

ERINEVATE GLÜKOSINOLAATIDE SISALDUS EESTIS TOODETUD RAPSISEEMNETES JA -KOOGIS

R. Leming, A. Lember, T. Kukk

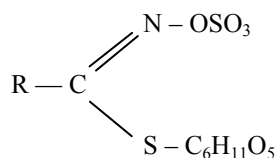
ABSTRACT. *The content of individual glucosinolates in rapeseed and rapeseed cake produced in Estonia. The aim of the study was to investigate the content of individual glucosinolates in rapeseed and rapeseed cake produced in Estonia. Two commercial rapeseed samples and seven rapeseed cake samples were collected from three different batches and analysed for glucosinolate content in different laboratories. Rapeseed cake was produced and samples were taken from AS Werol Tehased crushing plant in year 2000 and 2003. Rapeseed was crushed, heated in the cooker for 20–25 minutes and oil was extracted by mechanical screwpress. Total glucosinolate content in rapeseed cake analysed in 2000 varied from 11,4 $\mu\text{mol/g}$ (in dry matter basis) to 19,8 $\mu\text{mol/g}$ having an average content of 15,8 $\mu\text{mol/g}$. The most common glucosinolates in rapeseed cake were progoitrin (6,2 $\mu\text{mol/g}$), 4-hydroxy-glucobrassicin (4,5 $\mu\text{mol/g}$) and gluconapin (3,5 $\mu\text{mol/g}$). Similarly, glucosinolate content in rapeseed and rapeseed cake analysed later in 2000 indicated that progoitrin, 4-hydroxy-glucobrassicin, gluconapin and sinalbin constituted about 90% of all detected glucosinolates. Glucosinolate content in samples analysed in 2003 was found similar to the results from previous analyses. Heat treatment negatively affected the content of glucosinolates. In average the content of total glucosinolates decreased by 47%. Glucobrassicin and 4-hydroxy-glucobrassicin were the most thermolabile glucosinolates.*

Keywords: rapeseed, rapeseed cake, glucosinolates, heat treatment.

Sissejuhatus

Sealiha tootmiskuludest moodustab ligikaudu 70% söötade maksumus, mistõttu sigade söötmise optimeerimine on olulise tähtsusega. Järjest rohkem pakuvad seakasvatajatele huvi kohalikud proteiinsöödad, sest sojasroti hind maailmaturul on pikemat aega näidanud kasvutendentsi. Heaks proteiinsöödaks on rapsikook – sigadele sobiliku aminohappelise koostisega ja, mis esmatähtis, suhteliselt odav. Rapsikoogi kasutamist sigade söödana on varasematel aegadel takistanud tema suur glükosinolaatide sisaldus, kuid tänapäeval viljeldavates rapsisortides on glükosinolaate vähe (nn 00- või 000-sordid). Söötmiskatsetest on selgunud, et rapsikooki võib kasvavate sigade (alates 20 kg kehamassist) söödasegudesse olenevalt glükosinolaatide sisaldusest võtta 5–15% ning sigade jõudlusnäitajad ei ole halvemad kui sojasrotti tarbivatel sigadel (Hickling, 1994; Hickling, 1996; Mateo jt, 1998; Patience jt, 1996; Raj jt, 2000; Robertson jt, 2000; Siljander-Rasi jt, 1996).

Glükosinolaadid on väävlit sisaldavad ühendid, mis naturaalselt esinevad ainult taimedes. Kõik ristõieliste sugukonda kuuluvad taimed sisaldavad glükosinolaate. Mädarõikale, sinepile, erinevatele kapsastele ja kaalikatele, ka rapsile ja rüpsile omane kibe-mõrkjas maitse tuleneb just nende ühendite sisaldusest. Sinalbiin oli esimene glükosinolaat, mis isoleeriti 1831. aastal sinepi seemnetest (Das jt, 2000). Praeguseks on avastatud üle saja erineva glükosinolaadi, mida iseloomustab ühine struktuurivalem (joonis 1). Glükosinolaadid koosnevad lämmastiku aatomiga seotud tiosulfaadist, väävlit aatomiga seotud β -glükoosist ja R-radikaalst, mille keemiline ehitus annab erinevatele glükosinolaatidele nende individuaalsuse.



