa. *Stereocaulon spp.* sisälsi enemmän valkuaisainetta, fosforia, rikkiä kuparia ja typpettömien uuteaineiden, molybdeenä kuin *Cetraria spp.* ja *Cladonia spp.* Lapalumijäkälällä oli korkeampi sulatusaste, ja tuhkan, kalsiumin ja magnesiumin sisältö oli korkeampi kuin *Cladonia alpestris*-jäkälässä, mutta kuitusisältö oli korkein *Cladonia alpestris*-jäkälässä. Jäkälä sisälsi vähemmän useimmista ravintoaineista ruohoon verrattuna lukuunottamatta rasvaa, typpettä uuteaineita, seleeniä ja rautaa.

**Rangifer**, 6(1):8 — 13

## Innleiing

Ulike typer lav utgjer ein viktig del av reinen sitt føropptak på vinterbeite (Skjenneberg & Slagsvold 1968, Lenvik 1980). Laven er kjent for å innehalde lite protein og lite mineralar av ulike slag. Det er påvist mineralmangel hjå rein på vinterbeite (Staaland et al. 1982). Ved betre kjennskap til mineralinnhaldet i lav og andre beiteplanter kan behovet for supplering med mineralar sikrare vurderast. Bruk av saltslikkestein har vore under utprøving i Finnmark (Gundersen 1981). Kjennskap til innhaldet av ulike næringsstoff i dei vanlegaste beiteplantene er viktig ved vurdering av beitekvaliteten.

Innhaldet av næringsstoff i ein del viktige beiteplanter innan ulike plantegrupper er granska i samband med NLVF-prosjektet «Avling og kvalitet av fjellbeite». Granskinga byrja sommaren 1982 og vil bli avslutta i 1986. I denne førebels rapporten vert resultatata av dei ulike analysene for ymse artar og grupper av lav innsamla i åra 1982 — 1984 omtala.

## Materiale og metoder

Materialet som rapporten byggjer på omfattar i alt 43 prøver av ulike lav innan slektene *Cetraria*, *Cladonia* og *Stereocaulon*. Prøver av desse lavartane vart innsamla: islandslav (*Cetraria islandica*), gulskinn (*Cetraria nivalis*), kvitkrull (*Cladonia stellaris*), ljøs reinlav (*Cladonia arbuscula*), grå reinlav (*Cladonia rangiferina*) og saltlav (*Stereocaulon spp.*) Tal prøver av dei ulike artane går fram av tabell 1. Prøvene av ljøs og grå reinlav skilde seg lite frå kvarandre, og resultatata for desse to artane er derfor slått saman. Materialet omfattar dessutan to prøver av rabbeskjegg (*Alectoria ochroleuca*).

Dei aller fleste av lavprøvene er innsamla i to fjellområder i Sør-Noreg (Einunndalen, Follidal og Griningsdalen, Vågå) omlag 950 — 1000 m.o.h. Lavprøvene vart handplukka på ulike typer risheier med varierende lavdekning. Ved innsamlinga har ein tatt med berre toppen av laven, slik at den daude nedre del er skilt frå. Prøvene er også renska for innblanding av andre lavartar eller restar av høgare planter («artsreine prøver»).

Prøvene vart innsamla i juni — september, men flest prøver i slutten av veksttida. Prøvene vart tørka i tørkeskap ved 70°C og deretter male opp over 1.0 mm sikt før analysing. Innhaldet av trevlar, feitt og svovel er bestemt etter vanlege

