



Rapssaat und -kuchen in der Schweinefütterung

Friedrich SCHÖNE, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Abteilung Ernährung und Markt, D-07743 Jena

Anhand von vier Fütterungsversuchen bei Mastschweinen wurde der Einsatz von geschroteter Rapssaat und fettreichem Rapskuchen geprüft. Demnach sollten Futtermischungen nicht mehr als 2 mmol/kg Glukosinolate enthalten, oder entsprechend zehn Prozent marktübliches Rapsextraktionsschrot. Höhere Anteile als zehn Prozent an geschroteter Rapssaat oder Rapskuchen im Mastfutter setzen eine Wasser-Wärme-Behandlung voraus.

An der deutschen Jahresproduktion an Mischfutter von etwa 20 Mio. Tonnen sind Rapsprodukte, vor allem Rapsextraktionsschrot (RES), mit 7 % beteiligt. Das ist der zweite Platz auf einem Eiweissfuttermarkt, der von 3 Mio. Tonnen Sojaextraktionsschrot dominiert wird. Der angestiegene und weiter steigende Anteil der Rapsprodukte im Futter basiert auf der Verringerung der Glukosinolatkonzentration von mehr als 100* mmol/kg auf unter 30 mmol/kg fettfreier Substanz durch die Pflanzenzüchtung. Nach wie vor bestehen aber Kontroversen über den zu tolerierenden Glukosinolatgehalt.

Im Rapssaatgut sind maximal 25 mmol/kg (bei 91 % Trockenmasse) zulässig. Dieser Grenzwert, aber auch niedrigere Konzentrationen, zum Beispiel 18 mmol Glukosinolate/kg, werden von Tierernährern und Schweinehaltern als zu hoch angesehen. Es bestehen Kenntnislücken über den Einfluss der Verarbeitung auf Rapsfuttermittel besonders auf deren Glukosinolatgehalt.

Fettreicher Rapskuchen mit hohem Energiegehalt

Das Futtermittel mit 10 bis 20 % Rohfett entsteht in Schneckenpressen, die dezentral vor allem den auf Stilllegungsflächen angebauten «non food»-Raps verarbeiten. Die EU zahlt dem Rapsanbauer die Flächenprämie (einschliesslich Stilllegungsprämie) nur unter der Voraussetzung, dass mehr als 50 % des Verkaufserlöses der Verarbeitungsprodukte im „non food“-Sektor entstehen. Das Futtermittel Rapskuchen (food Bereich) muss demnach

*1 mmol Glukosinolate des Rapses entsprechen etwa 400 mg

weniger lösen als das Öl mit «non food»-Verwendung, zum Beispiel bei Umeesterung zu Biodiesel.

Im Rapspresskuchen steuert der hohe Fettanteil zumindest teilweise der Energieverdünnung über die Rapsfaser entgegen (Tab. 1). Bei 70 % scheinbarer Ver-

daulichkeit der organischen Substanz, ermittelt im Verdauungsversuch mit 86 kg schweren Schweinen, erreichte Rapspresskuchen mit 17 % Rohfett die Umsetzbare Energie (ME) der Gerste. Abweichungen von diesem Fettgehalt entsprechen je 1 % Rohfett 0,2 MJ ME.

Abbildung 1 zeigt die Abnahme des Fettgehaltes von der Saat zum Kuchen und vom Kuchen zum RES. Der Entzug des Fettes reichert die Nicht-Fett-Bestandteile wie Protein oder Faser an.

Jedoch, was geschieht mit den Glukosinolaten? In vergleichenden Untersuchungen

Tab. 1. Rapsfuttermittel im Vergleich mit Sojaextraktionsschrot - Bestandteile und Umsetzbare Energie (je kg, 90 % Trockensubstanz)

		Rapssaat	Presskuchen	Extraktionsschrot	Sojaextraktionsschrot
Rohprotein (g N x 6,25)	g	203	300	350	440
Etherextrakt	g	306	150	30	30
Rohfaser	g	65	105	115	57
Lignin ¹⁾	g	55	80	85	10
Lysin	g	12	16	20	27
Methionin + Cystin	g	8	12	14	14
Phosphor	g	9	10	11	6
Umsetzbare Energie	MJ	19	12	10	13
Glukosinolate	mmol	13	17	7..14	0