Joonis 1. Glükosinolaatide üldvalem
Figure 1. The general structure of glucosinolates

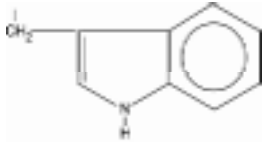
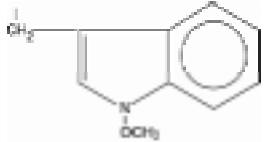
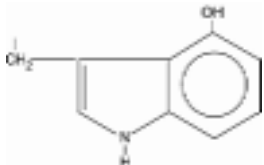
Rapsis on siiani avastatud 27 erinevat glükosinolaati, millest seitse kuni kaheksa (tabel 1) on suurema tähtsusega. Ülejäänud glükosinolaate on rapsis väga vähe ja nendele tavaliselt suuremat tähelepanu ei pöörata.

Glükosinolaadid on bioloogiliselt mitteaktiivsed ühendid, mis hüdroolüüsuvad ensüüm mürosinaasi (tioglükosiid glükohüdrolaas) toimel glükoosiks, sulfaadiks, ja sõltuvalt hüdroolüüsi keskkonnatingimustest, kas isotiotsüanaatideks, tiotsüanaatideks ja/või nitrilideks (joonis 2). Viimased ühendid, eriti aga isotiotsüanaadid, võivad olla toksilised ja strumogeensed, põhjustades loomadel (ka inimestel) erinevate siseorganite kahjustusi ja

mõjutades organismi ainevahetust. Glükosinolaatide laguproduktid pärsivad organismis joodi sidumist ja türoksiini moodustumist kilpnäärmes, põhjustades selle suurenemist ja kahjustades türoksiiniga seotud hormonaalseid protsesse (Bell, 1984; Kadarik, Reintam, 1985). Tulenevalt glükosinolaatide kibe-mõrkjast maitsest on neil ühenditel ka negatiivne mõju ratsiooni söömusele. Seevastu väikestes kogustes on isotiotsüanaadid stimuleeriva toimega ja võivad vähendada vähi haigestumise riski. Mitmed kirjandusallikad viitavad kahele põhilisele anti-kantserogeensele mehhanismile – üks nendest on seotud vähi teket põhjustavate mutageenide pärssimisega ja teine tekkinud vähirakkude apoptoosi (raku loomulik surm) suurendamise ja vähirakkude paljunemise takistamisega (Johnson, 2001; Zúkalová, Vašák, 2002).

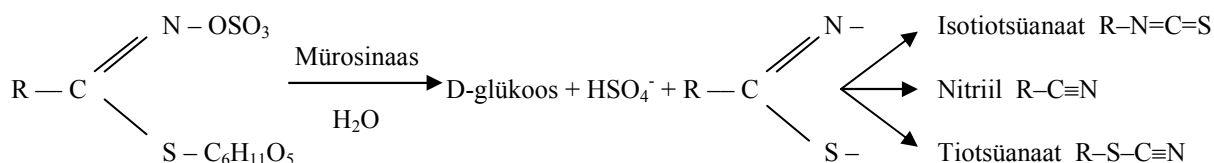
Tabel 1. Olulisemad rapsi glükosinolaadid

Table 1. Main glucosinolates in rapeseed

Glükosinolaat/ <i>Glucosinolate</i>	Keemiline nimetus	Radikaal
Alifaatsed glükosinolaadid: <i>Aliphatic glucosinolates:</i>		
Sinigriin/ <i>Sinigrine</i>	2-propenüülglükosinolaat	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 -$
Glükonapiin/ <i>Gluconapin</i>	3-butenüülglükosinolaat	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$
Glükobrassikanapiin <i>Glucobrassicinapin</i>	4-pentenüülglükosinolaat	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$
Progoitriin/Progoitriin	2-OH-3-butenüülglükosinolaat	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 -$
Napoleiferiin/Napoleiferin	2-OH-4-pentenüülglükosinolaat	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 -$
Indolüülglükosinolaadid: <i>Indole glucosinolates:</i>		
Glükobrassitsiin <i>Glucobrassicin</i>	3-indolüülmetüülglükosinolaat	
Neoglükobrassitsiin <i>Neoglucobrassicin</i>	1-metoksü-3-indolüülmetüülglükosinolaat	
4-hüdroksüglükobrassitsiin <i>4-OH-glucobrassicin</i>	4-OH-3-indolüülmetüülglükosinolaat	

