

Rapsų sėklų ir jų produktų reikšmė gyvūnų mitybai ir gyvūninių maisto produktų kokybei¹

Heinz Jeroch

*Lise-Meitner-Strasse 3,
D-04178 Leipzig, Deutschland
E-mail: heinzjeroch@hotmail.com*

Aptariamos šios pagrindinės potemės: rapsų sėklos ir jų produktai istoriniu aspektu, rapsų kokybės gerinimo selekcijos priemonėmis rezultatai, rapsų cheminė sudėtis ir reikšmė žmonių ir gyvūnų mityboje, rapsų aliejaus gavybos būdai ir šalutiniai produktai, šalutinių produktų kokybės rodikliai ir panaudojimo pašarams galimybės, kitos rapsų ir jų perdirbimo šalutinių produktų kokybės gerinimo priemonės, rapsų aliejus kaip vertingas maisto produktas ir pašarų racionų komponentas, siekiant keisti gyvūninių produktų riebalų rūgščių sudėtį. Straipsnis parengtas autoriaus publikacijų ir literatūroje skelbtų tyrimų rezultatų pagrindu.

Raktažodžiai: rapsų sėklos, kokybinė selekcija, rapsų perdirbimas, perdirbimo šalutiniai produktai, rapsų aliejus, cheminė sudėtis, kokybės rodikliai, tinkamumas pašarams, gyvūninių produktų kokybė

ĮVADAS

Autoriaus ilgamečiame moksliniame darbe gyvūnų mitybos srityje rapsai (*Brassica napus* L.) ir jų perdirbimo šalutiniai produktai nuolat buvo mokslinių tyrimų objektas. Jau praėjusio šimtmečio 8-ojo dešimtmečio pradžioje Jenoje (Fridricho Šilerio universiteto Gyvūnų mitybos institute) buvo bandoma į penimų viščiukų lesalus įmaišyti rapsų rupinių (Jeroch, 1972/73). Kodėl? Manyta, kad riebalingos ir todėl daug energijos turinčios sėklos turėtų gerinti penimų gyvūnų aprūpinimą energija. Tačiau rapsų procentinė dalis penimų gyvūnų pašaruose buvo labai ribojama, nes tuo metu auginamuose rapsuose neigiamai mitybą veikiančių gliukozinolatų buvo dar labai daug.

Rapsų kokybinės selekcijos darbų, prasidėjusių 1966 m. Vokietijoje (Röbbelen, 2001), rezultatai nuolat skatino mokslininkų domėjimąsi tiek rapsų aliejumi, tiek aliejaus gavybos šalutiniais produktais. Tai rodo ir augantis žodinių bei stendinių pranešimų skaičius kas ketverius metus organizuojamame Tarptautiniame rapsų kongrese. Vis intensyviau buvo vykdomi ir tarptautiniai šios srities moksliniai tyrimai. Puikus bendro darbo pavyzdys – Halės Martino Liuterio universiteto Mitybos mokslų instituto (Vokietija) ir Lietuvos, Lenkijos ir Vengrijos aukštųjų mokyklų mokslininkų bendradarbiavimas XX a. pabaigoje. Mokslininkai sėkmingai bendradarbiauja ir toliau, nuo 2000 m. autoriui kaip kviestiniam profesoriui pradėjus dirbti Lietuvos veterinarijos akademijoje ir Lietuvos žemės ūkio universitete.

Kadangi mokslas neturėtų būti savitiksliis, nuo 2001 m. Kaune, Lietuvos žemės ūkio universitete, keturis kartus surengtose „Lietuvos ir Vokietijos aliejinių augalų sėklų dienos“

(1 lentelė) naujausios mokslo žinios buvo plačiai skleidžiamos gamybininkams. „Aliejinių augalų sėklų dienos“, kurių pagrindinė tema – rapsai, prisidėjo prie („00“ tipo) rapsų auginimo ir rapsų sėklų bei jų šalutinių produktų panaudojimo plėtros

1 lentelė. Gamybinės-mokslinės konferencijos „Lietuvos ir Vokietijos aliejinių augalų sėklų dienos“ pagrindinės temos

Table 1. Primary subjects of the Lithuanian–German oilseed days

Aliejinių augalų sėklų dienos Oilseed day	Pagrindinės temos Primary subjects
2001	Selekcija ir auginimas, pašarinė vertė, rapsų pašarai atrajotojų ir kiaulių racionuose, rapsų aliejus – maisto produktas ir biodyzelino gamybos žaliava <i>Breeding and cultivation, feed value, utilisation of rapeseed feedstuffs in ruminant and pig feeding, rapeseed oil as foodstuff and raw material for biodiesel production</i>
2003	ES aliejinių augalų auginimo politika, nauji selekcijos metodai, įskaitant ir genų inžineriją, rapsų aliejaus kokybė, rapsų sėklų šalutinių produktų kokybės gerinimas <i>EU oilseed policy, new breeding methods including genetic engineering, rapeseed oil quality, quality improvement of rapeseed by-products</i>
2005	Tarptautinė aliejinių augalų sėklų rinka, biodyzelino gamybos plėtra, tręšimas ir augalų apsauga, rapsų sėklų produktai žmonių ir gyvūnų mityboje <i>International oilseed market, development of biodiesel production, fertilization and plant protection, rapeseed products in human and animal nutrition</i>
2007	Rapsų auginimas Lietuvoje, rapsų auginimo strategijos, biodyzelinio gamyba Vokietijos žemės ūkio kooperatyvuose, pašarinis glicerolis, rapsų pašarai paukštinkystėje, 12-asis Tarptautinis rapsų kongresas, vykęs 2007 m. kovo 26–30 d. Uhane, Kinijoje <i>Rape cultivation in Lithuania, strategies of rape cultivation, biodiesel production in a German agricultural cooperative, glycerol as a feedstuff, rape feedstuffs in poultry feeding, 12th International Rapeseed Congress in Wuhan, China, March 26–30, 2007</i>

¹ Straipsnis parengtas 2008 m. sausio 29 d. Vilniuje, Lietuvos mokslų akademijoje, skaityto pranešimo pagrindu.

¹ The article is based on the presentation held at the Lithuanian Academy of Sciences, Vilnius, January 29, 2008.

Lietuvoje. Kartu tai buvo puiki galimybė keistis mokslinėmis idėjomis ir diskutuoti.

Historinė retrospektyva

Rapsų auginimo ištakos slypi Kinijoje. Archeologai yra radę 6000–7000 metų senumo sėklų. Būtent šioje šalyje prieš 2500 metų rapsai pirmą kartą paminėti rašytiniuose šaltiniuose. Europoje rapsai kaip kultūrinis augalas žinomi nuo viduramžių. Rapsų aliejus daugiausia degintas aliejinėse lempose, bet buvo vartojamas ir maistui, ypač badmečiu. XIX a. prasidėjus industrializacijai, išaugo techninių aliejų poreikis ir rapsų pasėliai išsiplėtė. XX a. rapsų auginimo tendencijos labai kito. Abiejų pasaulinių karų metu rapsų pasėlių plotai labai padidėjo valstybėms priėmus atitinkamus potvarkius. Daug rapsų aliejaus buvo sunaudojama margarinui („karo sviestui“) gaminti. Tačiau po Antrojo pasaulinio karo dėl blogo sviesto pakaitalo margarino įvaizdžio realizuoti rapsų aliejų tiek Europoje, tiek Kanadoje buvo sunku. Taikos metais laisvosios prekybos pasaulyje sąlygomis rapsų Europoje buvo auginama vis mažiau. 1955 m. jų pasėlių plotas Vokietijoje tesiekė 7000 ha. Rinką užtvindė sojų aliejus, daugiausia pagamintas JAV, bei kiti aliejai. Tik dėl gerų kokybinės selekcijos rezultatų (žr. 2 lentelę) rapsų pasėlių plotai Vokietijoje ir kitose Europos šalyse, taip pat už Europos ribų paskutiniaisiais XX a. dešimtmečiais nuolat didėjo. Europos Bendrijos šalyse rapsų auginimas buvo papildomai skatinamas, priėmus ES aliejinių augalų sėklų režimą (Proceedings..., 2007; Röbbelen, 2001).

RAPSŲ KOKYBINĖ SELEKCIJA

Rapsų auginimo vidutinio klimato zonoje plėtrą lėmė įvairios priežastys:

- žemas apsirūpinimo augaliniais riebalais lygis,
- didelis darbo produktyvumas ir geros rapsų gamybos mechanizavimo galimybės,

– puikios rapsų kaip priešėlio savybės.

Kadangi rapsų sėklose buvo gausu ($\approx 50\%$) eruko rūgšties (C 22 : 1), mitybos fiziologijos požiūriu kenksmingos medžiagos (gali pažeisti širdies raumenį), taip pat nemažai kitų mitybą neigiamai veikiančių medžiagų, ypač gliukozinolatų, rapsų produktus – maistinių aliejų ir gyvūnų pašarus (šalutinius produktus iš aliejaus spaudyklų) – buvo sunku realizuoti. Net nedidelis rapsų ekstrahuotų rupinių kiekis pašaruose (2–3%) turėjo neigiamos įtakos kiaulių ir paukščių produktyvumui (Gebhardt et al., 1982; Jeroch et al., 1982/83). Tai buvo didelė kliūtis rapsų auginimo plėtrai. Šią problemą išspręsti galėjo tik tikslinga rapsų selekcija. 1-asis Tarptautinis rapsų kongresas, vykęs 1967 m. Gdanske, Lenkijoje, turėjo didelės įtakos kokybinės selekcijos projektų įgyvendinimui Europoje ir Kanadoje. Intensyvūs selekcijos darbai greitai davė puikių rezultatų (2 lentelė).

Iki šiol kokybinės selekcijos darbai davė gerų rezultatų, o augalų selekcininkai kelia sau naujus tikslus (žr. 2 lentelę).

Rapsų sėklų gamyba šiandien

Šiuo metu rapsai auginami visuose žemynuose. Australijoje jie pradėti auginti vėliausiai – XX a. 9-ajame dešimtmetyje, gavus paramą iš Kanados. Pasaulinė rapsų sėklų produkcija siekia 49 mln. (2005 m.), gamybos apimtys nuo 1980 m. augo itin sparčiai (3 lentelė). Svarbiausi gamintojai – ES (15,7 mln. t), Kinija (12 mln. t), Kanada (7,7 mln. t) ir Indija (5,7 mln. t) (Mielke, 2006). Gamybos lyderė Europos Sąjungoje – Vokietija (3 lentelė). Vertinant aliejinių augalų gamybos apimtis pasaulyje rapsai šiuo metu užima antrą vietą po sojų pupelių (222 mln. t). Papildomos įtakos rapsų auginimo plėtrai turėjo ir ateityje turės tai, kad vis daugiau rapsų aliejaus sunaudojama techninėms reikmėms, daugiausia biodyzelino gamybai.