analyserutiner ved Kjemisk analyselaboratorium, NLH (AOAC 1980). Innhaldet av oske, råprotein (N\*6.25), kalsium, fosfor, magnesium, kalium og natrium er analysert ved Institutt for husdyrnæring, NLH (AOAC 1980). Mikrominerala kopar, molybden, sink, selen, jern og mangan er analysert av Veterinærinstituttet, Oslo. Resultata frå dei sistnevnte analysene er delvis publisert før (Garmo et al. 1986). *In vitro* fordøyelsesanalysene av lavtørrestoffet (Tilley & Terry 1963) er også utført ved Institutt for husdyrnæring, NLH. Ved desse analysene er det nytta vomsaft frå sauer fóra på ein rasjon av timoteihøy og litt bygggrøyp. Resultata er gjeve som g/100g tørrstoff, (hovudnæringsstoffa og makrominerala) og mg/kg tørrstoff (mikrominerala). Ved den statistiske handsaminga av analyseresultata har ein testa om det er sikre skilnader på 5%-nivået mellom lavprøvene frå dei tre lavgruppene *Cetraria*, *Cladonia* og *Stereocaulon*.

## Resultat og diskusjon

Resultata av dei ulike analysene er stilt saman i tabellane 1 — 3.

Innhaldet av protein var omlag det same i middel for prøvene av *Cetraria* og *Cladonia*-artane (3.3 — 3.5%). Islandslav (*Cetraria islandica*) inneheldt jamt over litt meir protein enn gulskinn (*Cetraria nivalis*) (4.1 og 2.8%), noko Presthegge (1954) også fann i sine granskingar. Saltlav (*Stereocaulon spp.*) skilde seg markert ut frå dei andre lava med eit høgare protein-innhald (7.6%).

Det var også store skilnader i trevleinnhaldet. Islandslav og gulskinn har eit svært lågt trevle-innhald (4 — 6%), medan innhaldet i *Cladonia*-artane var i middel 33%. Saltlaven hadde verdiar som låg mellom dei to førnevnte lavgruppene (20%), eit resultat som er i samsvar med Presthegge (1954) og Lenvik (1980).

Innhaldet av nitrogenfri ekstraktstoff (NFE) var 20 — 25%-einingar høgare i *Cetraria spp.* enn *Stereocaulon spp.* og *Cladonia spp.* Årsaka er at trevleinnhaldet er høgare i dei to sistnevnte lavgruppene, og NFE blir utrekna som analyse-rest ved førmiddelanalysen.

Innhaldet av feitt i lav-prøvene var i middel 3.2%. Gulskinn hadde eit litt høgare innhald av feitt enn kvitkrull og saltlav i denne granskinga, som også påvist av Presthegge (1954). Islandslaven hadde eit lågare innhald enn gulskinn i denne granskinga. Av dei tre lavgruppene hadde

Tabell 1. Innhaldet av oske, råprotein, fett og trevlar (g/100 g tørrstoff) og fordøyelsesgraden av tørrstoffet (*in vitro*, %) i lav.

Table 1. The content of ash, crude protein, crude fat and crude fibre (g/100 g dry matter) and *in vitro* dry matter digestibility of different species of lichen.

Lavart	Tal prøver	Middel haustedato	Fordøyelsesgrad	Oske	Protein	Fett (Ether-ekstr.)	Trevlar
<i>Lichen species</i>	<i>Number of samples</i>	<i>Mean date of sampling</i>	<i>In vitro dry matter digestibil.</i>	<i>Ash</i>	<i>Crude protein</i>	<i>Ether-extract</i>	<i>Crude fibre</i>
Islandslav							
<i>Cetraria islandica</i>	8( 4) <sup>1)</sup>	11. aug.	39	2.4	4.1	1.8	4.3
Gulskinn							
<i>Cetraria nivalis</i>	6( 5)	14. aug.	62	2.6	2.8	4.1	6.0
Ljos og grå reinlav							
<i>Cladonia arbuscula</i> & <i>C. rangiferina</i>	5( 3)	12. sept.	20	1.5	3.5	1.5	33.4
Kvitkrull							
<i>C. stellaris</i>	15( 4)	9. aug.	25	1.2	3.3	3.5	32.5
Rabbeskjegg							
<i>Alectoria ochroleuca</i>	2( 2)	27. aug.	35	0.5	2.0	(8.8)	2.5
Saltlav spp.							
<i>Stereocaulon</i> spp.	9( 5)	11. aug.	37b <sup>2)</sup>	2.8a	7.6a	3.5a	19.8b
<i>Cetraria</i> spp.	14( 9)	12. aug.	49a	2.5a	3.5b	3.1a	5.2c
<i>Cladonia</i> spp.	20( 7)	18. aug.	24c	1.3b	3.3b	2.6a	32.9a
Lav, middel							
<i>Lichen, mean</i>	45(23)	15. aug.	35	1.9	4.2	3.2	16.6

