

# Sojauba ja selle kõrvalsaadused lüpsilehma söödana

## Sissejuhatus

Sojauba ja selle kõrvalsaaduste lisamine lüpsilehma söödaratsiooni on üsna levinud praktika. Sojaoal põhinevad söödad on head asendamatute aminohapete allikaks ning sobivad enamasti igat tüüpi rohusöödal baseeruva söödaratsiooniga. Sõltuvalt töötlemistehnoloogiast võivad sojaoal baseeruvad söödad olla kõrge kvaliteediga toorproteiini, vatsas lõhustuva-, lõhustumatu- ja lahustuva proteiini, energia, toorrasva ning kiudainete allikaks (tabel 1).

**Tabel 1.** Lüpsilehmade söötmisel kasutatavate sojaoal baseeruvate söötade keemiline koostis ja toiteväärtus (kuivaine baasil).<sup>1</sup>

Näitaja	Sojaoa kestad	Sojasrott (44%)	Sojasrott (48%)	Töödeldud sojasrott (suure VLP sisaldusega)	Sojasrott, pressitud	Kuum- töödeldud sojauba	Sojauba, töötlemata
Kuivaine, %	90,0	88,0	88,0	92,0	91,0	90,0	86,0
Toorproteiin, %	12,1	50,0	54,5	48,7	48,5	40,9	40,9
Vatsas lõhustumatu proteiin (VLP), % toorproteiinist	30,0	35,0	35,0	51,0	60,0	50,0	26,0
Vatsas lõhustumatu proteiin, % kuivainest	3,6	17,5	19,1	24,8	29,1	20,5	10,6
Lahustuv proteiin, % toorproteiinist	20,0	20,0	20,0	10,1	19,0	17,0	40,0
Lahustuv proteiin, % kuivainest	2,4	10,0	10,9	4,9	9,2	6,9	16,4
ADF, %	50,0	10,0	6,0	8,2	8,5	11,0	10,0
NDF, %	67,0	14,0	8,0	20,6	12,5	13,8	13,0
Seeduvad toitained kokku, %	77,0	84,0	87,0	85,0	85,0	84,0	91,0
Energia, MJ/kg	7,34	8,12	8,40	8,22	8,22	8,14	8,86
N-ta ekstraktiivainet, %	13,5	27,3	30,0	18,1	27,1	21,9	23,3
Toorrasv, %	2,3	1,4	1,0	6,8	5,4	18,3	17,7
Toortuhk, %	5,1	7,3	6,5	5,8	6,5	5,1	5,1
Kaltsium, %	0,59	0,30	0,29	0,54	0,29	0,28	0,28
Fosfor, %	0,21	0,68	0,70	0,73	0,65	0,65	0,65
Magneesium, %	0,27	0,30	0,32	0,30	0,28	0,26	0,26
Kaalium, %	1,34	2,12	2,28	2,34	1,90	1,89	1,89
Väävel, %	0,11	0,37	0,48	0,40	0,37	0,38	0,38
Mangaan, ppm	14,0	31,0	41,0	37,0	32,0	33,0	33,0
Vask, ppm	11,0	24,0	22,0	18,0	20,0	14,0	14,0
Tsink, ppm	48,0	57,0	61,0	61,0	60,0	50,0	50,0
Raud, ppm	496,0	223,0	227,0	208,0	155,0	158,0	158,0
Seleen, ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Allikas: Dairy Reference Manual, third edition. NRAES-63.

<sup>1</sup>tabelis toodud väärtused on kasutamiseks kui sööda koostise analüüs pole kättesaadav.

Soja on söödaratsioonis eelkõige proteiini- ja energiaallikas. Kui sojauba on nõuetekohaselt kuumtöödeldud on see täiendavaks vatsast mööduva proteiini ja rasva allikaks. Samas sojauba, mida pole temperatuuriga töödeldud on lõhustuva ja lahustuva proteiini allikaks.

Sojasrott on proteiiniallikaks lüpsilehmadele söötmisel. Mõningad kuumtöödeldud sojaubade produktid suurendavad söödaratsiooni vatsast mööduva proteiini osakaalu.

Sojaoa kestad on aga suurepäraseks seeduva kiu allikaks. Neid lisatakse sageli lüpsilehmade söödaratsiooni suurendamiseks koresööda osakaalu või vähendamaks vatsa atsidoosi riski.

Kahtlemata on sojauba ja selle kõrvalsaadused mitmesuguste toitainete allikaks lüpsilehmade söödaratsioonis. Kuid nagu iga söödaga, on ka sojaoal baseeruvatel söötadel teatud piiranguid, mida peab teadma saavutamaks maksimaalne kasu nende söötmisel lüpsilehmadele.