Lietuvoje po 1990 m. taip pat auginama vis daugiau rapsų. 2005 m. rapsų pasėlių plotas siekė 109 tūkst. ha; nuimtas

2 lentelė. Rapsų kokybinės selekcijos rezultatai ir tolesni tikslai (Becker, 1999; Proceedings, 2007; Röbbelen, 1997, 2001)

Table 2. Results and further targets of rapeseed quality breeding (Becker, 1999; Proceedings, 2007; Röbbelen, 1997, 2001)

Selekciniai produktai <i>Breeding products</i>	Kokybės įvertinimas <i>Quality evaluation</i>
Tradicinės veislės <i>Traditional cultivars</i>	Didelis eruko rūgšties kiekis aliejuje, didelė antimaistinių medžiagų, ypač gliukozinolatų, koncentracija sausojoje masėje, iš kurios pašalinti riebalai <i>High content of erucic acid in the oil, high concentration of antinutritive factors, especially glucosinolates, in the fat-free dry matter</i>
„0“ tipo rapsai – 1-asis kokybinės selekcijos etapas; šio tipo žieminiai rapsai Vokietijoje auginami nuo 1973 m. <i>0 or single quality cultivars – first step of the quality breeding; cultivation of 0-quality winter rape in Germany since 1973</i>	Veislės (Europoje žieminių rapsų, Kanadoje – vasarinių (kanola)) su minimaliu eruko rūgšties kiekiu (sumažintas nuo 50 iki <1% bendrojo riebalų rūgščių kiekio) <i>Cultivars (winter rape in Europe, summer rape (canola) in Canada) with the minimal content of erucic acid (reduced from 50% to <1% of the total fatty acids)</i>
„00“ tipo rapsai – 2-asis kokybinės selekcijos etapas; šio tipo žieminiai rapsai Vokietijoje auginami nuo 1981 m., „00“ tipo vasariniai rapsai pradėti auginti dar anksčiau (Kanadoje, Šiaurės Europoje) <i>00 or double quality cultivars – second step of the quality breeding; 00-quality winter rape since 1981 in cultivation in Germany, 00-quality summer rape even earlier (Canada, North Europe)</i>	Rapsai, kuriuose eruko rūgšties yra mažiau nei 1%, žymiai sumažintas gliukozinolatų kiekis (nuo 100 iki mažiau nei 25 $\mu\text{mol/g}$ sėklų) <i>Cultivars with <1% erucic acid, significantly reduced content of glucosinolates (from 100 μmol to <25 $\mu\text{mol/g}$ seed)</i>
Veislės, pasižyminčios kitomis pagerintomis ir naujomis kokybinėmis savybėmis, svarbiomis pramonėje, žmonių ir gyvūnų mityboje, kiti kokybinės selekcijos etapai <i>Cultivars with further improved and new quality attributes for the industry, human and animal nutrition, further steps in quality breeding</i>	Pakeista riebalų rūgščių sudėtis, minimalus gliukozinolatų kiekis, pašalintos kitos antimaistinės medžiagos, mažiau ląstelienos, aukštas fitazės aktyvumas arba mažesnis fitino fosforo kiekis <i>Specific fat acid profiles, minimal content of glucosinolates, elimination of further antinutritive factors, less fiber, high phytase activity or a low content of phytate phosphorus</i>

rapšų sėklų derlius – 201 kt. Kadangi vis daugiau rapšų aliejaus reikės biodyzelinui gaminti, prognozuojama, kad iki 2012 m. rapšų pasėlių plotas išaugs iki 350 tūkst. ha (= 16% dirbamos žemės) (Landwirtschaftsministerium..., 2007). Tačiau kartu būtina didinti rapšų derlingumą (t/ha) ir kasmet sumažinti derliaus kaitą.

3 lentelė. **Rapšų sėklų gamybos dinamika** (Mielke, 2006; Velička, 2002; Velička et al., 2007)

Table 3. *Development of the rapeseed production* (Mielke, 2006; Velička, 2002; Velička et al., 2007)

Metai Year	Pasaulyje mln. t World	ES (27) ¹ mln. t ES (27) ¹	Vokietija mln. t Germany	Lietuva tūkst. t Lithuania
1980	11	3,7	0,7 ²	
1990	25	6,8	2,2	10
2005	49	15,7	5,1	201

¹ Kadangi 2005 m. ES valstybių skaičius išaugo iki 27, 1980 m. ir 1990 m. statistikos duomenys buvo sudėti.

² Įskaitant ir tuometinę VDR.

Rapšų sudedamosios medžiagos, turinčios įtakos kokybei

Mitybos (žmonių, gyvūnų) požiūriu rapšų sėklų sudedamąsias medžiagas galima suskirstyti į tris grupes, apžvelgiamas 4 lentelėje.

Vertingos sudedamosios medžiagos

Palyginti su sojų pupelėmis, žaliųjų riebalų rapšų sėklose yra daugiau nei dvigubai, tačiau žaliųjų baltymų – beveik 40% mažiau (5 lentelė). Skiriasi ir kitų maisto medžiagų kiekiai šių abiejų aliejui auginamų augalų sėklose. Rapšų sėklose praktiškai nėra krakmolo. Sojų pupelėse ląstelienos kur kas mažiau nei rapšuose.

4 lentelė. Sudedamosios („00“ tipo) rapšų medžiagos, turinčios įtakos kokybei

Table 4. *Ingredients influencing rapeseed quality (00-quality)*

Grupė Group	Sudedamosios medžiagos Ingredients
Vertingos sudedamosios medžiagos Valuable ingredients	Riebalai / riebalų rūgštys, baltymai / aminorūgštys, vitaminai (pvz., vitaminas E) Fat / fatty acids, protein / amino acids, minerals, vitamins (e. g. vitamin E)
Neutralios sudedamosios medžiagos Value-neutral ingredients	Cukrus, celiuliozė (?) Sugar, cellulose (?)
Maistinę vertę mažinančios sudedamosios medžiagos (nepageidaujamos ir antimaistinės medžiagos) Value-reducing ingredients (undesirable or antinutritive substances)	Ligninas, oligosacharidai, gliukozinolatai, sinapinas ir kitos medžiagos Lignin, oligosaccharides, glucosinolates, sinapine and fother substances

5 lentelė. Maisto medžiagų kiekiai rapšų sėklose, palyginti su kitų aliejinių augalų sėklomis (g/kg SM) (DLG..., 1997; Šeškevičienė, 2000; savų tyrimų duomenys)

Table 5. *Nutrient content of rapeseed in comparison with fother fat-rich seeds (g/kg dm)* (DLG..., 1997; Šeškevičienė, 2000; own analyses)

Aliejingos sėklos Oilseed	Žalieji pelenai Crude ash	Žalieji baltymai Crude protein	Žalieji riebalai Crude fat	Ląsteliena ¹ Fiber ¹	Krakmolos Starch	Cukrus Sugar
Rapšų sėklos Rapeseed	45	227	444	176	0	52
Sojų pupelės Soybean	54	398	203	112	57	81
Saulėgrąžų sėklos Sunflower seed	37	191	495	241	0	103

¹ Neutraliuose tirpaluose išplauta ląsteliena / Neutral detergent fiber.

Rapšų ląstelienoje gausu lignino – nepageidaujamos sudedamosios medžiagos. Žymūs ląstelienos kiekio skirtumai šių aliejinių augalų sėklose susidaro dėl skirtingo luobelų procentinio kiekio (rapšų sėklų luobelės – 15–22%, sojos pupelių – 6–8%) (Kracht, 1998).

Rapšų baltymų kokybė ir riebalų rūgščių sudėtis aptariama toliau.

Maistinę vertę mažinančios sudedamosios medžiagos

Maistinę vertę mažinančios sudedamosios medžiagos rapšų sėklose apžvelgiamos 6 lentelėje. Net ir „00“ tipo rapšuose vis dar pasitaiko gliukozinolatai – tai daugiausia problemų kelianti medžiagų grupė. Tačiau jų koncentracija žymiai mažesnė nei tradicinių veislių rapšuose. Schumann (Schumann, 2005) ilgmečių didelės apimties tyrimų rezultatai – 7 lentelėje pateikiami gliukozinolatai kiekiai rapšų sėklose (prekiniuose pašaruose). Vidutiniai kiekiai, nustatyti atskirais tyrimų metais, yra žymiai mažesni nei nuo 1992 m. ES galiojanti ribinė gliukozinolatai kiekio sėklose vertė – 25 μmol/g, kai sausosios medžiagos (SM) sudaro 91% (EC..., 1999) (Prekiniams pašarams ribinė vertė kol kas nėra nustatyta). Tačiau svyravimo intervalas gana didelis, nedideliame skaičiuje mėginių nustatytas gliukozinolatai kiekis buvo didesnis nei 25 μmol/g (2001 m. 2,5% visų mėginių). Nors ir negausūs, Lietuvoje išaugintų vokiškų, daniškų ir švediškių žieminių ir vasarinių rapšų sėklų analizė duomenys taip pat rodo palyginti nedidelę gliukozinolatai koncentraciją (7 lentelė). Vasariniai ir žieminiai rapšai šiuo atžvilgiu praktiškai nesiskiria.

Sinapinas iki 2007 m. buvo probleminė medžiaga vištų, dedančių kiaušinius rudu lukštu, mityboje (žr. „Rapšų pašarų naudojimas paukštininkystėje“). Oligosacharidų ir taninų koncentracija, jeigu laikomasi rapšų kiekio kiaušiu ir paukščių kombinuotuosiuose pašaruose rekomendacijų, pavojaus nekelia. Papildžius pašarus mikrobinės fitazės priedais, galima elimi-

nuoti neigiamą fitino rūgšties ir fitatų poveikį. Ląstelės sienelės medžiagų problematika aptariama kiek vėliau.