1) Tala i parentes er tal prøver analysert for fett og trevlar.

*Figures in the brackets are numbers of samples analysed for contents of ether extract and crude fibre.*

2) Statistisk sikker skilnad ( $P < 0.05$ ) mellom middeltal innan same kolonne, som er merka med ulike bokstavar.

*Means within columns with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).*

saltlav og *Cetraria*-artane eit litt høgre feittinnhald enn *Cladonia*-artane. Rabbeskjegg inneheldt svært mykje fett (ether ekstrakt), men dette er truleg for ein stor del lavsyrer. Ved ether-ekstraksjon vil lav-syrene inngå i råfeittfraksjonen (Presthegge 1954).

Lav inneheld lite oske (mineralar). Høge verdjar kan skuldast forureiningar frå jord og planterestar. Størst oskeinnhald vart funne i saltlav (2.8%) og i *Cetraria*-artane (2.5%), men berre omlag halvparten i prøvene av *Cladonia*-artane (1.3%). Dette er i samsvar med ein nyleg

publisert oversikt over mineral-innhaldet i reinbeitelav (Åhman 1984). Kalsiuminnhaldet var spesielt høgt i islandslav, men også gulskinn inneheldt ein god del kalsium. Dei funne kalsiumverdiene i desse lavprøvene er monaleg høgre enn i tidlegare norske granskingar (Presthegge 1954, Solberg 1967), men omlag på same nivå som kanadiske granskingar (Scotter 1965). Innhaldet av kalsium i *Cladonia* spp. og saltlav var i middel 0.06 — 0.08%. *Cetraria* spp. inneheldt såleis 5 — 6 gonger meir kalsium enn dei to andre lavgruppene. Kvitkrull inneheldt

minst kalsium av dei analyserte lav-artane. Fosforinnhaldet var derimot minst i gulskinn og islandslav (0,06%), litt høgre i *Cladonia spp.* (0.09%), og meir enn dobbelt så høgt i saltlav (0.15%). Lenvik (1980) refererer kalsium- og fosfor-innhald i kvitkrull til å vera 0.11 og 0.05%. Dette er omlag den doble kalsiummengda, samanlikna med det som er funne i dette materialet. (Tabell 2). Magnesiuminnhaldet var jamt over dobbelt så høgt i saltlav og *Cetraria spp.* samanlikna med *Cladonia spp.* Kaliuminnhaldet var svært lågt i lav-prøvene, i middel 0.13%; og det var heller ikkje store skilnader mellom dei ymse lav-gruppene. Det var berre ein mindre variasjon i natriuminnhaldet mellom dei ymse lavgruppene og innhaldet varierte frå 0.031 — 0.041%. Svovel-innhaldet i *Stereocaulon spp.* var nesten tre gonger høgre enn i dei to

andre lav-gruppene (Tabell 3). Av makrominerala var det kalsium som viste den største variasjonskoeffisienten (CV 129%), noko mindre for kalium (82%) og fosfor (69%), og minst for natrium (58%), svovel (57%) og magnesium (56%).

Innhaldet av mikromineral var generelt lågt i alle lavprøvene, bortsett frå selen og jern, der innhaldet var størst av dei undersøkte plante-gruppene. Derimot var innhaldet av kopar, sink, mangan og svovel minst i lavprøvene for samtlege av dei analyserte plantegruppene (Garmo et al. 1986). *Stereocaulon spp.* hadde høgre innhald av kopar og molybden, men også av sink, jern og selen samanlikna med dei to andre lavgruppene (Tabell 3). Det var jamnt over ein mindre variasjon for innhaldet av mikromineral i lavprøvene enn for innhaldet av makromineral.