¹⁾Rückstand nach Behandlung mit 72%iger Schwefelsäure minus Asche

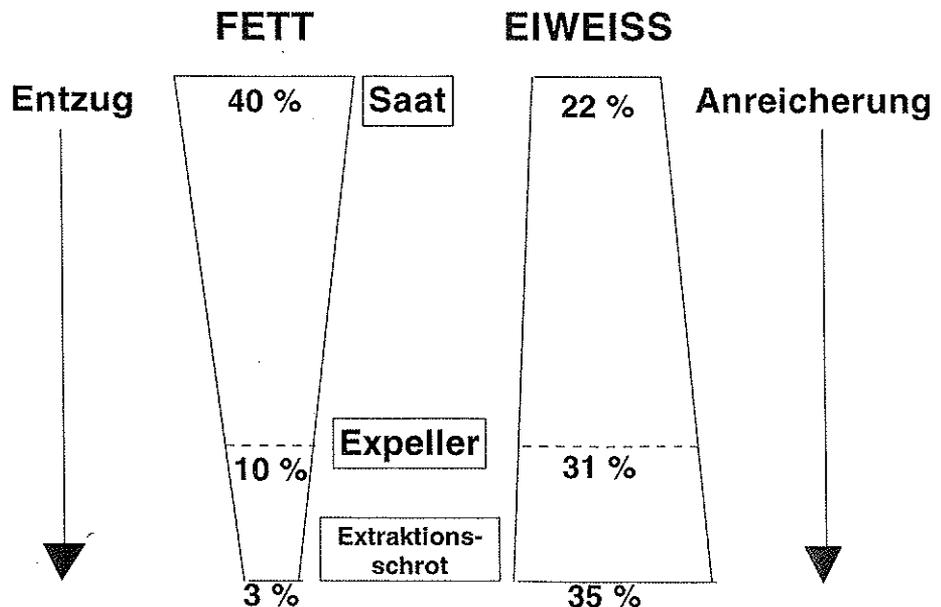


Abb. 1. Anreicherung von Nicht-Fett-Bestandteilen durch Fettentzug aus der Rapssaat.



von Saat und Extraktionsschrot gleicher Herkunft (Kujawa *et al.* 1989; Henkel und Kallweit 1994) unterschied sich die Glukosinolatkonzentration des RES nicht von derjenigen des Ausgangsmaterials, oder sie war im Verarbeitungsprodukt sogar niedriger. Das bedeutet, die Verarbeitung in der Ölmühle mit Konditionieren der Saat (Feucht-Warm-Behandlung), Zerkleinern, Vorpressen, Extrahieren, Entfernen des Extraktionsmittels durch Wasserdampfbehandlung (desolventisieren) und Toasten verminderte den Glukosinolatgehalt (auf Basis fettfreie Substanz). Ziel der vorliegenden Untersuchung einer Rapssaatcharge (Sorte Falcon) und des daraus hergestellten Presskuchens war es, die Wirkung des Abpressens und weiterer Verarbeitungsschritte auf den Glukosinolatgehalt zu klären.

Der Pressvorgang reichert die Glukosinolate an (Abb. 2). Andererseits bringt jede Zerstörung der Pflanzenzelle Glukosinolate und Myrosinase in Kontakt. In der intakten Zelle sind Glukosinolate und das Enzym Myrosinase voneinander getrennt. Die Aufhebung dieser Trennung müsste den enzymatischen Glukosinolatabbau in Gang setzen. Dafür fehlt es aber im Presskuchen an Wasser. Wir setzten pro kg Rapskuchen 1 l Wasser zu und konnten in dem schonend erwärmten (60°C) und getrockneten Kuchen lediglich Spuren von Glukosinolaten nachweisen.

Daraus kann gefolgert werden, dass nur Verarbeitungsschritte, bei denen Wasser angewendet wird, eine Myrosinasewirkung beziehungsweise Glukosinolatpaltung in Gang bringen. Das betrifft das Konditionieren der Saat oder den Wasserdampfzusatz nach der Extraktion. Andererseits ist die Temperatur des Dampfes und in der Folge diejenige beim Toasten zu hoch - mutmasslich zu hoch für die Myrosinase. Das Optimum der Enzymwirkung befindet sich zwischen 40°C und 70°C. Temperaturen von 100°C und mehr denaturieren die Myrosinase. In dem (Lösungsmittel)extrahierten und getoasteten Schrot (RES) ist keine Enzymaktivität mehr nachweisbar.

Fütterungsversuche mit Rapssaat und -kuchen

Gepprüft wurden Rapssaat, Sorte Madora, und Rapspresskuchen, gepresst aus Raps der Sorte Falcon, mit 20 mmol und 19 mmol Glukosinolaten je kg Trockenmasse, also ähnlichem Glukosinolatgehalt. Alle Tiere wurden *ad libitum* gefüttert.