### **Töötlemata sojaoad**

Sojaube, mida ei ole kuumtöödeldud, saab edukalt lisada piimakarja söödaratsiooni. Töötlemata sojaoast saavad lehmad nii lõhustuvat kui lahustuvat proteiini aga ka energiat ubade suure rasvasisalduse tõttu. Soovitav söötmistase on kümme protsenti kogu söödaratsiooni kuivainest. Lüpsilehmade soovituslikult mitte rohkem kui 1,8-2,3 kg päevas.

Töötlemata sojaoad sisaldavad ensüüme lipaas ja lipoksidaas, mis võivad põhjustada ubades sisalduva rasva oksüdatsiooni. Lipaas võib põhjustada sojaubades sisalduva õli hüdrolyüütilist rääsumist või vabade rasvhapete vabanemist. Nimetatud ensüümid inaktiveeruvad temperatuuril üle 79,4 °C. Lipoksidaas soodustab oksüdatiivset rääsumist või peroksiidide moodustumist. Suurte töötlemata sojaoa koguste korral võivad peroksiidid vatsa mikroobidele olla toksilised. Eriti tundlikud peroksiidide poolt põhjustatud toksilisusele on noored vasikad, mistõttu tuleks alla nelja kuu vanustele vasikatele vältida töötlemata sojaubade söötmist. Lipoksidaas inaktiveerub temperatuuril üle 49 °C.

Vältimaks lipaasi ja lipoksidaasiga seotud probleeme, on soovitatav töötlemata (tooreid) sojaubasad säilitada tervetena. Kui ube ei söödeta tervetena, siis tuleks need muljuda, purustada või jahvatada enne söötmist või jõusöödashusse lisamist. Ideaalis tuleks selline jõusöödashugu valmistada talvel iga kahe ja suvel iga ühe nädala tagant.

Toored sojaoad sisaldavad ka ensüümi ureaas, mis hüdrolyüsib karbamiidist ammoniaaki. Seetõttu ei soovitata töötlemata ubasad sisaldavasse täisratsioonilisse segasööta täiendavalt karbamiidi lisada. Karbamiidi kokkupuutel purustatud või jahvatatud tooreste sojaubadega,

võib suhteliselt lühikese aja jooksul vabaneda ammoniaak. Tuleb silmas pidada, et lehmad on üsna tundlikud gaasilise ammoniaagi suhtes ja kui seda on söödaratsioonis liiast väheneb kuivaine söömus.

Kui täisratsioonilise segasööda hulka lisatakse pigem terveid ja töötlemata kuid mitte toorelt purustatud või jahvatatud sojaubasid, siis on kaheldav, kas karbamiid põhjustab märkimisväärse ureaasi aktiivsuse. Samas ensüümi aktiivsus võib suurenedagi kui mõned oad purustatakse segasööda käitlemisel ja segamisel. Küll aga võib töötlemata sojaubasid sööta koos sileeritud materjaliga, mille juures on lisandina kasutatud karbamiidi, kuna tavapärase sileerimise käigus karbamiidi sisaldus kaob või väheneb oluliselt.

Töötlemata sojaoad sisaldavad trüpsiini inhibiitorit ja võimalikke muid nõ anti-ensüüme, mis võivad vähendada proteiini seedet ja selle kasutamist lihtmaoliste loomade puhul. Samas mainitud anti-ensüümid ei mõjuta märkimisväärselt mäletsejalisi seoses nende unikaalse vatsa ainevahetusega. Lisaks, töötlemata sojaoas sisalduv valk sojain (inglise keeles *soyain*) on toksiline mõnedele lihtmaoliste loomadele.

### **Kuumtöödeldud sojauba**

Kuumtöödeldud sojaoad sisaldavad ühes kuivaine kilogrammis 33-44% toorproteiini, 15-22% toorrasva ning niiskusesisaldus on üldjuhul 12%. Nõuetekohaselt töödeldud sojaubade keskmine vatsas lõhustumatu proteiini sisaldus toorproteiinist on 50%. Kaks levinumat kuumtöötlemise meetodit on röstimine ja ekstruuderiga töötlemine. Mõlemal meetodil on omad eelised ja puudused.

### **Röstitud sojaoad**

Röstitud sojaoad on väga levinud viis sojaubade söötmiseks, pakkudes loomale nii vatsas lõhustuvat proteiini kui ka rasva. Röstitud sojauba sobib suurepäraselt enamike rohusöödal baseeruvate ratsioonide puhul, kuid suurimaid eeliseid on täheldatud rohusilol põhineva ratsiooni korral. Seda võib lisada ratsiooni kuni 18% ratsiooni kuivainest. Kuid mitmetel juhtudel kui ratsiooni on lisatud ka teisi jõusöötaid, piirab sojaubade vatsas lõhustumatu proteiini ja/või rasvasisaldus selle kogust ratsioonis.