Aliejaus gavybos metodai ir šalutiniai produktai

Aliejus iš rapsų sėklų išgaunamas įvairiais būdais:

– **Spaudimo ir ekstrahavimo derinimas** (1 pav.) – pagrindinis aliejaus gavybos būdas daugelyje šalių. Aliejaus liekana šalutiniame produkte „ekstrahuotuose rupiniuose“ itin maža. Ekstrahuoti rupiniai apdorojami hidroterminiu būdu (skrudinami). Tai leidžia gerokai sumažinti gliukozinolatų kiekį ir pagerinti baltymų kokybę atrajotojų mityboje.

– **Šaltasis spaudimas:** aliejus spaudžiamas nepertraukiamai dirbančiais sraigtiniais presais, riebalų kiekis šalutiniame produkte „rapsų išspaudose“ – 10–20%. Vokietijoje ir kitose ES šalyse šis būdas daugiausia taikomas biodyzelino gamybai skirtam aliejui išgauti.

– **Karštasis spaudimas:** aliejus išgaunamas dviejų pakopų spaudimo būdu, prieš tai kondicionavus susmulkintas rapsų sėklas. Todėl aliejaus liekana šalutiniame produkte, vadinamame

„ekspeleriu“, žymiai mažesnė (5–8%) nei rapsų išspaudose, kai spaudžiama šaltuoju būdu. Klaipėdos įmonės „Linus agro“ naujuose įrenginiuose, kuriuose išgaunamas rapsų aliejus biodyzelino gamybai, taikomas karštojo spaudimo metodas.

Kadangi iš rapsų sėklų pašalinamas aliejus, gamybos šalutinių produktų maisto medžiagų sudėtis skiriasi nuo žaliavos (2 pav.). Žaliųjų riebalų kiekio sumažėjimas priklauso nuo aliejaus gavybos metodo, kitų maisto medžiagų kiekiai atitinkamai padidėja. Antimaistinių medžiagų kiekis perdirbimo šalutiniuose produktuose taip pat didesnis nei rapsų sėklose, nes aliejuje šių medžiagų nėra. Rapsų ekstrahuoti rupiniai – baltyminis pašaras. Svarbus šėrimo reikmėms naudojamų rapsų išspaudų bei ekspelerio maistinės vertės rodiklis yra aliejaus liekana.

Rapsų sėklų ir jų produktų naudojimas

Rapsų sėklos ir jų perdirbimo šalutiniai produktai naudojami įvairioms reikmėms (8 lentelė). 1 paveiksle pavaizduotu būdu perdirbus toną rapsų sėklų (90% sausųjų medžiagų) gaunama apie 330 kg žaliavinio aliejaus ir 570 kg ekstrahuotų rupinių.

6 lentelė. Maistinę vertę mažinančios ir antimaistinės medžiagos rapsų sėklose, ypač monogastrinių ūkinės paskirties gyvūnų mityboje (Jeroch et al., 2001)

Table 6. Feed value reducing and antinutritive rapeseed compounds, especially for monogastric animals (Jeroch et al., 2001)

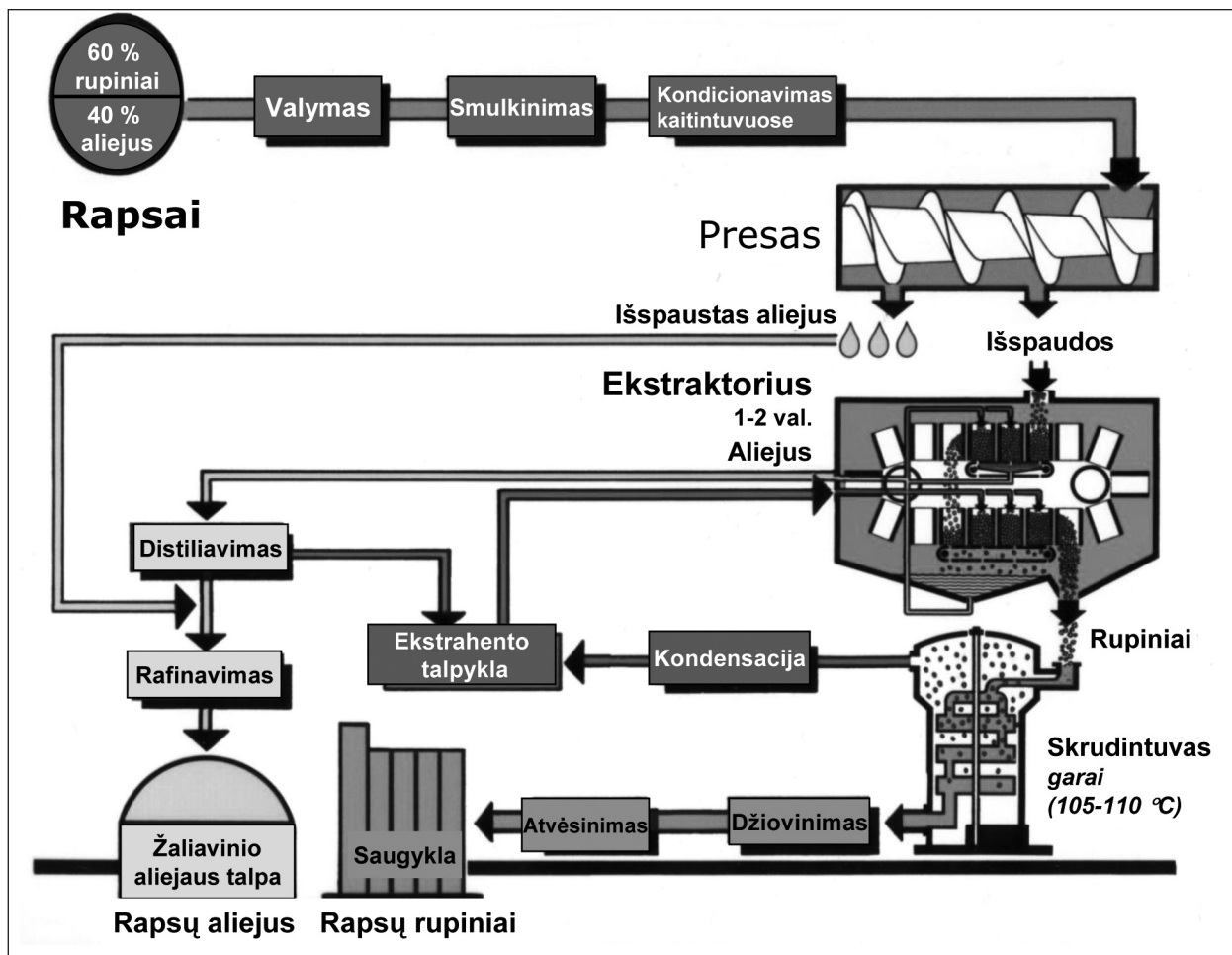
Medžiagų grupė / medžiaga Substance group / substance	Kiekis Content	Poveikis Effect
Ląstelės sienelės medžiagos (ypač ligninas) Cell wall substances (especially lignin)	145–200 g/kg SM	Neigiamas poveikis maisto medžiagų (baltymų, aminorūgščių, riebalų) virškinamumui Negative effect on nutrient digestibility (protein, amino acids, fat)
Oligisacharidai Oligosaccharides	20–30 g/kg SM	Virškinimo sutrikimai dėl susidariusių rūgimo dujų Digestive disorders due to fermentation gas production
Gliukozinolatai Glucosinolates	5–25 μmol/g sėklų	Skydliaukės funkcijos sutrikimai, neigiamas poveikis pašarų ėdamumui ir gyvūnų produktyvumui Disordered thyroid metabolism, depressive effect on feed intake and performance
Sinapinas Sinapine	4–9 g/kg SM	Dėl skilimo produkto trimetilamino vištų, dedančių kiaušinius rudu lukštu, kiaušiniai įgauna žuvies skonį ir kvapą Fishy taint in eggs of brown laying hens due to trimethylamine as degradation product
Fitino rūgštis ir jos druskos (fitatai) Phytic acid and its salts (phytates)	37–48 g/kg SM	Surišami makroelementai ir mikroelementai ir todėl blogiau pasisavinami Reduced utilization of macro and trace elements due to mineral binding properties of phytic acid
Taninai Tannins	2–3 g/kg SM	Neigiamas poveikis žaliųjų baltymų (aminorūgščių) virškinamumui Negative effect on crude protein (amino acid) digestibility

7 lentelė. Gliukozinolatų kiekis („00“ tipo) rapsų sėklose iš Vokietijos (Schumann, 2005) ir Lietuvos (Mikulionienė et al., 2006; Šeškevičienė et al., 2000, 2002)

Table 7. Glucosinolate content in rapeseeds from Germany (Schumann, 2005) and Lithuania (Mikulionienė et al., 2006; Šeškevičienė et al., 2000, 2002)

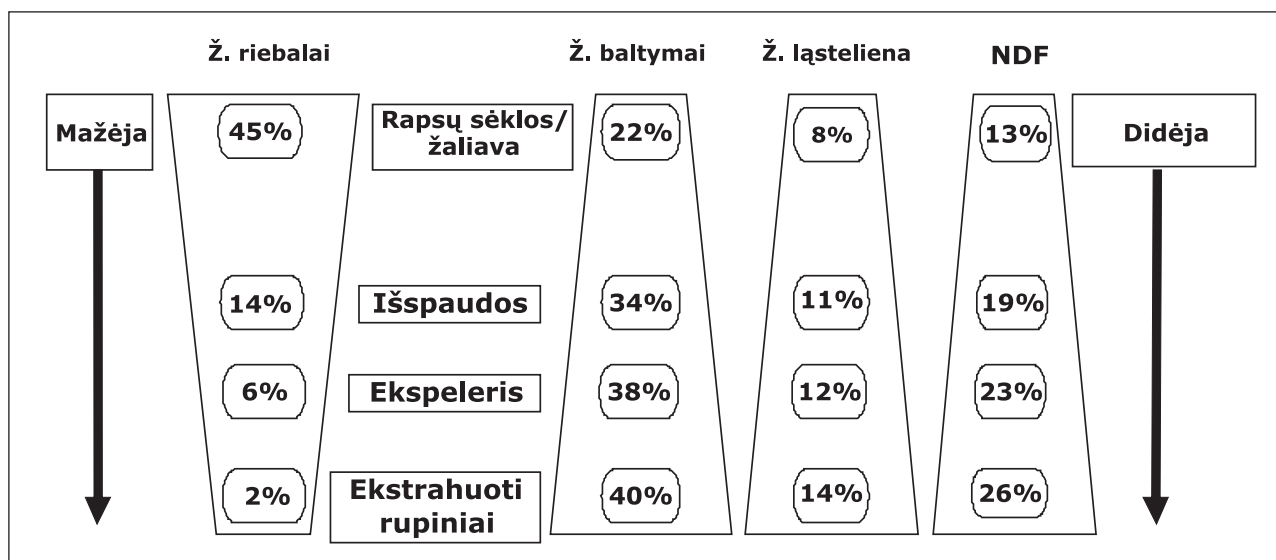
Šalis Country	Derliaus metai Harvest year	Rapsų tipas Rape type	Mėginių skaičius (n) No. of samples (n)	Gliukozinolatų kiekis μmol/g sėklų (91% SM) Glucosinolate content μmol/g seed (91% dm)
Vokietija Germany	2000	Žieminiai Winter rape	605	14,5 (0,5–30,6) ¹
	2001	Žieminiai Winter rape	319	12,9 (4,0–36,0)
	2002	Žieminiai Winter rape	641	12,7 (2,7–28,3)
Lietuva Lithuania	1999	Žieminiai Winter rape	8	10,5 (6–17)
		Vasariniai Summer rape	4	11,3 (11–12)
	2005	Žieminiai Winter rape	7	11,0 (8,5–14,4)
		Vasariniai Summer rape	7	10,2 (7,3–16,4)

¹ Verčių intervalas / Variation.