Rapsiseemnetes paiknevad glükosinolaadid ja neid hüdroolüüsiv mürosinaas erinevates piirkondades. Seemnete mehaanilise vigastamise (jahvatamise, pressimise, mälumise, kahjurite poolt tekitatud vigastuste) toimele vabaneb mürosinaas teda ümbritsenud rakkudest ja, puutudes kokku glükosinolaatidega, alustab nende lagundamist eelpool mainitud toksilisteks ühenditeks (Bones, Rossiter, 1996). Õlitööstustes on seega väga oluline pärast rapsiseemnete esmast mehaanilist töötlemist võimalikult kiiresti mürosinaas inaktiveerida. Seemnete purustamisele järgneva kuumtöötlemise käigus mürosinaas inaktiveerub kõrge temperatuuri (100–105 °C) toimele ja edasine glükosinolaatide ensümaatiline hüdroolüüs seetõttu peatub. Glükosinolaadid on aga võimelised lagunema ka kõrge temperatuuri toimele. Erinevate allikate andmetel laguneb termilisel töötlemisel keskel läbi 20–50% glükosinolaatidest (Aumaitre jt, 1989). Tekkivad laguproduktid osaliselt

lenduvad, kuid osa neist jääb siiski pressitavasse kooki ning need võivad olla sama toksilised kui ensümaatilisel hüdrolyüsil tekkivad ühendid (Campell, Slominski, 1990; Shahidi jt, 1997). Külmtöötlemisel kasutatakse madalamaid temperatuure (50–60 °C) ja võib oletada, et glükosinolaatide ensümaatiline hüdrolyüs toimub kogu töötlemise vältel ning jätkub tõenäoliselt mingil määral ka pärast töötlemist. Sellisel viisil saadud rapsikoogis on arvatavasti toksiliste laguproduktide sisaldus seetõttu ka mõnevõrra suurem. Tuleb aga märkida, et töötlemise käigus lagundamata jäänud glükosinolaatide hüdrolyüs jätkub loomade seedekanalil, eriti jämesooles, kuna paljud soolebakterid on võimelised selleks vajalikku mürosinaasi ka ise tootma.



Joonis 2. Glükosinolaatide ensümaatilise hüdrolyüsi lihtsustatud skeem

Figure 2. Enzymatic hydrolysis of glucosinolates

Glükosinolaatide bioloogiline funktsioon taimedes ei ole veel päris täpselt teada, kuid arvatakse, et nende ühendite laguproduktid mängivad olulist rolli taimede kaitsel kahjurite ja haigusetkitajate vastu. Lisaks sellele on glükosinolaadid seotud taime kasvumehhanismidega ning väävlil ja lämmastiku metabolismiga.

Vähese eruukhappe (2% rapsiõlis) ja glükosinolaatide (alla 25 µmol/g rapsiseemnetes) sisaldusega 00-sortide aretamist alates 1974. aastast võib rapsi kasvatamise pikas ajaloos pidada suureks läbimurdeks, mille tulemusena hakati rapsisöötaid julgelt ja suuremates kogustes söötma ka lindudele ja sigadele. Esimene 00-rapsisort aretati Kanadas ja kandis nime "Tower". Selliseid, aretustöö tulemusena saadud rapsisorte hakati Kanadas 1979. aastal nimetama uue terminiga *Canola*, mis on lühend ingliskeelsetest sõnadest *Canada oil low acid*.

Glükosinolaatide sisalduse vähendamisel aretuse teel on olnud ka oma hind – taimed on muutunud paljudele kahjuritele ja haigusetkitajatele atraktiivsemaks ning see omakorda on põhjustanud taimekaitsevahendite intensiivsema kasutamise rapsi kasvatamisel.

Söödaseaduse (RT I 2002, 18, 97) alusel jõustus 2002. a 1. juulil Eestis põllumajandusministri määrus nr 54 «Soovimatute ainete loetelu, nende sisalduse lubatud piirmäärad söödas ning lubatud piirmäär ületavas koguses soovimatut ainet sisaldava söödämaterjali kasutamise kord sööda tootmisel». Selle määruse alusel ei tohi Eestis toota, vahendada ja segasööda tootmiseks või loomade söötmiseks kasutada rapsiseemneid, mille üldglükosinolaatide sisaldus ületab 25 mikromooli grammis, ning rapsikooki või -srotti, mille üldglükosinolaatide sisaldus ületab 35 mikromooli grammis.