Praktikas on peamiselt kasutusel kaks erinevat tüüpi röstimiseadet – trummelröster ja kõrge õhutemperatuuriga kuivati, kus sojaoad juhitakse üle perforeeritud restpõranda, mille avade

kaudu liigub kuum õhk. Trummelrösteris kukuvad oad pöörlevasse trumlisse, kus õhutemperatuur on vahemikus 204-315 °C. Enne väljumist jäävad sojaoad umbes üheks minutiks kuuma õhuga keskkonda. Kui oad jäävad trummelrösterisse kauemaks kui üks minut, võivad need kõrvetatud saada. Tavaliselt on üleküpsetatud ubade hulk minimaalne.

Seadmed, kus sojaubadele perforeeritud põranda avadest kuum õhk peale puhutakse, põhjustavad vähem üleküpsetamist ja võivad trummelrösterist olla energiatõhusamad. Kuigi tavaliselt on seda tüüpi seadmed kallimad.

Röstimisprotsessi peamine eesmärk on saavutada ühtlane kuumtöötlemine ja võimaldada ubasid niisutada või hoida neid jahtumata täiendava aja jooksul. Trummelrösteri läbinud sojaoad on üsna ühtlase koostisega söödamerjal. Kõige sagedamini kasutatakse meetodit, kus ubade röstimine toimub avatud leegiga. See on üks teguritest, mis tingib enim varieeruvust vatsas lõhustumatu proteiini sisalduses.

Avatud leegiga röstimisseadme puhul mõjutavad vatsas lõhustumatu proteiini sisaldust ubade niiskusesisaldus, ubade puhtuseaste ja keskkonna temperatuur. Pole haruldane kui vatsas lõhustumatu proteiini sisaldus toorproteiinis varieerub 40-65%. See võib seletada mõningaid tulemusi piimatoodangu näitajates, mida on täheldatud nii teadusuuringutes kui tootmiskatsetes.

Wisconsini ülikooli teadlased on leidnud, et erinevused sojaubade vatsas lõhustumatu proteiini sisalduses ja lüsiini kättesaadavuses on tingitud kuumtöötlemisviiside eripäradest (tabel 2). Tulemustest selgus, et lüpsilehmadele mõeldud sojaubade optimaalne töötlemisrežiim on nende kuumutamine 146 °C juures ja seejärel veega niisutamine 30 minutit ilma täiendava jahutamiseta. Niisutamistemperatuur on alati madalam kui röstemisseadme väljuvate sojaubade temperatuur, sest oad kaotavad niiskust aurustumise kaudu. Selle tulemusel on sõltuvalt ubade niiskusesisaldusest, nende temperatuur 5-6 kraadi võrra madalam.

**Tabel 2.** Erinevate tehnoloogiatega toodetud sojaubade *in vitro* lõhustumatu proteiini, lüsiini, omastatava lüsiini ja vatsast mööduva omastatava lüsiini ning proteiini lahustuvuse indeks (PLI).

Töötlemis- tehnoloogia	Lõhustumatu proteiin <sup>1</sup> , % kogu proteiinist	Lüsiin (mg/g N)	Omastatav lüsiin (mg/g N)	Vatsast mööduv, omastav lüsiin <sup>2</sup> , (mg/g N)	PLI, % kogu proteiinist
Kuumtöötlemata	33 <sup>a</sup>	305	280	92 <sup>a</sup>	86,3 <sup>a</sup>
123 °C 30 min	44 <sup>bc</sup>	302	287	126 <sup>bc</sup>	30,9 <sup>b</sup>
135 °C 0 min	46 <sup>cd</sup>	313	295	136 <sup>bcd</sup>	18,5 <sup>c</sup>
135 °C 30 min	55 <sup>de</sup>	306	288	158 <sup>de</sup>	14,3 <sup>d</sup>
146 °C 0 min	57 <sup>ef</sup>	301	277	158 <sup>de</sup>	10,8 <sup>e</sup>
146 °C 15 min	63 <sup>efg</sup>	288	262	165 <sup>de</sup>	9,6 <sup>e</sup>
146 °C 30 min	61 <sup>efg</sup>	312	286	174 <sup>e</sup>	9,5 <sup>e</sup>
153 °C 30 min	65 <sup>fg</sup>	273	239	155 <sup>de</sup>	9,4 <sup>e</sup>
160 °C 30 min	66 <sup>g</sup>	255	218	144 <sup>cd</sup>	8,6 <sup>e</sup>
standardviga	2,9	21,1	19,1	9,6	0,78

Allikas: Cornell Nutrition Conference Proceedings, 1994. Use of heat processed soybeans in dairy rations. L.D. Satter, T.R. Dhiman ja J.T. Hsu.

<sup>1</sup>Kuue mõõtmise keskmine

<sup>2</sup>Leitud arvutuslikult korrutades lõhustumatu proteiini fraktsioon omastatava lüsiiniga.

<sup>a-h</sup>Veerus toodud erinevate tähtedega väärtused on statistiliselt oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ).