1 pav. Aliejaus gavybos iš rapsų sėklų, derinant spaudimą ir ekstrahimą, schema (Verband Deutscher Ölmühlen (ohne Jahresangabe): Unterrichtsmaterial, Schwerpunkt 00-Raps)

Fig. 1. Scheme of oil processing from rapeseed with a combination of press and extractor (Verband Deutscher Ölmühlen (ohne Jahresangabe): Unterrichtsmaterial, Schwerpunkt 00-Raps)



2 pav. Maisto medžiagų vidutinio kiekio pokyčiai iš rapsų sėklų išgavus aliejų (Jeroch, 2008)

Fig. 2. Changes in the average content of nutrients during oil processing from rapeseed (Jeroch, 2008)

8 lentelė. Rapsų sėklų ir jų produktų naudojimas

Table 8. Usage and utilization of rapeseed and rapeseed products

Produktas Product	Naudojimas Use / utilization
Rapsų sėklos Rapeseed	Aliejaus gamybai, pašarams Oil production, feedstuff
Rapsų aliejus Rapeseed oil	Maistui, pašarams, biodyzelino ir specialios paskirties alyvų gamybai Foodstuff, feedstuff, raw material for biodiesel and special oils
Glicerolis Glycerol	Pašarams, farmacijos produktų gamybai Feedstuff, manufacture of pharmaceutical products
Rapsų ekstrahuoti rupiniai, išspaudos / ekspeleris Rapeseed meal, rapeseed cake / rapeseed expeller	Pašarams, rapsų baltymų izoliatų, skirtų daugiausia žmonių mitybai, gamybai Feedstuffs, production of rapeseed protein isolates, especially for human nutrition

Toliau perdirbant žaliavinį aliejų į biodyzeliną, pagaminama apie 260 kg biodyzelino ir 70 kg neapdoroto glicerolio.

Rapsų pašarų kokybės įvertinimas

Šalyse, kuriose auginama daug rapsų ir yra aliejaus spaudyklų, rapsų sėklų perdirbimo šalutiniai produktai yra svarbiausi vietiniai baltyminiai pašarai. Vis daugiau rapsų aliejaus sunaudojama biodyzelinui gaminti, todėl šerimo reikmėms turima ne tik ekstrahuotų rupinių, bet ir vis daugiau rapsų išspaudų ar ekspelerio: biodegalų gamybai skirtas aliejus išgaunamas daugiausia spaudimo būdu.

Vidutiniai maisto medžiagų kiekiai šalutiniuose produktuose parodyti 2 paveiksle. Rapsų išspaudų riebalingumas dėl spaudimo intensyvumo gali labai kisti (nuo 100 iki 200 g/kg sausųjų medžiagų).

Gliukozinolatų kiekis rapsų ekstrahuotuose rupiniuose mažesnis nei perdirbamose sėklose, nes šiuolaikinėse aliejaus spaudyklose rupinius skrudinant (apdorojant sočiaisiais vandens garais) (žr. 1 pav.) suskaidoma didelė dalis gliukozinolatų. 2000–2003 m. nustatytas vidutinis gliukozinolatų kiekis rapsų ekstrahuotuose rupiniuose, pagamintuose iš vokiškos kilmės rapsų sėklų (637 mėginiai), siekė 7,4 $\mu\text{mol/g}$ (Schumann, 2005). Tuo tarpu termiškai neapdorujamose rapsų išspaudose gliukozinolatų koncentracija paprastai didesnė nei rapsų sėklose. Lietuviškos kilmės rapsų išspaudose nustatytas gliukozinolatų kiekis – 15–20 $\mu\text{mol/g}$. Gliukozinolatai rapsų išspaudose iš dalies suskaidomi termiškai arba hidrolizės būdu, jeigu perdirbimo proceso metu temperatūra aukštesnė kaip 100°C arba perdirbamų rapsų sėklų drėgnis yra didesnis kaip 10% (Schumann, 2005). Apskaičiuotas (Schumann, 2005) vidutinis gliukozinolatų kiekis rapsų išspaudose iš įvairių perdirbimo įmonių siekia

14–20 $\mu\text{mol/g}$ natūralaus drėgnio medžiagos. Iki šiol neturima duomenų apie gliukozinolatų skaidymo karštojo spaudimo būdu mastus aliejaus spaudyklose. Tačiau tikėtina, kad dalis gliukozinolatų suskaidoma šiuo būdu.

Sojų ekstrahuoti rupiniai – vyraujantis baltyminis komponentas kiaulių ir paukščių bei didelio produktyvumo karvių kombinuotuosiuose pašaruose. Todėl rapsų ekstrahuoti rupiniai lyginami su šiuo baltyminiu pašaru. Palyginti su sojų ekstrahuotais rupiniais ir kitais sojų produktais, rapsų pašarai turi savų privalumų, svarbių juos naudojant šerimo reikmėms. Vertos paminėti šios teigiamos rapsų pašarų savybės: didesnis metionino ir cistino kiekis (9 lentelė), ES nėra genetiškai modifikuotų rapsų produktų (privalumas ekologiniams ūkiams ir įmonėms, negalinčioms naudoti pašarų iš genetiškai pakeistų augalų), aukšta baltymų vertė atrajotojų mityboje, geros kokybės aliejus, nedidelė kaina, vietinis produktas. Tačiau lyginant su sojų produktais rapsų pašarai kokybės požiūriu turi ir trūkumų: mažesnis maisto medžiagų virškinamumas, mažesnis energijos tankis, daugiau antimaistinių medžiagų (ypač gliukozinolatų).

Rapsų pašarai atrajotojų racionuose

Gliukozinolatai ir kitos antimaistinės medžiagos, kurių yra „00“ tipo rapsų pašaruose, atrajotojams nekelia pavojaus, nes suskaidomos didžiąjame prieskrandyje. Kaip ir sojų rupiniai, rapsų ekstrahuoti rupiniai yra baltyminis pašaras, kuriame didelę dalį (apie 35%) bendrojo baltymų kiekio sudaro didžiąjame prieskrandyje neskaidomi baltymai. Kadangi mikrobinė baltymų sintezė atrajotojų prieskrandžių sistemoje ribota, aukšto produktyvumo karvių mityboje neskaidomieji baltymai yra labai svarbūs aprūpinant gyvulius baltymais (aminorūgštimis). Daugelis pastaraisiais metais atliktų bandymų su labai produktyviomis karvėmis parodė, kad rapsų ekstrahuoti rupiniai yra toks pat geras baltyminis pašaras kaip ir sojų rupiniai. 10 lentelėje pateikti vieno tokio eksperimento rezultatai (10 000 kg pieno iš karvės per laktaciją). Sudarant racionus, būtina atsižvelgti į kiek mažesnę nei sojos rupiniuose energijos kiekį.

Rapsų išspaudų iš šaltojo spaudimo įrenginių baltymų stabilumas prieskrandyje yra mažesnis, tačiau jį galima žymiai padidinti apdorojant jas ekspanderiuose ar ekstruderiuose (Dänner et al., 1999). Vis dėlto rapsų išspaudų ir ekspelerio kiekį racionuose būtina riboti dėl jų riebalingumo, nes riebalai neturėtų sudaryti daugiau kaip 5% pašaro sausųjų medžiagų. Didesnis riebalų kiekis neigiamai veikia didžiojo prieskrandžio mikroorganizmų aktyvumą (prasčiau suvirškinama ląsteliena).

Penimų galvijų, avių ir ožkų racionuose sojų ekstrahuotus rupinius galima visiškai pakeisti rapsų ekstrahuotais rupiniais (Spiekers, Südekum, 2004).