Tabell 2. Innhald av makromineral (g/100 g tørrstoff) i lav.  
Table 2. The content of macro-minerals (g/100 g dry matter) in different species of lichen.

Lavart	Tal prøver	Middel haustedato	Ca	P	Mg	K	Na
<i>Lichen species</i>	<i>Number of samples</i>	<i>Mean date of sampling</i>					
Islandslav <i>Cetraria islandica</i>	8	11. aug.	0.43	0.07	0.05	0.13	0.034
Gulskinn <i>Cetraria nivalis</i>	6	14. aug.	0.22	0.05	0.07	0.10	0.023
Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	15	9. aug.	0.06	0.08	0.03	0.13	0.038
Ljos og grå reinlav <i>Cladonia arbuscula</i> & <i>C. rangiferina</i>	5	12. sept.	0.07	0.12	0.04	0.11	0.052
Rabbeskjegg <i>Alectoria ochroleuca</i>	2	27. aug.	0.15	0.03	0.02	-	-
Saltlav spp. <i>Stereocaulon spp.</i>	9	11. aug.	0.08b <sup>1)</sup>	0.15a	0.06a	0.16a	0.031a
<i>Cetraria spp.</i>	14	12. aug.	0.34a	0.06b	0.06a	0.12a	0.031a
<i>Cladonia spp.</i>	20	18. aug.	0.06b	0.09b	0.03b	0.12a	0.041a
Lav, middel <i>Lichen, mean</i>	45	15. aug.	0.15	0.09	0.05	0.13	0.035

1) Statistisk sikker skilnad ( $P < 0.05$ ) mellom middeltal innan same kolonne, som er merka med ulike bokstavar.  
*Means within columns with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).*

Tabell 3. Innhold av mikromineral (mg/kg tørrstoff) og svovel (g/100 g tørrstoff) i lav.

Table 3. The content of micro-minerals (mg/kg dry matter) and sulphur (g/100 g dry matter) in different species of lichen.

Lavart	Tal prøver	Middel hauste dato	Cu	Mo	Zn	Se	Fe	Mn	S
<i>Lichen species</i>	<i>Number of samples</i>	<i>Mean date of sampling</i>							
Islandslav <i>Cetraria isl.</i>	4	10. aug.	2.1	0.09	30.6	0.13	565	115	0.06
Gulskinn <i>Cetraria niv.</i>	4	8. aug.	2.0	0.07	28.0	0.12	1091	151	0.05
Kvitkrull <i>Cladonia stellaris</i>	5	20. aug.	2.3	0.07	20.7	0.09	480	268	0.05
Ljos og grå reinlav <i>Cl. arbuscula</i> & <i>Cl. rangiferina</i>	2	8. sept.	2.2	0.14	23.2	-	-	-	0.05
Rabbeskjegg <i>Al. ochroleuca</i>	1	8. sept.	1.3	0.06	18.6	-	-	-	0.03
Saltlav spp. <i>Stereocaulon</i> spp.	5	17. aug.	3.9a <sup>1)</sup>	0.21a	33.8a	0.14a	1456a	84a	0.14a
<i>Cetraria</i> spp.	8	9. aug.	2.0b	0.08b	29.3ab	0.13a	828a	133a	0.05b
<i>Cladonia</i> spp.	7	26. aug.	2.3ab	0.09b	21.4b	0.09a	480a	268a	0.05b
Lav, middel <i>Lichen, mean</i>	21	18. aug.	2.5	0.11	27.2	0.12	898	154	0.07