## SOBIVA KUUMTÖÖTLEMISTEHNOLLOOGIA LEIDMINE

Kõikumised loomade toodangunäitajates võivad olla põhjustatud neile söödetud sojaubade ebasobivast töötlemistehnoloogiast. Kui sojaubasid töödeldakse liialt madala temperatuuriga võib kaasneda vatsas lõhustuva proteiinisalduse oluline vähenemine söödaratsioonis. Samas kui töötlemisel kasutatakse liiga kõrget temperatuuri tekib Maillardi produkt, mis muudab proteiini peensooles seedumatuks. Ebasobivate kuumtöötlemistehnoloogiatega tõttu võib vähendada ka lüsiini kättesaadavust soolestikus. Neil põhjustel on vaja kasutusele võtta mõningaid kvaliteedinäitajaid, et piimatootjad oleksid kindlad ostetud sööda kvaliteedis.

Turul on olemas testid, mis aitavad kindlaks teha, kas kuumtöötlemine on olnud piisav või siis mitte. Levinud meetod on *ureaasi* aktiivsuse test, mille puhul väljendatakse suurenenud pH väärtust. Sojaoad, mille väärtus on vahemikus 0,05-0,30, puhul on tegemist nõuetele vastava kuumtöötlemisega. Kui sojauba söödetakse täisratsioonilise segasööda koostises või karbamiidi sisaldava konserveeritud teraviljana, on soovituslik vahemik 0,05-0,10.

Teine levinud viis on proteiini (vees) lahustuvuse indeksi (PLI) test. Söödakomponendi lahustuvus väheneb seoses kuumtöötlemise aja pikenedes ja temperatuuri tõusuga. Antud

protseduuri kasutamine võimaldab hinnata sojaubadele rakendatud kuumust röstimise ajal. Optimaalselt kuumtöödeldud sojaubade ideaalne PLI-väärtus on vahemikus 9-11. Sojaoad PLI-väärtusega üle 14 puhul on kasutatud kuumtöötlemine olnud ebapiisav. PLI testi peamine puudus on asjaolu, et optimaalse kuumtöötlemis režiimi puhul kaotab see oma tundlikkuse. Näiteks kui PLI-väärtus langeb 14-lt 9-le, võib vatsas lõhustumatu proteiini ja soolestikkus kättesaadava lüsiini osakaal suureneka (vt. tabel 2). Väiksema muutus võib kuumtöödeldud sojaubade puhul antud väärtust mõjutada. Selles vahemikus tundlikkuse puudumine on PLI testi puudus.

### RÖSTITUD SOJAUBADE OSAKESTE SUURUS

Enamik teadusuuringuid on leidnud, et osakeste suurusel on mõju kuumtöödeldud sojaubade proteiini lõhustuvusele. Röstitud sojaubade osakeste suurus võib mõjutada suuretoodanguliste lüpsilehmade söödaproteiini kasutamist. Probleem on selles, et väikestes söödaosakestes lõhustub proteiin tõenäoliselt kiiremini kui suuremates söödaosakestes.

Wisconsini ülikooli teadlased uurisid katses lüpsilehmadega kuumtöödeldud täistera sojaubade koguse suurendamise mõju toodangule. Lehmadele söödeti ratsiooni kore- ja jõusööda suhtega 1:1-le, kuumtöödeldud täistera sojaubade sisaldusega 0, 12, 18 ja 24% ratsiooni kuivainest. Mõju piimatoodangule ja -koostisele on toodud tabelis 3. Teadlased leidsid, et kuumtöödeldud sojaubade söötmine 12-18% ratsiooni kuivainest suurendas lehmadel piimatoodangut.

**Tabel 3.** Lehmade piimatoodang ja koostis erinevate röstitud sojaubade koguste söötmisel.

	Täisterana röstitud sojaoad, % kuivaines			
	0	12	18	24
Piimatoodang, kg/p	34,8 <sup>c*</sup>	37,4 <sup>b</sup>	38,7 <sup>a</sup>	38,7 <sup>a</sup>
Piimarasv, kg/p	1,12 <sup>c</sup>	1,19 <sup>a</sup>	1,16 <sup>b</sup>	1,17 <sup>b</sup>
Piimavalk, kg/p	1,08 <sup>c</sup>	1,13 <sup>b</sup>	1,16 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>

Allikas: Knapp D.M. jt. 1991. J. Dairy Sci. 74:2563–2572.

<sup>a,b,c</sup> Keskmised väärtused sama rea lõikes erineva tähega on statistiliselt oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ).

Märkus: ratsioonid sisaldasid 26-27% NDF-i, 16,8-19,7% toorproteiini, ME 7,02-7,29 MJ/kg kohta ning rasvasisaldused on vastavalt (0, 12, 18, 24) 3,0%, 5,1%, 6,4% ja 7,0% (kuivaine baasil).

\*Kilogrammide arvutused esialgses artiklit naelades toodud koguste põhjal (toimetaja märkus).