9 lentelė. Rapsų ir sojų baltymų aminorūgščių sudėties palyginimas (Degussa (CD), 2006)

Table 9. Comparison of amino acid profiles of rapeseed meal and soybean meal (Degussa (CD), 2006)

Pašaras Feedstuff	Žalieji baltymai g/kg SM Crude protein g/kg dm	Aminorūgštys % žaliųjų baltymų Amino acids in % of crude protein				
		Lizinas Lysine	Metioninas Methionine	Metioninas + cistinas Methionine + cystine	Treoninas Threonine	Triptofanas Tryptophane
Rapsų ekstrahuoti rupiniai Rapeseed meal	410	4,9	1,9	4,3	4,2	1,3
Sojų ekstrahuoti rupiniai Soybean meal	500	6,0	1,3	2,8	3,9	1,4

Rapsų pašarai kiaulių racionuose

Rapsų sėklų perdirbimo šalutinių produktų kiekis kiaulių kombinuotuosiuose pašaruose labiausiai priklauso nuo gliukozinolatų koncentracijos. Naujesnių tyrimų duomenimis, penimos kiaulės toleruoja apie 1,5–2,0 mmol gliukozinolatų kilograme

10 lentelė. Rapsų ir sojų rupinių karvių racionuose palyginimas (10 000 kg pieno iš karvės per laktaciją) (Kluth et al., 2003)

Table 10. Comparison of rapeseed meal with soybean meal in diets of cows with 10.000 kg milk per lactation (Kluth et al., 2003)

Rodiklis Parameter	Sojų ekstrahuotų rupinių grupė Soybean meal group	Rapsų ekstrahuotų rupinių grupė Rapeseed meal group
Dienos primilžis (kg / karvė) Daily milk yield (kg / cow)	40,0	40,5
Pieno riebumas (%) Fat content of milk (%)	3,8	3,9
Pieno baltymingumas (%) Protein content of milk (%)	3,3	3,3
Urėjos kiekis piene (mg/kg) Urea content of milk (mg/kg)	265	247
Baziniai pašarai Basal ration	Kukurūzų silosas, nevalytų kukurūzų burbuolių silosas, vytintos žolės silosas, alaus salyklojai Maize silage, maize ear with husk silage, wilted grass silage, brewers' grains	
Koncentruotieji pašarai Concentrates	Miežiai, sojų rupiniai (4,0 kg gyvuliui per dieną) arba rapsų rupiniai (4,3 kg gyvuliui per dieną) Barley, soybean meal (4.0 kg / animal/day) or rapeseed meal (4.3 kg / animal/day)	

11 lentelė. Gliukozinolatų kiekio pašarų mišinyje įtaka penimų kiaulių augimo rodikliams ir skydliaukės masei (Schöne, Weiss, 2004)

Table 11. Influence of glucosinolate content in feed mixture on performance parameters and thyroid gland of fattening pigs (Schöne, Weiss, 2004)

Rapsų pašarai racione (%) Rape feedstuffs in the ration (%)	Gliukozinolatų kiekis mmol/kg pašaro Glucosinolate content mmol/kg feed	Vidutinis dienos priesvoris g / gyvulys Daily gain g / animal	Pašarų sąnaudos kg pašaro/kg priesvorio Feed conversion kg feed / kg gain	Skydliaukė g / 100 kg KM Thyroid gland g / 100 kg BW
0	0	797	2,84	9,1
10% ¹	0,9	821	2,80	9,4
15% ¹	1,2	813	2,79	8,6
0	0	779	3,08	7,9
7,5% ²	1,6	786	2,99	8,8
15% ²	3,2	718	3,17	12,9

¹ Rapsų ekstrahuoti rupiniai, kuriuose gliukozinolatų yra 10 mmol/kg / Rapeseed meal with 10 mmol glucosinolate / kg.

² Rapsų išspaudos, kuriose gliukozinolatų yra 21 mmol/kg / Rapeseed cake with 21 mmol glucosinolate / kg

12 lentelė. Rapsų ekstrahuotų rupinių (RER) dėslųjų vištų lesaluose tyrimas (Campbell et al., 1999)

Table 12. Investigation of rapeseed meal (RSM) in laying hen diets (Campbell et al., 1999)

Dalis mišinyje (%) Mixture share (%)	GSL μmol/g RER / RSM	Dėslųjų vištų linija Laying hen strain	Bandymo laikotarpis Test period	Rezultatų įvertinimas Evaluation of results
0, 10, 20 (prekiniai RER / commercial RSM)	15	Dekalb SCWL (baltosios / white)	20 savaitių / weeks	Kontrolinės grupės (0% RER) dėslumas – 90%; 20% RER: didesnė nuostoliai dėl kepenų hemoragijos Control group (0% RSM): 90% laying performance; 20% RSM resulted in a higher mortality due to liver hemorrhage
0, 10, 20 (RER su mažu GSL kiekiu / low glucosinolate RSM)	1,8	Dekalb SCWL (baltosios / white)	20 savaitių / weeks	Nenustatyta skirtumų tarp kontrolinės grupės (0% RER) (90% dėslumas) ir bandomųjų (RER) grupių rodiklių No differences by all parameters between the control group (0% RSM) and the RSM-groups

GSL – gliukozinolatai.

kombinuotojo pašaro. Kai gliukozinolatų koncentracija didesnė, tikėtinas neigiamas poveikis skydliaukės apykaitai (jį galima įvertinti pagal skydliaukės padidėjimą), gyvūnų augimui (gyvūnai įsisavina mažiau pašarų, sulėtėja augimas, didesnės pašarų sąnaudos) ir skerdenos kokybei (pvz., mažesnis mėsingumas). Neviršijant jau minėtos ribinės gliukozinolatų koncentracijos, rapsų pašarus galima laisvai naudoti sudarant penimų kiaulių racionus, kaip rodo bandymų rezultatai 11 lentelėje. Naudojamas kiekis labai priklauso nuo gliukozinolatų kiekio rapsų produkte.

Paršavedės į pašaruose esančius gliukozinolatus reaguoja jautriau nei penimos kiaulės. Ribinė vertė jų visaverčiuose pašaruose yra apie 1,0 mmol/kg.

Rapsų pašarai paukščių racionuose

Rapsų pašarų kiekį (%) kombinuotuosiuose lesaluose taip pat riboja gliukozinolatų koncentracija. Net ir didelė kanadietišku vasarinių naujos veislės rapsų su itin mažu gliukozinolatų kiekiu ekstrahuotų rupinių dalis mišinyje neturėjo neigiamos įtakos dedeklių produktyvumui, skydliaukės apykaitai ir kepenų funkcijai (12 lentelė).

Kiaušinius rudu lukštu dedančių vištų mityboje kita problema medžiaga – be gliukozinolatų – yra (buvo) sinapinas. Todėl iki 2007 m. sudarant šių vištų lesalų receptūras nebuvo galima naudoti rapsų pašarų, išskyrus rapsų aliejų. Jeigu šios vištos lesinamos kombinuotaisiais lesalais, kuriuose yra rapsų, jų kiaušiniuose kaupiasi trimetilaminas (TMA). Virškinamajame trakte ši medžiaga susidaro iš sinapino, rezorbuojama ir, kadangi vištų, dedančių rudus kiaušinius, organizme nėra fermento trimetilamino oksidazės, vykstant medžiagų apykaitos procesams TMA nususkyla ir patenka į kiaušinius. Dėl TMA pakinta kiau-

šinių juslinės savybės, jie įgauna žuvies kvapą ir skonį. Neseniai buvo atrastas genas, lemiantis šio fermento defektą (Honkatukia et al., 2005). Šių tyrimų rezultatus pritaikius įmonės „Lohmann“ rudus kiaušinius dedančių vištų selekcijoje, nuo 2007 m. pradžios jų išvestose dėšliųjų vištų linijose nėra veislinių dedeklių, turinčių minėtą defektą (Pottgüter, 2006). Todėl dabar galima naudoti rapsų pašarus ir šių dėšliųjų – bent jau abiejų minėtų linijų – vištų, kurių kiaušiniams auginama daugiausiai, lesaluose.

Bandymai su rudus kiaušinius dedančiomis vištomis, kurioms buvo duodama rapsų pašarų – rapsų sėklų ir išspaudų, parodė, kad ne didesnė kaip 15% rapsų dalis racione neturi neigiamos įtakos paukščių produktyvumui ir skydliaukės funkcijai (Brettschneider et al., 2006; Jeroch et al., 1995; Jeroch et al., 1999) (13 lentelė).

Rapsų pašarai taip pat gali būti naudojami ir ruošiant kombinuotuosius lesalus penimiems paukščiams, pavyzdžiui, broileriams (Jeroch et al., 2008). Kadangi, palyginti su sojų baltymais, rapsų baltymuose yra daugiau aminorūgščių metionino ir metionino / cistino, jų šalutiniai produktai ypač tinka sudarant ekologiniuose ūkiuose laikomų gyvūnų pašarų receptūras, taip pat sudarant pašarų, kuriuose nenaudojami genetiškai modifikuotų sojų produktai, receptūras. 14 lentelėje pateikti bandymo su ilgai augančiais broileriais rezultatai. Ilgai penimi paukščiai daugiausia auginami ekologiniuose ūkiuose. Net ir didžiausias rapsų išspaudų (8,4% žaliųjų riebalų, 22,8 μmol/g GSL) kiekis penimų paukščių lesaluose neturėjo reikšmingos įtakos augimo ir skerdenos rodikliams, taip pat skydliaukės funkcijai.

Apibendrintais literatūros ir savų bandymų su paukščiais duomenimis, ūkinės paskirties gyvūnų pašarų mišiniuose galima naudoti 15 lentelėje nurodytus rapsų procentinius kiekius, nedarant žalos gyvūnams.

Rapsų pašarų kokybės gerinimas

Tai, kad net ir „00“ tipo rapsų sėklose ir jų perdirbimo šalutiniuose produktuose vis dar yra antimaistinių ir pašarinę vertę mažinančių medžiagų, skatina ir toliau mažinti šių medžiagų kieki, siekiant gerinti rapsų kokybines savybes. Kokybės gerinimo priemonės skirstomos į selekcijos priemones (tradiciniai ir genų inžinerijos metodai), technologinius apdorojimo procesus ir pašarinių fermentų naudojimą.

Selekcijos priemonės

Po to, kai iš rapsų aliejaus pavyko visiškai pašalinti eruko rūgštį ir žymiai sumažinti gliukozinolatų koncentraciją (žr. 2 lentelę), rapsų selekcininkai, siekdami gerinti rapsų maistinę vertę, išklė naujus tikslus (žr. 2 lentelę). Šiuo metu itin aktualūs tikslai – toliau mažinti gliukozinolatų koncentraciją ir sumažinti ląstelienos kiekį rapsų sėklose.