Et glükosinolaatide toksiliste laguproduktide sisaldus rapsikoogis varieerub küllalt suurel määral, sõltudes konkreetsest seemne sordist, kasvuaastast ja -tingimustest ning koogi pressimistehnoloogiast (niiskus, temperatuur), siis monogastriliste loomade söötmisel tuleb glükosinolaatide sisaldusega kindlasti arvestada. Erinevate autorite soovitusi üldistades võiks sigade söödaratsioon sisaldada glükosinolaate 2–4 µmol/g (McGee, 1998; Schöne jt, 1997a, 1997b; Bell, 1993), kusjuures sööda glükosinolaatide sisaldus juba üle 2 µmol/g on nii mõnegi uurija katsetes halvendanud sigade nuumajõudlusnäitajaid nende väheneva isu ja väiksema juurdekasvu tõttu (Tischendorf, 1998; Schöne jt, 2002). Lisaks glükosinolaatidele esineb rapsis ka teisi toiteväärtust alandavaid ja jõudlust pärssivaid ühendeid, millest olulisemad on tanniin ja fütiinhape (Bourdon, Aumaitre, 1990; Lee, Hill, 1983). Tanniinisaldus rapsikoogis võib olla 1,5–3%, fütiinhappesisaldus 3–6% (Bell, 1993).

Eestis on üldglükosinolaatide sisaldust uuritud suvirapsi ja -rüpsi (Pedak, 1997) ning talirüpsi (Kalev, 2002) erinevates sortides.

Antud töö eesmärk oli välja selgitada Eestis kasutatavate rapsiseemnete ja -koogi glükosinolaatide sisaldus ning uurida kuumtöötlemise mõju erinevate glükosinolaatide sisaldusele.

Materjal ja meetodika

Rapsiseemne ja -koogi proovid võeti aastal 2000 ja 2003 AS-st Werol Tehased. Kolmest erinevast partiist võeti ja analüüsiti kokku 2 kodumaise päritoluga seemne- ja 7 koogiproovi. Rapsikoogi tootmisel kasutati kuumtöötlemist, kus rapsiseemnete purustatud massi kuumutati küpsetis 20–25 minutit ja õli eemaldati mehaanilise tigupressiga. 2000. aasta jaanuaris saadeti 5 koogiproovi erinevate glükosinolaatide analüüsimiseks Soome Põllumajandusuurimiskeskusesse. Proovid I, II ja III võeti rapsikoogist, mille tootmisel oli küpseti temperatuur 92–100 °C. Proovid IV ja V võeti rapsikoogist, mille tootmisel oli temperatuur küpsetis 96–106 °C. Sama aasta novembris saadeti 1 seemne- ja 1 koogiproov glükosinolaatide detailseks analüüsimiseks Taani Biotehnoloogia Instituuti. Proov võeti rapsikoogist, mille tootmisel oli temperatuur küpsetis 96–100 °C. 2003.

aasta jaanuaris analüüsiti 1 seemne- ja 1 koogiproovi glükosinolaatide sisaldus Taanis Eurofins Danmark A/S laboratooriumis. Proov võeti rapsikoogist, mille tootmisel oli temperatuur küpsetis 112–120 °C. Glükosinolaatide analüüsimiseks kasutati kõigis nimetatud laborites vedelikkromatograafilist meetodit.

Tulemused ja arutelu

2000. aastal Soomes analüüsitud viie rapsikoogi andmed on ära toodud tabelis 2. Kõigi proovide keskmine glükosinolaatide sisaldus kuivaines oli 15,8 µmol/g, varieerudes 11,4 mikromoolist 19,8 mikromoolini. Üksikute glükosinolaatide analüüs näitas, et progoitriin oli kõikides proovides suurima sisaldusega, moodustades peaaegu poole kogu glükosinolaatide kogusest. Glükonapiini keskmine sisaldus koogis oli 3,5 mikromooli, kuid selle glükosinolaadi sisaldus varieerus väga palju, sõltudes konkreetsest proovist. Arvestades, et 4-hüdroksüglükobrassitsiin on tuntud oma kõrge termolabiilsuse (ligikaudu 70% laguneb kuumtöötlemise käigus) poolest, on mõnevõrra üllatav selle glükosinolaadi suhteliselt suur sisaldus nendes proovides. Summeerides progoitriini, glükonapiini ja 4-hüdroksüglükobrassitsiini keskmised sisaldused, selgub, et need glükosinolaadid moodustavad umbes 90% kogu rapsikoogis sisalduvatest glükosinolaatidest.