Teises Wisconsini teadlaste uuringus hinnati erinevate söödaosakeste suurusega kuumtöödeldud sojaubade söötamise mõju lüpsilehmade piimatoodangule (tabel 4). Lehmadele söödeti ratsiooni, mis sisaldas lutserni kuivsilu, maisisilu, konserveeritud maisitõlvikuid,

sojaube, mineraalaineid ja vitamiine. Sojaubade sisaldus oli kõigis söödaratsioonides 18% (kuivaines). Kuumtöödeldud sojaubade PLI-väärtus oli antud katses 10,6. Parimad toodangunäitajad saadi ratsioonidega, kus lehmadele söödeti kuumtöödeldud sojauba tervelt ja poolikute ning poolikuna ja neljandikuna.

**Tabel 4.** Lehmade kuivaine söömus ja piimatoodang erineva osakeste suurusega sojaubade söötmisel<sup>1</sup>.

	Täistera töötlemata sojauba	Kuum- töödeldud sojauba, tervelt ja poolikuna	Kuum- töödeldud sojauba, poolikuna ja neljandikuna	Kuum- töödeldud sojauba neljandikuna ja väiksemana	Jämedalt jahvatatud kuum- töödeldud sojauba	Standard- viga	P- väärtus
Kuivaine söömus, kg/p	24,3*	24,0	23,6	23,5	23,9	0,50	0,9
Piimatoodang, kg/p	36,1 <sup>b</sup>	38,0 <sup>ab</sup>	38,6 <sup>a</sup>	37,3 <sup>bc</sup>	36,9 <sup>bc</sup>	0,09	0,003
EKM-piima- toodang (3,5% rasva), kg/p	35,3 <sup>bc</sup>	37,6 <sup>a</sup>	37,1 <sup>ab</sup>	35,0 <sup>c</sup>	35,3 <sup>bc</sup>	0,70	0,04
Piimarasv, %	3,37	3,43	3,27	3,16	3,25	0,08	0,20
Piimavalk, %	3,04	3,04	3,02	3,04	3,08	0,02	0,60

Allikas: Dhiman T.R. jt. 1996. J. Dairy Sci. 80:1722–1727.

<sup>a,b,c</sup> Keskmised väärtused sama rea lõikes erineva tähga on statistiliselt erinevad.

\*Kilogrammide arvutused esialgses artiklit naelades toodud koguste põhjal (toimetaja märkus).

Pennsylvania ülikoolis läbiviidud uuringus selgitati töötlemistehnoloogia mõju proteiini *in situ* lõhustuvusele. Katses kahe varajases laktatsioonistaadiumis holsteini tõugu lüpsilehmaga, kes olid varustatud vatsafistuliga selgitati söödaosakeste suuruse mõju sojaubade lõhustuvusele vatsas. Proteiiniallikaks olid toored ja kuumtöödeldud sojaoad, mis olid kas purustatud või jahvatatud. Tabelis 5 on toodud erinevalt töödeldud sojaubade kuivaine ja toorproteiini efektiivne lõhustuvus vatsas. Kuumtöödeldud sojaubade jahvatamine suurendas sööda kogupinda ja võimaldas söödamassi lõhustamist vatsamikroobide poolt enam. Seda nii kuivaine kui toorproteiini osas. Tulemuseks oli peenestatud ja kuumtöödeldud sojaubadel sarnased toorproteiini lõhustuvused võrreldes purustatud töötlemata sojaubade ja jahvatatud sojasrotiga.

**Tabel 5.** Erinevalt töödeldud sojaubade kuivaine ja toorproteiini efektiivne lõhustuvus vatsas (%)<sup>1</sup>.

	Purustatud toores sojauba	Jahvatatud toores sojauba	Purustatud ja röstitud sojauba	Röstitud ja jahvatatud sojauba
Kuivaine	53,2 <sup>b</sup>	67,6 <sup>a</sup>	53,3 <sup>b</sup>	62,5 <sup>a</sup>
Toorproteiin	47,7 <sup>bc</sup>	63,4 <sup>a</sup>	38,8 <sup>c</sup>	51,9 <sup>b</sup>

Allikas: Lykos T. jt. 1995. J. Dairy Sci. 78:1789–1801.

<sup>a,b,c</sup> Keskmised väärtused sama rea lõikes erineva tähega on statistiliselt oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ).

Mitmete uurimuste põhjal on järeldatud, et kuumtöödeldud sojaubade söödetaavaks osakeste suuruseks on terved/poolikud ja poolikud/neljandikud, sest nii tagatakse söödas optimaalne vatsas lõhustumatu proteiini sisaldus. Tervete/poolikute sojaubade söödaosakeste suuruse puhul on söödaosakeste separatsioon täisratsioonilises segasöödas minimaalne või puudub üldse, samas jõusöötade koostisesse sobivad paremini sojaoad, mis on peenestatud poolikuks/neljandikuks. Kui kuumtöödeldud sojaubade söötmisel on eesmärgiks vatsas lõhustumatu proteiini tagamine, ei ole soovitatav sööda peenestamine ega granuleerimine.