Šiuo metu auginamų veislių rapsuose gliukozinolatų kiekis labai įvairuoja, kaip rodo Vokietijoje ir kitose ES šalyse atliktų veislių bandymų duomenys (kai kuriuose Vokietijos regionuose auginamų rapsų veislių bandymai: 0–17 μmol/g, SM 91%, Vokietijoje ir kitose ES šalyse auginamų rapsų veislių bandymai: 9–20 μmol/gm, SM 91%) (Schumann, 2005). Tai rodo, kad yra galimybių toliau mažinti gliukozinolatų koncentraciją selekcijos priemonėmis. Anot Röbbelen ir Frauen (Röbbelen, Frauen, 2003), Europoje siektinas kokybės selekcijos tikslas – gliukozinolatų kiekis, neviršijantis 15 μmol/g sėklų (prekiniai pašarai); pasaulio mastu reikia siekti, kad gliukozinolatų koncentracija nebūtų didesnė kaip 8 μmol/g sėklų. Kanadoje leidžiama auginti tik tų veislių rapsus, kuriuose GSL kiekis neviršija 12 μmol/g sėklų, jau išvesti rapsai, kuriuose GSL yra mažiau kaip 2 μmol/g

13 lentelė. Rapsų sėklų (RS) ir rapsų išspaudų (RI) dėšliųjų vištų lesaluose tyrimas (Brettschneider et al., 2006; Jeroch et al., 1995, 1999)

Table 13. Examination of rapeseed (RS) and rapeseed cake (RC) as ingredients in laying hen mixtures (Brettschneider et al., 2006; Jeroch et al., 1995; 1999)

Dalis mišinyje (%) Mixture share (%)	GSL μmol/g	Dėšliųjų vištų linija Laying hen strain	Bandymo laikotarpis Examination period	Rezultatų įvertinimas Evaluation of results
0; 7,5; 15; 22,5; 30% rapsų sėklų / rapeseed	15,5	Lohmann Brown	46 savaitės / weeks	Kontrolinės grupės (0% RS) dėslumas – 90%. Ženklus dėslumo sumažėjimas, kai RS 30%, žymiai didesnės PS, kai ≥ 22,5% RS, nenustatyta įtakos pašarų įsisavinimui ir nuostoliams, neigiama įtaka SL apykaitai, kai RS ≥ 22,5%. Control group (0% RS) 90% LP, 30% RS reduced LP significantly, significantly higher FCR by ≥ 22.5% RS, no influence on FI and mortality, ≥ 22.5% negative influence on THY metabolism
0, 10 % rapsų išspaudų / rapeseed cake	10,4	Lohmann Brown	14 savaitių / weeks	Kontrolinės grupės (0% RI) dėslumas – 88%, nenustatyta neigiamos RI įtakos augimo rodikliams ir SL apykaitai Control group (0% RC) 88% LP, no negative influence on performance parameters and THY metabolism

GSL – gliukozinolatai / glucosinolates, D – dėslumas / LP – laying production, PKS – pašarų konversijos santykis / FCR – feed conversion ratio, PS – pašarų sąnaudos / FI – feed intake, SL – skydliaukė / THY – thyroid gland.

14 lentelė. Rapsų išspaudų kiekio ilgai augančių Label broilerių lesaluose įtaka paukščių augimo ir skerdenos rodikliams (Peter, Dänicke, 2003)

Table 14. Influence of different portions of rapeseed cake in feed mixtures for slow growing Label broiler on the fattening and slaughter performance (Peter, Dänicke, 2003)

Rapsų išspaudos (%) Rapeseed cake (%)	Broilerio svoris (g) 84-ą dieną Broiler weight (g) on the 84th day	Pašarų sąnaudos (kg pašaro / kg priesvorio) Feed conversion ratio (kg / kg)	Skerdenės svoris (g / broileris) Slaughter weight (g / broiler)	Krūtinės svoris (g / broileris) Breast meat (g / broiler)
0	3073	2,73	2270	421
7,5	3025	2,70	2236	443
15	3043	2,68	2260	446
22,5	2986	2,58	2235	440

15 lentelė. Rekomenduojamas maksimalus rapsų rupinių ir išspaudų kiekis (%) atrajotoju, kiaulių ir paukščių pašarų mišiniuose (Jeroch, 2008)

Table 15. Recommendations for maximal contents of rapeseed meal and rapeseed cake in mixed feeds for ruminants, pigs and poultry (Jeroch, 2008)

Ūkinės paskirties gyvūnai Farm animals	Rapsų ekstrahuoti rupiniai Rapeseed meal	Rapsų išspaudos Rapeseed cake
Pieninės karvės / dairy cows ¹	35	20
Veršeliai / calfs ¹	15	10
Telyčaitės / heifers ¹	40	30
Penimi galvijai / fattening cattle ¹	35	25
Penimi ėriukai / fattening lambs ²	20	15
Paršavedės / breeding sows ² , Paršingos / pregnant Žindančios / suckling	5 5	4 3
Žindomi paršeliai / suckling piglets ²	0	0
Nujunkyti paršeliai / weanling piglets ²	0	0
Penimos kiaulės / fattening pigs ²	10	5
Veislinės vištos / breeding hens ²	10	5
Vištos dedeklės / laying hens ²	10	5
Viščiukai / chicken ²	10	10
Vištaitės / pullets ²	10	10
Broileriai / broilers ²	10	10
Veisliniai kalakutai / breeding turkeys ²	5	5
Penimi kalakutai / fattening turkeys ² , 1–4 sav. / weeks > 5 sav. / weeks	5 7,5	5 7,5
Veislinės antys / breeding ducks ²	5	5
Penimos antys / fattening ducks ²	10	5
Veislinės žąsys / breeding geese ²	5	5
Penimos žąsys / fattening geese ²	10	5

¹ Pašarų papildai / supplementary feed.

² Visaverčiai pašarai / complete feed.

sėklų (Röbbelen, Frauen, 2003). Tokia maža GSL koncentracija visiškai nekenksminga, netgi duodant rapsų dėsliosioms vištoms ilgą laiką (žr. 12 lentelę).

Geltonsėkliuose rapsuose, palyginti su tradicinėmis juodasėklių rapsų veislėmis, gerokai mažiau ląstelienos (Slominski, 2007). Todėl ir jų perdirbimo šalutiniuose produktuose, pvz., ekstrahuotuose rupiniuose, analitiškai nustatomi mažesni ląstelių sienelių medžiagų kiekiai, kaip rodo 16 lentelėje pateikti duomenys. Itin sumažintas lignino ir polifenolių kiekis.

Ląstelės sienelių medžiagų kiekio sumažinimas teigiamai veikia maisto medžiagų virškinamumą (ypač pagerėja žaliųjų baltymų ir aminorūgščių virškinamumas) bei energinę vertę. Taigi žymiai sumažėja rapsų ir sojų ekstrahuotų rupinių šių rodiklių skirtumai. Šiuo metu dar nėra galimybių plačiai auginti geltonsėklius rapsus.

16 lentelė. Juodasėklių ir geltonsėklių rapsų ekstrahuotų rupinių cheminė sudėtis¹ (Slominski, 2007)

Table 16. Chemical composition¹ of solvent-extracted meals from black-seeded and yellow-seeded rape (Slominski, 2007)

Rapsų genotipas Seed type	Žalieji baltymai Crude protein	Maistinė ląsteliena Dietary fiber	Ligninas ir polifenoliai Lignin and polyphenols	Oligosacharidai Oligosaccharides
Juodasėkliai / Black	479 ^b	324 ^a	98 ^a	36 ^a
Geltonsėkliai / Yellow	486 ^a	266 ^b	47 ^b	21 ^b

¹ g/kg SM (be riebalų) / g/kg DM (fat-free basis).

^{ab} Statistiškai patikimas skirtumas / significant differences ($P < 0,05$).

Techninis apdorojimas

Šios srities tyrimų atlikta tikrai daug (Jeroch, 2008; Jeroch et al.). Pagrindinis siekis – mažinti ląstelienos kiekį. Siekiant sumažinti ląstelienos kiekį rapsų išspaudose ir ekstrahuotuose rupiniuose, buvo sukurti įvairūs technologiniai sprendimai. Sėklų luobelės pašalinimas prieš perdirbant (Kracht et al., 1998) turi teigiamos įtakos maisto medžiagų sudėties ir energinės vertės pokyčiams (17 lentelė). Žymiai sumažėja žaliosios ląstelienos kiekis (19 lentelė), ypač lignino koncentracija (sumažėja 50%), o žaliųjų baltymų ir nepakeičiamųjų aminorūgščių bei kitų maisto medžiagų kiekis atitinkamai didėja. Analogiškus rezultatus gavo ir kinų tyrėjų grupė (Huang et al., 2007).

Pašalinus daug ląstelienos turinčias sėklų luobelės, viščiukai ir augančios kiaulės daug geriau virškina aminorūgštis (Kracht et al., 2004; Zuprizal et al., 1992, 1993). Pagal virškinamąją vertę tokie rapsų rupiniai praktiškai prilygsta sojų ekstrahuotiems rupiniams.

Pašariniai fermentai

Tai, kad ląstelės sienelės angliavandenių (nekrakmolinių polisacharidų, NKP) koncentracija rapsuose yra didelė, taip pat yra nevirškinamųjų oligosacharidų, paskatino atlikti angliavandenius skaidančių fermentų preparatų bandymus, dedant jų į kiaulių ir broilerių pašarų mišinius, kuriuose rapsų ekstrahuotų rupinių procentinė dalis įvairuoja. Tyrimų rezultatai rodo tik dalinį teigiamą šių preparatų poveikį. 18 lentelėje apžvelgiamo bandymo rezultatai rodo, kad fermentai nedaro praktiškai jokio teigiamo poveikio labai produktyvių gyvūnų mitybai. Pagrindinė priežastis, kodėl fermentai menkai veiksmingi, veikiausiai yra tai, kad naudotų preparatų aktyvieji fermentai pritaikyti skaidyti javų grūdų NKP ir tik sąlyginai rapsų produktų NKP.

Didesniu veiksmingumu pasižymi fitazės preparatai. Jų pridėjus į pašarų racionus su rapsų ekstrahuotais rupiniais ir rapsų išspaudomis, žymiai geriau virškinamas ir įsisavinamas fosforas (Dänicke et al., 1998). Fitazė hidrolizuoja tam tikrą dalį fitininio fosforo, kurio gausu rapsų pašaruose (žr. 6 lentelę).