Tabel 2. Toitainete ja tähtsamate glükosinolaatide sisaldus 2000. aastal analüüsitud rapsikoogi proovides
Table 2. The content of nutrients and main glucosinolates in rapeseed cake analysed in year 2000

Näitajad Traits	Rapsikook / Rapeseed cake					Keskmised väärtused Average content \bar{x}
	I	II	III	IV	V	
Kuivaine / Dry matter, %	96,0	96,0	96,0	95,2	95,5	
Toorproteiin / Crude protein, %	34,8	36,3	36,1	34,3	35,4	
Toorrasv / Crude fat, %	13,4	10,6	10,7	14,4	13,6	
Toorkiud / Crude fibre, %	11,7					
Toortuhk / Crude ash, %	6,7					
Glükosinolaadid, µmol/g kuivaines Glucosinolates, µmol/g dry matter	11,36	14,73	19,82	17,18	15,98	15,81
Progoitriin/Progoitriin	4,74	5,8	8,65	6,29	5,62	6,22
Glükonapiin/Gluconapin	1,93	4,11	5,15	3,19	3,11	3,50
4-hüdroksüglükobrassitsiin 4-OH-glucobrassicin	4,05	3,09	3,73	5,95	5,43	4,45
Glükobrassikanapiin Glucobrassicinapin	0,46	1,51	2,04	1,24	1,29	1,31
Glükobrassitsiin/Glucobrassicin	0,18	0,22	0,25	0,51	0,53	0,34

2000. aastal analüüsitud rapsiseemnete ja -koogi toitainete ja erinevate glükosinolaatide sisaldused on kajastatud tabelis 3. Glükosinolaatide sisaldus kokku oli seemnetes 7,4 mikromooli grammis ja koogis 7,5 mikromooli grammis, mis on vastavalt ligikaudu kolm ja neli korda väiksem Eestis lubatud piinormist. Tabelist selgub, et 4-hüdroksüglükobrassitsiin, progoitriin, sinalbiin ja glükonapiin on neli põhilist glükosinolaati, moodustades ligikaudu 90% kogu rapsiseemnetes ja -koogis sisalduvatest glükosinolaatidest. Tabelis 3 toodud tulemuste alusel ei saa aga objektiivselt hinnata kuumtöötlemise mõju glükosinolaatide sisaldusele, sest seemne- ja koogiproovid võeti küll samal päeval, kuid erinevatest partiidest.

2003. aastal Taanis analüüsitud rapsiseemnete ja -koogi andmed on ära toodud tabelis 4. Glükosinolaatide sisaldus kokku oli seemnetes 9,3 mikromooli grammis ja koogis 7,4 mikromooli grammis, mis on samuti mitmeid kordi väiksemad Eestis lubatud piinormist. Sarnaselt 2000. aastal analüüsitud proovidega moodustavad 4-hüdroksüglükobrassitsiin, progoitriin ja glükonapiin ligikaudu 90% kogu rapsiseemnetes ja -koogis sisalduvatest glükosinolaatidest. Tabelist 4 selgub, et kuumtöötlemise mõjul vähenes kogu glükosinolaatide sisaldus sööda õlivabas kuivaines peaaegu poole võrra. Töötlemine mõjutas kõige rohkem glükobrassitsiini ja 4-hüdroksüglükobrassitsiini sisaldust, vähendades nende kogust õlivabas kuivaines üle 70 protsendi.

Kõigi analüüsitud rapsiproovide alusel võib öelda, et glükosinolaatide sisaldus nii seemnetes kui ka koogis oli suhteliselt väike, varieerudes koogis 9,3 ja 19,8 mikromooli ning seemnetes 14,0 ja 17,9 mikromooli vahel (grammis õlivabas kuivaines). Kui arvestada kasvavate sigade sööda glükosinolaatide sisalduse soovituslikuks maksimumpiiriks 3 µmol/g (2–4 µmol/g), siis leitud glükosinolaatide sisalduse alusel võiks sellise sööda koostisesse lisada 15–30% rapsikooki. Muidugi, 30% rapsikoogisisaldus sigade ratsioonis suurendab liigselt selle toorkiuisaldust ning mõjub pärssivalt sigade jõudlusele.