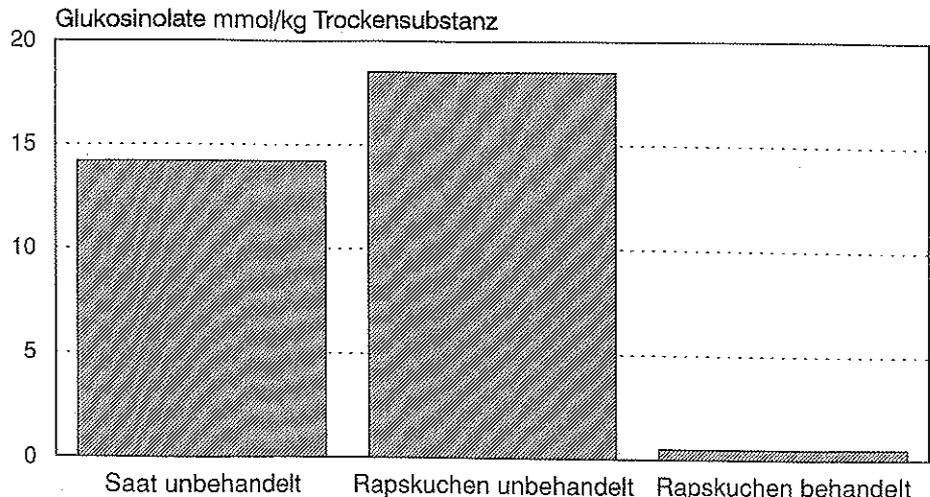


Abb. 2. Gehalt von Rapssamen und Rapspresskuchen, gepresst mittels Schneckenpresse (150 kg Saat/Stunde), an Glukosinolaten. Des Weiteren wurde Rapskuchen mit Wasser, 1 l/kg befeuchtet und bei 60°C getrocknet.

Im 15wöchigen Versuch 1 erhielten 5 x 8 Hybridschweine (32 kg Anfangsmasse) Getreide-Soja-Rationen ohne (Kontrolle) oder mit abgestuften Anteilen Rapssamenschrot (Tab. 2). Im 16wöchigen Versuch 2 mit 4 x 10 Schweinen (22 kg Anfangsmasse) kamen abgestufte Anteile Rapskuchen zur Prüfung. Die Aufteilung der Gruppen ähnelte Versuch 1. Alle Futtermischungen hatten den gleichen Gehalt an Rohprotein (16 %) und Lysin (0,85 %). In Versuch 2 stimmte ebenfalls der Energiegehalt überein (12,4 MJ ME/kg Futter). In Versuch 1 erhöhte sich mit steigendem Anteil Rapssamenschrot - 5 %, 10 % und 15 % - der Gehalt an ME. Neben der Getreide-Sojaextraktionsschrot-Kontrolle wurde deshalb eine weitere Kontrolle mit 20 % getoasteten Vollfettojabohnen aufgestellt. Energetisch stimmte die Getreide-Vollfettojabohnen-Mischung mit dem ME-Gehalt des Futters mit 10 % Rapssamenschrot überein. In den Versuchen 1 und 3 war das Getreide jeweils zur Hälfte Gerste und Weizen, in den Versuchen 2 und 4 ausschliesslich Gerste. Gegenstand der Versuche 3 und 4 war die Reaktion der Schweine auf die Wasser-Wärme-Behandlung des Rapssamen-

schrotes oder des Rapspresskuchens (Abb. 2). Rapssamenschrot (Versuch 3) oder Rapspresskuchen (Versuch 4) befeuchtet (1 l Wasser/kg) und bei 60°C getrocknet wurde mit dem unbehandelten Ausgangsmaterial verglichen, zu prüfender Anteil im Alleinfutter jeweils 15 % (Tab. 2). Die in den Versuchen geprüften Futtermischungen und deren analysierte Zusammensetzung wurden publiziert (Schöne *et al.* 1993, 1996).