Rapsų aliejaus naudojimas

Pirminis rapsų sėklų perdirbimo produktas – rapsų aliejus – naudojamas įvairioms reikmėms:

- **žmonių maistui:** aprūpinimas energija, nepakeičiamosiomis riebalų rūgštimis, riebalų rūgščių santykio maiste optimizavimas;
- **gyvūnų pašarams:** energijos teikianti pašarinė žaliava, pieno riebalų pakaitalas veršelių mityboje, nepakeičiamųjų riebalų rūgščių šaltinis, gyvūninių produktų kokybės gerinimas, šerimo technologijų gerinimas;
- **techninėms reikmėms:** specialios paskirties alyvų gamybos žaliava;

17 lentelė. Sėklų luobelį pašalinimo įtaka rapsų išspaudų (RI) ir rapsų ekstrahuotų rupinių (RER) pašarinei vertei kiaulių ir paukščių mityboje (Jeroch et al., 2001; Kracht et al., 2004)

Table 17. Effect of rapeseed dehulling on feed value of rapeseed cake (RSC) and rapeseed meal (RSM) in pigs and poultry (Jeroch et al., 2001; Kracht et al., 2004)

Rapsų pašarai Rapeseed feedstuffs	Kiekis (g/kg SM) Content (g/kg DM)		Apykaitos energija (MJ / kg SM) Metabolisable energy (MJ / kg DM)		
	Žalioji ląsteliena Crude fiber	Ligninas Lignin	Broileriai Broiler	Dedeklės Laying hen	Kiaulės Pig
Nelukštentų RI RSC from not dehulled seed	102	80	8,20	–	13,51
Lukštentų RI RSC from dehulled seed	61	40	11,26	–	15,59
Nelukštentų RER RSM from not dehulled seed	117	88	6,17	8,08	11,37
Lukštentų RER RSM from dehulled seed	72	44	7,87	9,91	12,97

18 lentelė. Ksilanazės preparato – kombinuotųjų pašarų su rapsų ekstrahuotais rupiniais papildo – poveikis penimoms kiaulėms (Fang et al., 2007)

Table 18. Effect of a xylanase preparation as supplement to feed mixtures with rapeseed meal in fattening pigs (Fang et al., 2007)

Bandomoji grupė Examination group	Vidutinis dienos priesvoris (g / gyvulys) Daily gain (g / animal)	Pašarų sąnaudos (kg pašaro / kg priesvorio) Feed : gain ratio (kg)
Sojų ekstrahuoti rupiniai Soybean meal	843	2,69
Rapsų ekstrahuoti rupiniai ¹ Rapeseed meal	843	2,66
Rapsų ekstrahuoti rupiniai ¹ su ksilanaze (4 skirtingos dozės) Rapeseed meal plus xylanase (4 different dosages)	835–869	2,62–2,67

¹ Pašaras penėjimo pradžioje / growing feed – 10%, pašaras penėjimo pabaigoje / finishing feed – 15%.

• **biodegalų gamybai:** biodyzelino gamybos žaliava, šalutinis produktas glicerinas (naudojamas ir pašarams).

Maistinio rapsų aliejaus reikšmė pastaraisiais metais išaugo. Žmonių mityboje fiziologiniu požiūriu rapsų aliejus itin vertingas dėl jo riebalų rūgščių sudėties (19 lentelė) – mažai sočiųjų rūgščių, didelę dalį sudaro mononesočiosios riebalų rūgštys (oleino r.), gausu n-3 rūgščių, labai mažas n-6 ir n-3 riebalų rūgščių santykis (Barth, 2007; Jahreis, 2003).

Siekiant mažinti susirgimų, kuriuos, be kitų veiksnių, lemia ir mityba (širdies ir kraujagyslių ligų, vėžio), skaičių Vidurio Europoje, riebalų sektoriuje reikalingi šie pokyčiai (Deutsche Gesellschaft..., 2000):

– sumažinti per parą suvartojamų riebalų kiekį (optimalus kiekis suaugusiam žmogui – 70 g),

– vartoti mažiau sočiųjų riebalų rūgščių,

– didinti oleino rūgšties kiekį maistiniuose riebaluose (40–50% bendrojo riebalų rūgščių kiekio),

– riboti n-6 rūgščių vartojimą (10–15% bendrojo riebalų rūgščių kiekio),

– vartoti daugiau n-3 riebalų rūgščių (2–3% bendrojo riebalų rūgščių kiekio),

– mažinti n-6 ir n-3 riebalų rūgščių santykį ($\leq 5 : 1$).

Naudojant žmonių maistui daugiau rapsų aliejaus, galima pasiekti minėtus riebalų rūgščių vartojimo pokyčius bei realizuoti maistinių riebalų rūgščių sudėties reikalavimus. Palyginti su rapsų aliejumi, alyvuogių aliejuje daugiau oleino rūgšties, tačiau jo trūkumas – minimalus n-3 riebalų rūgščių kiekis ir didelis santykis su n-6 riebalų rūgštimis.

19 lentelė. Rapsų aliejaus ir kitų aliejų riebalų rūgščių (RR) sudėtis (% bendrojo riebalų rūgščių kiekio) bei n-6 ir n-3 rūgščių santykis (Barth, 2007; Jahreis, Schöne, 2006)

Table 19. Fatty acid (FA) profile (% of the total fatty acids) of rapeseed oil and other vegetable oils as well as the ratio of n-6 to n-3 fatty acids (Barth, 2007; Jahreis, Schöne, 2006)

Aliejaus rūšis Oil from	Sočiosios RR Saturated FA	Mononesočiosios ¹ RR Monounsaturated FA	Linolo r. (18 : 2, n-6) Linoleic acid (n-6-FA)	α -linoleno r. (18 : 3, n-3) α -linolenic acid (n-3-FA)	RR 18 : 2 ir 18 : 3 santykis Ratio 18 : 2 to 18 : 3 FA
Rapsų Rapeseed	7	61	21	11	2:1
Linų sėmenų Flaxseed	8	18	21	57	0,4:1
Sojų Soybeans	15	23	54	8	7:1
Alyvuogių Olives	14	72	11	1	11:1
Kukurūzų gemalų Corn germs	13	29	57	1	57:1
Saulėgrąžų Sunflower seeds	12	16	72	0,5	144:1

¹ Daugiausia oleino rūgštis / mainly oleic acid (18 : 1, n-6 RR / FA).

20 lentelė. Rapsų aliejaus dedeklių racionuose įtaka n-6 ir n-3 riebalų rūgščių kiekiui kiaušinyje (65 g) (Jeroch et al., 2001)

Table 20. Effect of rapeseed oil in laying hen diets on the content of n-3 and n-6 fatty acids in eggs (65 g) (Jeroch et al., 2001)

Rapsų aliejaus dalis (%) dedeklių lesaluose	n-6 riebalų rūgštys mg/kiaušinis n-6 fatty acids mg/egg	n-3 riebalų rūgštys mg/kiaušinis n-3 fatty acids mg/egg	n-6 ir n-3 RR santykis Ratio n-6 to n-3 FA
0	540	40	14 : 1
4	700	150	4,7 : 1
8	770	190	4,1 : 1

Gyvūninių produktų riebalų rūgščių sudėties modifikavimas, naudojant rapsų aliejų

Kita galimybė optimizuoti žmonių aprūpinimą riebalų rūgštimis – tikslingai keisti gyvūninių produktų riebalų rūgščių sudėtį, panaudojant gyvūnų šėrimo galimybes, pavyzdžiui, pieno ir kiaušinių gamyboje.

Pieninėms karvėms duodant rapsų sėklų ar išspaudų, sumažėja palmitino rūgšties (sočioji RR) procentinė dalis pieno riebaluose, oleino rūgšties kiekis atitinkamai padidėja (Schöne et al., 2000). Toks pienas bei iš jo pagamintas sviestas mitybos fiziologijos požiūriu yra vertingesni produktai. Be to, dėl mažesnio palmitino ir oleino santykio pagerėja sviesto tepumas.

Dėslųjų vištų, kurių lesaluose yra rapsų sėklų ar rapsų aliejaus, kiaušinių riebalų rūgščių sudėtis taip pat pakinta (Bretschneider et al., 2008; Jeroch et al., 2001, 2002). Sočiųjų riebalų rūgščių sąskaita padidėja pageidaujama n-3 riebalų rūgščių koncentracija, kiek mažiau didėja n-6 rūgščių kiekis ir taip pasiekiamas idealus abiejų riebalų rūgščių grupių santykis (20 lentelė). Gamybinės praktikos sąlygomis rapsų aliejaus dalis pašarų racionuose siekia 4–5%. Tada kiaušinyje yra apie 150 mg n-3 RR. Tai atitinka apie 10 % suaugusio žmogaus dienos poreikio (Deutsche Gesellschaft..., 2000).

Taip pat paskelbta teigiamų rezultatų apie triušienos, paukštienos ir lašišų mėsos praturtinimą n-3 riebalų rūgštimis.

PERSPEKTYVOS

• Rapsų pasaulyje, taip pat Lietuvoje bus auginama vis daugiau. Šiems augalams auginti yra pakankamai ariamos žemės.

• Dėl kokybinės selekcijos pasiekimų gerėja rapsų perdirbimo šalutinių produktų maistinė vertė.

• Dar labiau pagerinus rapsų sėklų kokybę, būtų galima naudoti daugiau rapsų pašarų monogastrinių ūkinės paskirties gyvūnų pašarų mišiniams ruošti.

• Žmonių maistui bus suvartojama vis daugiau rapsų aliejaus.

• Energetikos ir aplinkos apsaugos politika turės įtakos biodegalų gamybos iš rapsų aliejaus plėtrai.

PADĖKA

Nuoširdžiai dėkoju doc. dr. Sabinai Mikulionienei už dalykinę straipsnio korektūrą ir prof. habil. dr. Algirdui Motuzui už organizacinę pagalbą.

Gauta 2008 06 03
Priimta 2008 10 27

Literatūra

1. Barth C. A. Rapessed for human nutrition – present knowledge and future options // Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress. Wuhan, China, 2007. Vol. V. P. 3–5.
2. Becker H. C., Löptien H., Röbbelen G. Breeding. An Overview // Gomez-Campo C. (ed.). Biology of Brassica Coenospecies. Amsterdam–Lausanne–New York–Oxford–Shannon–Singapore–Tokyo: Elsevier, 1999. P. 413–460.
3. Bretschneider J. G., Jankowski J., Kozłowski K. et al. Influence of rape seeds in laying hen rations on the fatty acid profile of the egg yolk fat // Polish Journal of Natural Sciences. 2006. Suppl. 3. P. 397–402.
4. Bretschneider J. G., Dänicke S., Jankowski J. et al. Effect of chemical and hydrothermal treated rape seed on thyroid gland parameters of laying hens // Veterinary Medicine – Science & Practice. 2008 (accepted).
5. Campbell L. D., Slominski B. A., Falk K. C. et al. Low glucosinolate canola in laying hen diets // Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress. Canberra, Australia, 1999 (CD).
6. Dänicke S., Jeroch H., Kracht W. et al. Putilisation from rape seed meal and rape seed expeller by laying hens and broilers and its improvement by phytase supplementation // Agrobiological Research. 1998. Vol. 51. P. 127–141.
7. Dänner E., Schmidt J., Kluge H., N. Nonn H., Jeroch H. The effect of treated rapeseed cake in the diet on the dietary protein degradability in the rumen in growing bulls // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 1999, Vol. 82. P. 227–237.
8. Degussa. AMINO Dat® 3.0. North America Evonik Degussa Corporation // Health & Nutrition Feed Additives, 2006 (CD).
9. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung und Schweizerische Vereinigung für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau / Braus, Frankfurt / Main, 2000.
10. DLG – Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. DLG-Futterwerttabellen-Wiederkäuer. 7. Erweiterte und überarbeitete Auflage // Frankfurt am Main: DLG-Verlag, 1997. 212 p.
11. EC, European Commission. Commission regulation (EC) no. 2316/1999 of 22nd October 1999, detailing the application of council regulation (EC) no. 1251/1999, establishing a support system for producers of certain arable crops. 1999. P. 43–65.
12. Fang Z., Peng J., Tang T. et al. Effects of xylanase supplementation on digestibility and performance of growing–finishing pigs fed Chinese double-low rapeseed meals inclusion diets: in vitro and in vivo studies // Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress. Wuhan, China, 2007. Vol. V. P. 260–264.
13. Gebhardt G., Jeroch H., Berger H. et al. Untersuchungen zum Futterwert und zum Einsatz von Körnerleguminosen und Rapsextraktionsschrot in der Fütterung monogastrischer Nutztiere // Tagungsbericht Sektion Tierproduktion