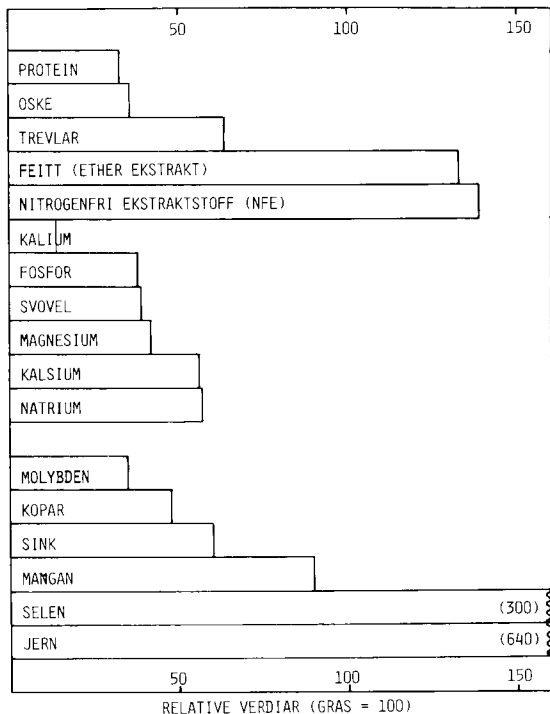
1) Statistisk sikker skilnad ( $P < 0.05$ ) mellom middeltal innan same kolonne, som er merka med ulike bokstavar.

*Means within columns with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).*

Størst var variasjonen for mangan (CV 118%), molybden (81%) og jern (77%), og mindre for selen (49%), kopar (47%) og sink (29%).

Det var ein stor variasjon i verdiane av fordøyelsesgraden bestemt ved *in vitro* metoden for dei ulike artane og gruppene av lav, noko som og er funne i andre granskingar (Person et al. 1980). Fordøyelsesgraden var omlag dobbelt så høg for *Cetraria*-artane (49%) som *Cladonia*-artane (24%). Analyse-verdiane for *Stereocaulon* spp. låg omlag midt mellom dei to andre lav-gruppene (37%). Gulskinn hadde ein spesielt høg fordøyelsesgrad (62%). Innholdet av protein er lågt for alle lavartane (Tabell 1), og dette kan ha redusert mikrobe aktiviteten, og dermed ført til låge *in vitro*-verdier. Dessutan kan ulike lavsyrer virke hemmande på mikrobe-aktiviteten i prøveglasa (Person et al. 1980). Det er i tillegg

problem med at dei finmalte lavprøvene festar seg på glasveggen i prøveglasa, og blir derfor ikkje påverka av mikrobene i «fordøyelsvæska». Det er påvist skilnader i fordøyelsesgraden av lavprøver bestemt med vomsaft frå rein samanlikna med andre husdyr, og dessutan er det ei rekkje andre faktorar som kan virke inn på resultatet av slike analyser (Trudell et al. 1980). I *in vivo* forsøk med rein er fordøyelsesgraden av lav-tørrstoffet funne å liggja opp mot 70 — 80% (Lenvik 1980). Resultata av *in vitro*-analysene gjev såleis verdier som ligg langt under den verkelege fordøyelsesgraden av laven. Dette er tidlegare vist i andre forsøk, bl.a. Person et al. (1980) og Trudell et al. (1980). *In vitro*-metoden eignar seg derfor ikkje for bestemmelse av fordøyelsesgraden av lav, men derimot for andre plante-grupper har denne



Figur 1. Kjemisk innhold i lav jamført med gras (Gras = 100) innsamla på fjellbeite i Oppland og Hedmark 1982 — 84.

Figure 1. Chemical composition of lichens compared with grasses (Grasses = 100) from mountain pastures of Oppland and Hedmark counties sampled 1982 — 1984.

laboratoriemetoden vist seg svært nyttig. Truleg vil «nylon-bag»-metoden gje sikrere og betre resultat for lavprøver enn *in vitro* analyser.