### **Pressitud sojaoad**

Pressitud sojaoad puutuvad seadmes kokku kõrgete temperatuuridega, mille tulemusel on väljuvate ubade temperatuur vahemikus 132-149 °C. Pressimine on järjepidev ja ühtlane kuumutamiseviis. Nimetatud protsessis sojaoad peenestatakse, kuumutatakse ja pressitakse läbi tigupressi, mille tulemused tekib linditaoline produkt. Kuumuse toimet hõlbustab seemne eelnev füüsiline purustamine. Kuna antud protsess lõhub sojaubades sisalduvad rasvakuulikesed, aitab see lüpsilehmadele söötmisel vatsas vabastada söödas oleva rasva. Pressitud sojaubade söõtmine liialt suures koguses võib põhjustada piimarasva depressiooni.

Tabelis 6 on toodud kokkuvõtte seni avaldatud ja avaldamata uuringutest, kus kuumtöödeldud ja pressitud sojaubasid võrreldi lüpsilehmadele söötmisel sojasroti ja kuumtöötlemata sojaubadega. Keskmise piimatoodangu suurenemine oli 1,36 kuni 1,59 kg päevas. Tegu võib olla mõju alahindamisega, kuna ebapiisavalt kuumtöödeldud sojaubasid kasutati mitmetes võrdlustes.



**Tabel 6.** Kuumtöödeldud sojaubade söötmise mõju söömusele ja piimajõudluse näitajatele<sup>1</sup>.

	Piimatoodang, kg/p	Muutus piimarasva sisalduses, %	Muutus piimavalgu sisalduses, %	Kuivaine söömus, kg/p
Röstitud sojauba	1,59 (16) <sup>2</sup>	+0,06 (16)	-0,07 (16)	-0,09 (16)
Pressitud sojauba	1,32 (20)	-0,17 (19)	-0,06 (17)	+0,09 (18)

Allikas: Cornell Nutrition Conference Proceedings, 1994. Use of heat processed soybeans in dairy rations. L.D. Satter, T.R. Dhiman ja J.T. Hsu.

<sup>1</sup>Sojasrott või kuumtöötlemata sojaoad oli kontroll-ratsioonina

<sup>2</sup>Arv sulgudes on võrdluste arv

## Sojasrott

Sojasrott on meeldiva maitsega, toitainete rikas, hästi seeduv ja suhteliselt ühtlane proteiiniallikas. Sojasrottil on väga hea aminohapete profiil. See on kontsentreeritud proteiini- ja energiaallikas ning selles kiudainete sisaldus on väiksem kui enamikes muudes srottides.

Sojasrotti on peamiselt kahte tüüpi. Esimene on lahustiga ekstraheeritud sojasrott, mis sisaldab 44% toorproteiini. Teine lahustiga ekstraheeritud sojasrott on kooritud (kestad), sisaldades 48% toorproteiini. Samuti on olemas suure vatsas lõhustumatu proteiini sisaldusega sojasroti produkte, mida on kuumtöödeldud ja rahuldavad lüpsilehmade ratsioonis vatsas lõhustumatu proteiini vajaduse. Sojasroti väärtust tuleks hinnata lähtuvalt sellest, mida selle lisamine söödaratsiooni juurde annab ja selle hinnast toitaine ühiku kohta.

## Lahustiga ekstraheeritud sojasrott

Antud sööt sisaldab 44% või 48% toorproteiini naturaalkaalus (kuivaine baasil on näitajad vastavalt 50% ja 54,5%). Teine sojasrott (48%) sisaldab umbes 8% neutraalkiudu (NDF), samas kui esimese sroti (44%) NDF-i sisaldust korrigeeritakse 14%-le röstitud sojakestade lisamisega.

Sojasroti valmistamisel oad peenestatakse ja selles sisalduv rasv eraldatakse orgaanilise lahustiga nagu hekseen. Tulemuseks on väikese rasvasisaldusega sojaprodukt, mida kasutatakse söödatööstuste poolt kõige enam.

## Sojakook

Sojakook valmistatakse õli mehhaanilise välja pressimise teel. Nimetatud protsessi tulemusel jääb produkti rohkem õli kui pärast sojaubade ekstraheerimist, mistõttu on see lehmadele maitavam, sest sisaldab vähem tolmu ja peenosakesi. Kuivõrd kook sisaldab rohkem toorasva

kui srott on selle energiasisaldus mõnevõrra suurem. Sojakoogi kättesaadavus on tavaliselt piiratud.

### **Suure vastas lõhustuva proteiinisaldusega sojasrott**

Tavalise sojasroti lisamine annab ratsiooni juurde lõhustuvat proteiini. Ainult väike osa sojasroti proteiinist on vatsast mööduv. Sojasroti kuumutamine või töötlemine aktiveerib keemilise reaktsiooni suhkrute ja aminohapete vahel, mis suurendab selles vatsas lõhustumatu proteiini osakaalu. Sõltuvalt sojasroti töötlemistehnoloogiast võib vatsas lõhustumatu proteiinisaldus varieeruda vahemikus 50-70%.