Tabel 3. Toitainete ja tähtsamate glükosinolaatide sisaldus 2000. aastal analüüsitud rapsikoogi proovides
Table 3. The content of nutrients and main glucosinolates in rapeseed cake analysed in year 2000

Näitajad Traits	Rapsiseemned/Rapeseed		Rapsikook / Rapeseed cake		Töötlemise mõju glükosinolaatide sisaldusele, % The effect of heat treatment on the content of glucosinolates, %
	Sisaldus naturaalses söödas Content in natural feed	Sisaldus õlivabas kuivaines Content in oil-free dry matter	Sisaldus naturaalses söödas Content in natural feed	Sisaldus õlivabas kuivaines Content in oil-free dry matter	
Kuivaine / Dry matter, %	92,2		91,0		
Toorproteiin / Crude protein, %	19,8		33,1		
Toorrasv / Crude fat, %	39,1		11,5		
Toorkiud / Crude fibre, %	8,4		11,9		
Toortuhk / Crude ash, %	4,2		6,4		
Glükosinolaadid, µmol/g Glucosinolates, µmol/g	7,4	14	7,5	9,3	-34
Glükorafaniin/Glucorafanin	>0,2	>0,4	>0,2	>0,3	-34
Glükoallüsiin/Glucoallysin	>0,2	>0,4	>0,2	>0,3	-34
Progoitriin/Progoitrin	2,2	4,1	2,9	3,6	-12
Napoleiferiin/Napoleiferin	0,1	0,19	0,2	0,3	32
Glükonapiin/Gluconapin	0,7	1,3	1,4	1,8	38
4-hüdroksüglükobrassitsiin 4-OH-glucobrassicin	2,7	5,1	1,5	1,9	-63
Glükobrassikanapiin Glucobrassicinapin	0,2	0,4	0,5	0,6	66
Glükobrassitsiin/Glucobrassicin	0,2	0,4	0,2	0,3	-34
Glükonasturtiin/Gluconasturtin	>0,2	>0,4	>0,2	>0,3	-34
Sinalbiin/Sinalbin	1,3	2,5	0,8	1	-60

Tabel 4. Erinevate glükosinolaatide sisaldus 2003. aastal analüüsitud rapsiseemnete ja -koogi proovides
Table 4. The content of main glucosinolates in rapeseed and rapeseed cake analysed in year 2003

Näitajad Traits	Rapsiseemned/Rapeseed		Rapsikook / Rapeseed cake		Töötlemise mõju glükosinolaatide sisaldusele, % The effect of heat treatment on the content of glucosinolates, %
	Sisaldus naturaalses söödas Content in natural feed	Sisaldus õlivabas kuivaines Content in oil-free dry matter	Sisaldus naturaalses söödas Content in natural feed	Sisaldus õlivabas kuivaines Content in oil-free dry matter	
Kuivaine / Dry matter, %			89,6		
Toorproteiin / Crude protein, %			33,3		
Toorrasv / Crude fat, %			11,7		
Toorkiud / Crude fibre, %			10,4		
Toortuhk / Crude ash, %			6,3		
Glükosinolaadid, µmol/g Glucosinolates, µmol/g	9,3	17,9	7,4	9,5	-47
Progoitriin/Progoitrin	3,6	6,9	3,7	4,7	-32
Napoleiferiin/Napoleiferin	0,2	0,4	0,2	0,3	-25
Glükonapiin/Gluconapin	1,4	2,7	1,5	1,9	-30
4-hüdroksüglükobrassitsiin 4-OH-glucobrassicin	3,5	6,7	1,5	1,9	-72
Glükobrassikanapiin Glucobrassicinapin	0,4	0,8	0,4	0,5	-38
Glükobrassitsiin/Glucobrassicin	0,2	0,4	0,1	0,1	-75

Kuna kõikide analüüsitud proovide tulemused näitasid, et 4-hüdroksüglükobrassiin, progoitriin ja glükonapiin moodustavad kõige olulisema osa rapsiseemnetes sisalduvatest glükosinolaatidest, siis söötmise seisukohalt võiks sordiaretuse eesmärgiks soovitada just nende glükosinolaatide vähendamist. Lähtudes samadest analüüsitulemustest, tuleks edaspidi suuremat tähelepanu pöörata eelpool mainitud kolme glükosinolaadi metabolismile, et välja selgitada nende hüdrolüüsi kulg ja tekkivate ühendite spetsiifiline toime loomorganismis.

Kokkuvõte

Rapsikoogi kui aminohappeliselt koostiselt väärtusliku seasööda kasutamine sõltub temas olevate glükosinolaatide kogusest.

Käesolevas artiklis leiavad käitlemist uurimistöö tulemused, mille eesmärgiks oli välja selgitada Eestis kasutatavate rapsiseemnete ja -koogi glükosinolaatide sisaldus ja selle sõltuvus rapsikoogi töötlemistemperatuurist.

Glükosinolaatide analüüsimiseks kasutati kõigis laborites (Taani Biotehnoloogia Instituut, Eurofins Danmark A/S, Soome Põllumajandusuurimiskeskus) vedelikkromatograafilist meetodit.