Figur 1 viser ei samanlikning av kjemisk innhold mellom lav og gras. Lav har eit mykje lågare innhold av dei fleste næringsstoffa samanlikna med gras. Selen-innhaldet i lav var omlag tre gonger høgre enn i gras-prøvene (Figur 1). Reinen synest såleis å vera betre stilt med omsyn til selentilførsel enn husdyra, da innhaldet av selen i mesteparten av både korn og grovfôr produsert her i landet er lågare enn normene krev. Dette gjev seg m.a. utslag i at innhaldet av selen i reinsdyr-lever er høgre enn hjå andre ville hjortedyr og sau (Frøslie et al. 1984).

Saltlav (*Stereocaulon spp.*) har jamnt over høgare innhold av dei fleste næringsstoffa enn *Cetraria spp.* og *Cladonia spp.*, men synest likevel ikkje å bli særleg beita av reinen (H. Sletten, pers. oppl.).

Jacobsen (1981) rapporterte også om lågt opptak av saltlav i forsøk med rein.

## Litteratur

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. 1980. Official methods of analysis. 13th ed. AOAC, Washington, D.C., USA.
- Frøslie, A., Norheim, G., Rambæk, J. P. & Steinnes, E. 1984. Levels of trace elements in liver from Norwegian moose, reindeer and deer in relation to atmospheric deposition. — *Acta vet. Scand.* 25: 333-345.
- Garmo, T. H., Frøslie, A. & Høie, R. 1986. Levels of copper, molybdenum, sulphur, zinc and manganese in native pasture plants from a mountain area of southern Norway. — *Acta Agric. Scand.* 36: xx-xx (in press)
- Gundersen, N. 1981. Tilskuddsføring med mineraler til rein på vinterbeite. — *Reindriftnytt* 15 (1): 8-9.
- Jacobsen, E. 1981. Fordøyelighet av saltlav (*Stereocaulon paschale*) til rein. — *Rangifer* 1(1): 27-28.
- Leivik, D. 1980. Reinen i beitet. — *Forelesningsnotat, Norges Landbruks-høgskole*. 150 pp.
- Person, S. J., Pegau, R. E., White, R. G. & Luick, J. R. 1980. *In vitro* and nylon-bag digestibilities of reindeer and caribou forages. — *J. Wildl. Manage.* 44: 613-622.
- Presthegge, K. 1954. Forsøk med lav til drøvtyggere og svin. — *Forsk. Fors. Landbr.* 5: 437-532.
- Scotter, G. W. 1965. Chemical composition of forage lichens from northern Saskatchewan as related to use by barren-ground caribou. — *Can. J. Plant Sci.* 45: 246-250.
- Skjenneberg, S. & Slagsvold, L. 1968. Reindriften og dens naturgrunnlag. Universitetsforlaget, Oslo/Bergen/Tromsø. 332 pp.
- Solberg, Y. J. 1967. Studies on the chemistry of lichens. IV. The chemical composition of some Norwegian lichen species. — *Ann. Bot. Fenn.* 4: 29-34.
- Staaland, H., Sæbø, S. & Bøe, U.-B. 1982. Undersøkelse over mineralmangel hos rein i Elgå. — *Reindriftnytt* 16(1): 11-12.
- Tilley, J. M. A. & Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. — *J. Br. Grassld. Soc.* 18: 104-111.
- Trudell, J., White, R. G., Jacobsen, E., Staaland, H., Ekern, K., Kildemo, K. & Gaare, E. 1980. Comparison of some factors affecting the *in vitro* digestibility estimate of reindeer forages. pp. 262-273. In: Reimers, E., Gaare, E. & Skjenneberg, S. (Eds.) *Proc. 2nd Int. Reindeer/Caribou Symp. Røros, Norway, 1979.*
- Åhman, B. 1984. Renbeteslavarnas mineralinnehåll — en litteraturoversikt. Samnordisk reinforskings-konferanse på Kongsvold okt. 1984. — *Bilag til Rangifer nr. 2 1984, s. 44-63.*