Vähestes söötmiskatsetes on kuumtöödeldud sojaubade asemel ratsioonis kasutatud kuumtöödeldud sojasroti. Vähe on teavet selle kohta, milline on sojasroti optimaalne kuumtöötlemisprotsess.

Kommertsiaalsed meetodid suure vatsas lõhustumatu proteiini sisaldusega sojasroti tootmiseks hõlmavad eelkuumutamise-pressimise, pressimise ja mitte-ensümaatilist kuumtöötlemise (karamelliseerimise) protsessi. Otsuste tegemine selgitamaks, milline toode kõige paremini toimib, peaks põhinema kontrollitud teadusuuringute analüüsil. Samuti tuleks silmas pidada sööda vatsas lõhustumatu proteiini sisalduse mõju sojasroti toiteväärtusele ja maksumusele.

### **Kuumtöödeldud ja pressitud sojaprodukt**

Seda tehnoloogiat kasutades on toodetud kommertsialnimedega tooted nagu SoyPlus® ja Soy Best®.

SoyPlus® (tootjapoolne) toitainete sisaldus kuivaines on järgmine:

- toorproteiin 48,9%
- vatsas lõhustumatu proteiin 60,0%
- happekiud 8,0%
- neutraalkiud 23,7%
- toorrasv 5,7%

Mitmetes uuringutes on võrreldud SoyPlus® produkti ja kuumtöötlemata sojasrotti. Teaduskirjanduses on hinnatud selle vatsas lõhustumatu proteiini sisaldust, mis jääb vahemikku 55-67%. Enamustes SoyPlus®-iga korraldatud söötmiskatsetes on täheldatud positiivset mõju piimatoodangule, samas on ka uuringuid kus erinevust leitud ei ole.

Soy Best® (tootjapoolne) toitainete sisaldus kuivaines on järgmine:

- toorproteiin 47,7-48,3%
- vatsas lõhustumatu proteiin 56,0-58,0%
- happekiud 8,0%
- neutraalkiud 27,3%
- toorrasv 5,0-5,1%

Mitmetes söötmiskatsetes on võrreldud Soy Best® ja kuumtöötlemata sojasrotti. Kirjanduse põhjal on selle vatsas lõhustumatu proteiini sisalduseks 52%. Teadusuuringutes on tavaliselt Soy Best®-i söötmisel täheldatud positiivset mõju piimatoodangule.

### **Eelkuumutamise-pressimise tehnoloogia**

Turul on saadaval mitu eelkuumutatud ja pressitud sojaproducti, st Soy King®, InstaSoy-XP® ja SoyMax®. Kontrollitud teadusandmeid kus on uuritud nimetatud produktide mõju vatsas lõhustumatule proteiinile ja piimatoodangule ei ole avaldatud. Ettevõtete arv, kes analüüsisid vatsas lõhustumatu proteiini sisaldust on piiratud.

### **Mitte-ensümaatilise kuumtöötlemise tehnoloogia**

Selle tehnoloogia teine nimetus on lignosulfaadiga töödeldud sojasrott. On tõestatud, et vatsa seede eest kaitstud sojasrotti saab kui selle niiskusesisaldus on viidud 17%-ni, sellele on eelnevalt lisatud ksüloosi ja seda kuumutatakse 30 minutit 149 °C juures. Eelnevalt kooritud ja mitte-ensümaatiliselt kuumtöödeldud sojaoad on kommertsiaalselt saadaval produktina Soy Pass®.

Soy Pass®-i ja kuumtöötlemata sojasrotti võrdlemiseks on läbi viidud mitmeid uuringuid. Teaduskirjanduses põhjal jääb selle toote vatsas lõhustumatu proteiini sisaldus vahemikku 66 kuni 82%. Suurem osa Soy Pass®-iga läbi viidud teadusuuringutest on näidanud selle positiivset mõju piimatoodangule, kuigi osades uurimustes pole söötade vahel olulisi erinevusi

täheldatud. Ühes uurimuses aga järeldasid autorid, et mitte-ensümaatilisel pruunistatud sojasrotiga saavutab sama piimatoodangu poole väiksema koguse söötmisel kui kuumtöötlemata sojasroti puhul.

Soy Pass® (tootjapoolne) toitainete sisaldus kuivaines on järgmine:

- toorproteiin 53,2%
- vatsas lõhustumatu proteiin 74,0%
- happekiud 5,8%
- neutraalkiud 7,7%
- toorrasv 1,0%

### **Sojaoakestad**

Sojakestad on sojaubade töötlemisetehnoloogia kõrvalsaadus, mis on väike ligniini- ja mittestruktuursete süsivesikute ning suhteliselt suur energiasisaldus. Tegemist on suurepärase vatsas seeduva kiu allikaga. Enamiku söötmissrežiimide puhul võib sojakestasid lüpsilehmade ratsiooni lisada kuni 10% söödaratsiooni kuivainest. Neid võib lisada nii lüpsilehma kui kinnislehma ratsiooni.