- und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig. 1982. S. 241–261.
14. Honkatukia M., Reese K., Preisinger R. Fishy taint in chicken eggs is associated within a conserved motif of the FMO3 gene // *Genomics*. 2005. Vol. 86. P. 225–232.
 15. Huang F., Li, W. Huang Q. et al. New process of dehulling-cold pressing-expansion for double-low rapeseed // *Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress*. Wuhan, China, 2007. Vol. V. P. 126–130.
 16. Jahreis G. Physiologische Wirkungen von Pflanzenölen in der menschlichen Ernährung // *Öl- und Faserpflanzen*, UFOP-Schriften. 2003. H. 20. P. 91–99.
 17. Jahreis G., Schöne F. Rapsöl – ein physiologisch besonders wertvolles unter den Ölen // *Öl- und Proteinpflanzen*, Tagungsband OIL 2005, UFOP-Schriften. 2006. H. 29. P. 7–17.
 18. Jeroch H. Futtermittelkunde // *Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere*. 2. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 2008. 546 p.
 19. Jeroch H., Kracht W., Hennig A. Untersuchungen zum Einsatz von Rapssamenschrot als Energieträger im Broilermastfutter // *Jahrbuch für Tierernährung und Fütterung*. 1972/73. Vol. 8. P. 389–393.
 20. Jeroch H., Groppe B., Engerer K.-H. Prüfung von Rapsextraktionsschrot im Broilermastfutter // *Jahrbuch für Tierernährung und Fütterung*. 1982/83. Vol. 13. P. 191–196.
 21. Jeroch H., Dänicke S., Zachmann R. Zum Futterwert und zur Eignung von Rapsexpellers in der Legehennenfütterung // *Agrobiological Research*. 1995. Vol. 48. P. 248–256.
 22. Jeroch H., Dänicke S., Brettschneider J. G. et al. Einsatz von behandelter Rapssaat bei braunen Legehennen // *Die Bodenkultur*. 1999. Vol. 50. P. 45–55.
 23. Jeroch H., Šeškevičienė J., Mikulionienė S. Futterwert beeinflussende Inhaltsstoffe in Rapssamen und Nebenprodukten der Rapsverarbeitung // *Erster Litauisch-Deutscher Rapstag-Tagungsbeiträge*, Litauische Landwirtschaftliche Universität, 28. Mai 2001. Kaunas, 2001a. P. 20–23.
 24. Jeroch H., Kracht W., Dänicke S. Feeding value of rape products and its improvement for broilers and laying hens // *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2001b. Vol. 103. P. 7–11.
 25. Jeroch H., Brettschneider J. G., Böttcher W. Verbesserung des Nährwertes von Hühnereiern durch Verfütterung von Futtermischungen mit Rapsöl an Legehennen // *Veterinarija ir zootechnika*. 2001c. T. 16(38). P. 122–124.
 26. Jeroch H., Eder K., Schöne F. Gehalte an essentiellen Fettsäuren, Jod, Selen und alpha-Tocopherol in Designer-Hühnereiern // *Veterinarija ir zootechnika*. 2002. Vol. 19(41). P. 49–51.
 27. Jeroch H., Schöne F., Jankowski J. Inhaltsstoffe von Rapsfuttermitteln und Futterwert für das Geflügel // *Archive für Geflügelkunde*. 2008a. Bd. 72. P. 8–18.
 28. Jeroch H., Jankowski J., Schöne F. Rapsfuttermittel in der Broiler und Legehennenfütterung // *Archive für Geflügelkunde*. 2008b. Bd. 72. P. 49–55.
 29. Kluth H., Engelhardt T., Rodehutschord M. Zum Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch Rapsextraktionsschrot in der Fütterung der Hochleistungskuh // *Öl- und Proteinpflanzen – Oil 2002*, UFOP-Schriften. 2003. H. 20. S. 173–179.
 30. Kracht W., Jeroch H., Keller T. Futterwert von Extraktionsschrot aus geschälter Rapssaat für Mastschweine, Ferkel, Broiler und Legehennen // *UFOP-Schriften*. 1998. Bd. 10. S. 9–74.
 31. Kracht W., Dänicke S., Kluge H. et al. Effect of dehulling of rapeseed on feed value and nutrient digestibility of rape products in pigs // *Archives of Animal Nutrition*. 2004. Vol. 58. P. 389–404.
 32. Landwirtschaftsministerium der Republik Litauen. Übersicht über die Land- und Nahrungsgüterwirtschaft Litauens. 2007. 75 S.
 33. Mielke T. *Oil World Annual 2006*. Publisher ISTA Mielke GmbH, Hamburg, 2006.
 34. Mikulionienė S., Schöne F., Jeroch H. et al. Chemical analysis of rape seed and some of their products // *Veterinarija ir zootechnika*. 2006. T. 36. P. 60–63.
 35. Peter W., Dänicke S. Untersuchungen zum Rapskucheneinsatz in der Fütterung langsam wachsender „Label“-Broiler // *Archive für Geflügelkunde*. 2003. Bd. 67. S. 253–260.
 36. Pottgüter R. New prospects for using rape seed (canola) in layer rations // *Lohmann Information*. 2006. Vol. 41. P. 51–56.
 37. *Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress Wuhan, China March 26–30 2007*. Vol. I. Genetic and Breeding, Vol. V. Quality, Nutrition, Processing and Trade.
 38. Röbbelen G. The evolution of rapeseed quality // *GCIRC Bull. (Paris)*. 1997. N 14. P. 102–113.
 39. Röbbelen G. 35 Jahre Qualitätsrapszüchtung (1966–2001) / Unveröffentlichtes Vortragsmanuskript. 2001.
 40. Röbbele G., Frauen M. Rapsschrot aus 00-Qualitätssorten // *Raps*. 2003. Vol. 21. S. 186–187.
 41. Schöne F., Hummert K., Hartung H. Qualitätskette zur Erzeugung eines ernährungsphysiologisch hochwertigen Milchfettes und der entsprechenden Butter // *Züchtungskunde*. 2000. Vol. 72. S. 359–370.
 42. Schöne F., Weiss J. Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen in der Schweinefütterung // *UFOP-Praxisinformationen 2004*. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, Berlin.
 43. Schumann W. Glucosinolatgehalt von in Deutschland erzeugten und verarbeiteten Rapssaaten und Rapsfuttermitteln // *UFOP-Schriften*. 2005. H. 27. P. 1–70.
 44. Slominski B. A., Meng A. X., Jia W. M. et al. Chemical composition and nutritive value of yellow-seeded *Brassica napus* canola // *Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress*. Wuhan, China. 2007. Vol. 5. P. 1217–1221.
 45. Slominski B. A., Meng X., Omogbenigun O. F. et al. Recent advances in research on improvement nutritive value of canola seed and meal by enzyme supplementation // *Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress*. Copenhagen, Denmark, 2003. P. 1217–1221.
 46. Spiekers H., Südekum K.-H. Einsatz von 00-Rapsextraktionsschrot beim Wiederkäuer // *UFOP-Praxisinformation 2004*. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, Berlin.

47. Šeškevičienė J., Kapočius M., Kluge H. et al. Gehalte an Zellwandsubstanzen und Glucosinolaten von Rapssamen aus litauischem Anbau // 6. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. Lutherstadt Wittenberg, 2000. P. 277–279.
48. Šeškevičienė J., Mikulionienė S., Jonuškienė I. et al. Substances influencing the nutritive value of rape (*Brassica napus*) and rapeseed cake // *Žemės ūkio mokslai*. 2002. Nr. 3. P. 39–43.
49. Velička R. Rapsai. Kaunas, 2002. 320 p.
50. Velička R., Kriaučiūnienė Z., Rimkevičienė M. Aspects of rape growing and scientific research in Lithuania // Tagungsbeiträge 4. Litauisch-Deutscher Öl- und Proteinpflanzentag. Kaunas-Akademija, 2007. P. 5–17.
51. Verband Deutscher Ölmühlen (ohne Jahresangabe): Unterrichtsmaterial, Schwerpunkt 00-Raps.
52. Zuprizal M., Labier A., Chagneau M. Effect of age and sex on true digestibility of amino acids of rapeseeds and soybean meals in growing broilers // *Poultry Science*. 1992. Vol. 71. P. 1486–1492.
53. Zuprizal M., Labier A., Chagneau M. et al. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broiler // *Poultry Science*. 1993. Vol. 72. P. 289–295.

Heinz Jeroch

THE SIGNIFICANCE OF RAPESEED AND RAPESEED PRODUCTS FOR ANIMAL NUTRITION AND THE QUALITY OF ANIMAL PRODUCTS

Summary

The paper focuses on the following issues: historical aspects of rapeseed and their products, results of rapeseed quality breeding, rapeseed ingredients and their significance for human and animal nutrition, processes for rapeseed oil production and rapeseed by-products, quality parameters of the by-products and their utilization in animal feeding, further steps improving the quality of rapeseed and rapeseed by-products, rapeseed oil as a valuable foodstuff and component in feed rations to change the fat acid profile of animal products. The paper is based on our own publications and results from the literature.

Key words: rapeseed, quality breeding, rapeseed processing, processing by-products, rapeseed oil, chemical composition, quality parameters, utilization as feedstuffs for animal nutrition, quality of animal products