Analüüsiandmetest selgus, et glükosinolaatide sisaldus nii rapsiseemnetes kui koogis (õlivabas kuivaines) oli väike, vastavalt 14,0–17,9 µmol/g ja 9,3–19,8 µmol/g. Et kasvavate sigade söödarsioonis võib sisalduda 3 µmol/g (maksimaalselt 4 µmol/g) glükosinolaate, saaks nende söödasegusse võtta 15–30% rapsikooki. Samas tuleb silmas pida muidugi rapsikoogi toorkiusisaldust (>10%), mis on samuti limiteerivaks faktoriks.

Uurimistööd toetas AS Werol Tehased.

Kirjandus

- Aumaitre, A., Bourdon, D., Peiniau, J., Bengala Freire, J. 1989. Effect of graded levels of raw and processed rapeseed on feed digestibility and nutrient utilization in young pigs. – *Anim. Feed Sci. Technol.*, 24, p. 275–287.
- Bell, J. M. 1984. Nutrients and toxicans in rapeseed meal: A review. – *J. Anim. Sci.*, vol. 58, No 4, p. 996–1010.
- Bell, J. M. 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. – *Canadian J. Anim. Sci.*, 73, p. 679–697.
- Bones, A. M., Rossiter, J. T. 1996. The myrosinase-glucosinolate system, its organisation and biochemistry. – *Physiologia Plantarum*, 97, p. 194–208.
- Bourdon, D., Aumaitre, A. 1990. Low glucosinolate rapeseeds and rapeseed meals: effect of technological treatments on chemical composition, digestible energy content and feeding value for growing pigs. – *Anim. Feed Sci. Technol.*, 30, p. 175–191.
- Campbell, L. D., Slominski, B. A. 1990. Extent of thermal decomposition of indole glucosinolates during the processing of canola seed. – *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol 67, No 2, p. 73–75.
- Das, S., Tyagi, A. K., Kaur, H. 2000. Cancer modulation by glucosinolates: A review. – *Current Science*, vol. 79, No 12, p. 1665–1671.
- Hickling, D. 1994. Canola meal hog feeding trials in western Canada. Canola Council of Canada. Winnipeg, Canada.
- Hickling, D. 1996. Canola meal hog feeding trials in Mexico. Canola Council of Canada. Winnipeg, Canada.
- Johnson, I. T. 2001. Effects of foodborne glucosinolates on human health (Annual Progress Report) Submission to European Commission.
- Kadarik, K., Reintam, E. 1985. Koduloomade füsioloogia. Tln, 360 lk.
- Kalev, S. 2002. Talvekindlate õirikaste 00-tüüpi talirüpsi liinide võrdluskatsete ja valiku tulemused 1998.–2001. a. – *Agraarteadus*, nr 3, lk 147–155.
- Lee, P. A., Hill, R. 1983. Voluntary intake of growing pigs given diets containing rapeseed meal from different types and varieties of rape as the only protein supplement. – *Br. J. Nutr.*, 50, p. 661–671.
- Mateo, J. P., Malingan, O. B. N., Hickling, D. 1998. Canola meal (*Brassica napus*) and feed peas for growing-finishing pigs: an on-farm feeding trial. – *Philippines J. Vet and Anim. Sci.* 24:27–35.
- McGee, M. 1998. Rapeseed meal as a feed ingredient. – R & H Hall, Technical Bulletin, No 6.
- Patience, J. F., Gillies, D., deLange, C. F. M. 1996. Dehulled canola meal for growing-finishing pigs. Monograph No. 96-02. Prairie Swine Centre. Saskatoon. Canada.
- Pedak, E. 1997. Rapsisöötade keemiline koostis ja toiteväärtus. – EPMÜ LKI teadustöid, nr 67, lk 1–9.
- Raj, St., Fanderejewski, H., Weremko, D., Skiba, G., Buraczewska, L., Zebrowska, T., Han, I. K. 2000. Growth performance, body composition and protein and energy utilization of pigs fed ad libitum diets formulated according to digestible amino acid content. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 13:817–823.