Nebraska ülikooli teadlased uurisid võimalusi asendamaks sojakestadega koresööda kiudu nii kesklaktatsiooni kui värskelt poeginud lehmade söötmisel. Uuringu eesmärgiks oli hinnata jämedalt hekseldatud lutserniheina lisamise mõju söödaratsioonile, kus sojakestadega oli asendatud 25 või 42% koresööda kuivainest (tabel 7). Kontrollratsiooni sisaldas 60% silo ja sojakestasid ei lisatud.

**Tabel 7.** Söodaratsioonide koostised, kus koresööda kuivaine on osaliselt asendatud sojakestadega.

	Kontroll	Väheses koguses sojakestasid heinata	Väheses koguses sojakestasid heinaga	Suures koguses sojakestasid heinata	Suures koguses sojakestasid heinaga
<b>Komponendid<sup>1</sup>, % kuivaines</b>					
Lutsernisilo	30,0	22,5	12,6	17,4	7,5
Maisisilo	30,0	22,5	12,6	17,4	7,5
Lutsernihein	-	-	19,8	-	20,1
Sojakestad	-	15,0	14,8	25,3	25,0
Teramais	16,9	17,2	18,9	15,1	17,0
Sojasrott 44%/piiritusepraak	17,8	18,6	17,1	20,6	18,6
<b>Keemiline koostis, % kuivaines</b>					
Kuivaine	61,9	66,8	76,3	72,9	82,6
Toorproteiin	16,0	16,5	15,5	16,7	16,8
NDF	29,5	31,7	32,2	33,3	34,2

Allikas: Weidner S.J. jt. 1994. J. Dairy Sci. 77:513-521.

<sup>1</sup>Kõik ratsioonid sisaldasid 4,2-4,3% mineraalide ja vitamiinide segu.

Suurema sojakestade kogusega heinapõhist ratsiooni saanud lehmad andsid rohkem piima ja säilitasid sarnase EKM-piimatoodangu (4% rasva) võrreldes kontrollratsiooni saanud lehmadega. Suure ja vähese sojakesta kogusega heinata ratsioonide korral vähenes piimarasva- ja piimavalgutoodang (tabel 8). Antud uurimuses asendati edukalt sojakestadega osaliselt koresöötasid ainult juhul kui ratsioonis oli jämedalt hekseldatud hein.

**Tabel 8.** Lehmade jõudlusnäitajad, kui söödaratsioonis asendati koresööt osaliselt sojakestadega.<sup>1</sup>

	Kontroll	Väheses koguses sojakestasid heinata	Väheses koguses sojakestasid heinaga	Suures koguses sojakestasid heinata	Suures koguses sojakestasid heinaga	Standardviga
Kuivaine söömus, kg/p	50,9 <sup>b</sup>	49,5 <sup>b</sup>	49,1 <sup>b</sup>	51,0 <sup>b</sup>	56,8 <sup>a</sup>	0,53
Piimatoodang, kg/p	70,2 <sup>b</sup>	69,3 <sup>b</sup>	66,0 <sup>c</sup>	69,9 <sup>b</sup>	76,3 <sup>a</sup>	<0,1
EKM-piim (4% rasva), kg/p	66,0 <sup>a</sup>	61,6 <sup>b</sup>	53,9 <sup>c</sup>	60,7 <sup>b</sup>	69,5 <sup>a</sup>	0,8
Piimarasv, %	3,56 <sup>a</sup>	3,26 <sup>b</sup>	2,94 <sup>c</sup>	3,20 <sup>bc</sup>	3,36 <sup>b</sup>	0,09
Piimavalk, %	3,15 <sup>a</sup>	3,14 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>	2,93 <sup>b</sup>	3,15 <sup>a</sup>	0,07

Allikas: Weidner S.J. jt. 1994. J. Dairy Sci. 77:513-521.

<sup>a,b,c</sup> Keskmised väärtused sama rea lõikes erineva tähega on statistiliselt oluliselt erinevad ( $P < 0,05$ ).

Tuginedes mitmetele uuringutele on väidetud, et sojakestadega jõu- või koresööda asendamine võib mõjutada piimatoodangut, kuid mitte selle koostist. Sojakestade liigne söötmine koresööda asemel võib kahjulikult mõjuda vatsa fermentatsioonile ning vähendada piimarasva toodangut ja halvendada looma tervist. Teisel juhul, kui asendada sojakestadega liigselt teraviljasid, võib tulemuseks olla vähenenud piimatoodang seoses väiksema energia söömusega. Täiendavaid teadusuuringuid on vaja selgitamiseks söödaratsioonis jõu- või koresööda sojakestadega asendamisel kaasnevaid puudusi.

Autor – Virginia A. Ishler

Lüpsikarja nõuande spetsialist

Tõlkis EMÜ dotsent Marko Kass