- Robertson, W. M., Dugan, M. E. R., Landry, S. J., Erin, K., Clayton, G., Jaikaran, S. 2000. Evaluation of live performance, carcass composition and meat quality of market hogs fed diets with various combinations of peas, canola meal and soybean meal with wheat or corn as the cereal base. Lacombe Research Station. Agriculture and Agri-Food Canada.
- Schöne, F., Groppe, B., Hennig, A., Jahreids, G., Lange, R. 1997b. Rapeseed meal, methimazole, thiocyanate and iodine affect growth and thyroid. Investigations into glucosinolate tolerance in the pig. – J. Sci. Food Agric. 74, p. 69–80.
- Schöne, F., Rudolph, B., Kirchheim, U., Knapp, G. 1997a. Counteracting the negative effects of rapeseed and rapeseed press cake in pig diets. – British Journal of Nutrition 78, p. 947–962.
- Schöne, F., Kirchheim, U., Reichardt, W., Bargholz, J. 2002. Effects of high fat rapeseed press cake on growth, carcass quality and body fat composition on leaner and fatter pig crossbreeds. – Animal Science, 74, p. 285–297.
- Shahidi, F., Daun, J. K., DeClercq, R. 1997. Glucosinolates in Brassica Oilseeds: Processing Effects and Extraction. – Antinutrients and Phytochemicals in Food. Ed. Fereidoon Shahidi. American Chemical Society, 344 pp.
- Siljander-Rasi, H., Valaja, J., Alaviuhkola, T., Rantamaki, P., Tupasela, T. 1996. Replacing soybean meal with heat-treated low glucosinolate rapeseed meal does not effect the performance of growing-finishing pigs. Anim. Feed Sci. Technol., 60, p. 1–12.
- Zukalová, H., Vašák, J. 2002. The role and effects of glucosinolates of *Brassica* species – a review. – Rostlinná Výroba, 48, p. 175–180.
- Tischendorf, F., Kirchheim, U., Leiterer, M., Schöne, F. 1998. Beurteilung von Rapskuchen im Experiment mit wachsenden Schweinen. – Proc. Society of Nutrition Physiology, 7, p. 44.

The content of individual glucosinolates in rapeseed and rapeseed cake produced in Estonia

R. Leming, A. Lember, T. Kukk

Summary

Glucosinolates are naturally occurring sulphur-containing compounds found in all members of *cruciferae*. They all are characterised by a general structure (Figure 1) differing from each other by the chemical nature of side chain –R. 27 different glucosinolates have been identified in rapeseed so far from which only seven or eight (Table 1) are having more significant importance. Glucosinolates as such have a low biological activity however their degradation products are found to be toxic when fed to the animals. Glucosinolates are hydrolysed by myrosinase into a glucose, sulphate and depending from the conditions of the hydrolysis into isothiocyanates, thiocyanates or nitriles (Figure 2).

The aim of the study was to determine the content of individual glucosinolates in rapeseed and rapeseed cake produced in Estonia. The further aim was to investigate the effect of extraction process on the content of glucosinolates in rapeseed cake. Two commercial rapeseed samples and seven rapeseed cake samples were collected from three different batches and analysed for glucosinolate content in different laboratories. Rapeseed cake was produced and samples were taken from AS Werol Tehased crushing plant in year 2000 and 2003. Rapeseed was crushed, heated in the cooker for 20–25 minutes and oil was extracted by mechanical screwpress. Processing temperature in the cooker was 92–100 °C and 96–106 °C prior taking the samples I, II, III and IV, V, respectively (Table 2). Processing temperature in the cooker was 96–100 °C prior taking the samples shown in table 3. Rapeseed cake analysed in year 2003 (table 4) was taken from the batch where the temperature in the cooker was 112–120 °C.

Total glucosinolate content in rapeseed cake I, II, III, IV and V varied from 11,4 µmol/g (in dry matter basis) to 19,8 µmol/g having an average content of 15,8 µmol/g. The most common glucosinolates in rapeseed cake were progoitrin (6,2 µmol/g), 4-hydroxy-glucobrassicin (4,5 µmol/g) and gluconapin (3,5 µmol/g). Similarly, glucosinolate content in rapeseed and rapeseed cake analysed later in 2000 indicated that progoitrin, 4-hydroxy-glucobrassicin, gluconapin and sinalbin constituted approximately 90% of all detected glucosinolates. Total content of glucosinolates in these samples was very low – 7,4 µmol/g in rapeseed and 7,5 µmol/g in the cake.

Glucosinolate content in samples analysed in 2003 was found similar to the results from previous analyses. Heat treatment negatively affected the content of glucosinolates. In average the content of total glucosinolates decreased by 47%. Glucobrassicin and 4-hydroxy-glucobrassicin were the most thermolabile glucosinolates. The content of latter glucosinolates was decreased by more than 70 percent.