Das Futteraufnahmeniveau, die Lebendmassezunahme und der Futteraufwand unterschieden sich zwischen den Versuchen nur wenig (Tab. 3). Von den Mischungen mit dem höchsten geprüften Rapsfuttermittelanteil (150 g/kg Futter) nahmen die Schweine eine geringere Menge auf. In Versuch 1 war die Verzehrsminderung signifikant. Die Lebendmassezunahme folgte der Energieaufnahme. Die Zunahmen waren in diesem Versuch (1) in der Kontrolle mit der energieärmeren Getreide-Sojaextraktionsschrot-Mischung signifikant, in der Gruppe mit 15 % Rapssamenschrot tendenziell erniedrigt. Der Futteraufwand zeigte sich bei Verabreichung der Getreide-Sojaextraktionsschrot-Ration signifikant erhöht. Im Aufwand an ME je kg Lebend-

Tab. 2. Gruppen und Tierzahlen in den Einzelfütterungsversuchen

	Geschrotete Ölsaart %	Glukosinolate mmol pro kg Futter	Umsetzbare Energie (ME) MJ pro kg Futter
Versuch 1: 5 Gruppen x 8 Schweine			
Kontrolle	0	<0,1	12,7
Vollfettojabohnen	20	<0,1	13,3
Rapssamen (RS)	5	0,9	13,0
	10	1,8	13,2
	15	2,7	13,5

Versuch 2: 4 x 10 Schweine, Rapskuchen (RK), 0 %, 5 %, 10 %, 15 %

Versuch 3: 2 x 8 Schweine, 15 % RS unbehandelt versus 15 % RS feucht warm behandelt

Versuch 4: 2 x 10 Schweine 15 % RK unbehandelt versus 15 % RK feucht warm behandelt

Tab. 3. Leistung und Schilddrüsenmasse der Schweine nach Verabreichung abgestufter Anteile an Rapssaat (Versuch 1) oder Rapskuchen (Versuch 2)

Rapsfuttermittel Anteil g/kg Futter	0 ¹⁾	0 ²⁾	50	100	150	Standardfehler des Mittels
Glukosinolate mmol/kg Futter	0	0	0,9	1,7	2,6	
Rapssamenschrot						
Futteraufnahme ³⁾ kg/Tag	2,49 ^b	2,48 ^b	2,51 ^b	2,42 ^{ab}	2,27 ^a	0,02
Lebendmassezunahme g/Tag	717 ^a	776 ^b	795 ^b	753 ^{ab}	732 ^{ab}	8
Futteraufwand ³⁾ kg/kg Zunahme	3,47 ^a	3,19 ^b	3,16 ^b	3,21 ^b	3,11 ^b	0,04
Schilddrüsenmasse mg/kg Körpermasse	75 ^a	77 ^a	89 ^a	128 ^b	143 ^b	6
Rapspresskuchen						
Futteraufnahme ^{3) 4)} kg/Tag	2,40	1	2,42	2,44	2,36	0,04
Lebendmassezunahme g/Tag ⁴⁾	758	nicht unter sucht	790	758	726	10
Futteraufwand ^{3) 4)} kg/kg Zunahme	3,17		3,06	3,21	3,25	0,04
Schilddrüsenmasse mg/kg Körpermasse	70 ^a		108 ^b	129 ^b	196 ^c	6

Unterschiedliche Buchstaben in der gleichen Zeile kennzeichnen signifikante Differenzen (Newman-Keuls-Test, $p < 0,05$).

¹⁾Kontrolle - Sojaextraktionsschrot

²⁾Kontrolle - Vollfettsojabohnen, getoastet

³⁾Versuch 1: Gehalt der Futtermischungen an ME in Tab. 2, Versuch 2: 12,4 MJ ME/kg Futter

⁴⁾nicht signifikant

massezunahme (nicht gezeigt) bestanden aber keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

In *Versuch 2* bestand die Tendenz einer erniedrigten Lebendmassezunahme der Schweine mit dem höchsten geprüften Rapskuchenanteil (150 g/kg Futter) im Vergleich zur Stufe 50 g/kg Futter.

Die Schilddrüsenmasse zeigte den Glukosinolatanteil des Futters empfindlich an, trotz Jodergänzung. Die Schilddrüse ist durch Vergrößerung in der Lage, eine gehemmte Hormonsynthese zu kompensieren. Ein Zusammenhang zwischen Schilddrüsenvergrößerung und Wachstumsminde rung ist nicht zwingend, wuchsen doch die Schweine mit 5 % Rapsfuttermitteln im Futter am intensivsten und das trotz bereits schwererer Schilddrüsen. Ebenfalls in früheren Versuchen mit glukosinolatreichem RES im Futter war ein Anstieg der Schilddrüsenmasse nicht

streng korreliert mit verringerter Futteraufnahme und Lebendmassezunahme.

Andererseits bringt jede rapshaltige Futtermischung ohne Jodergänzung den Jodvorrat und die Hormonproduktion der Schilddrüse über kurz oder lang - je nach Glukosinolataufnahme - auf Null. Fehlendes Schilddrüsenhormon führt zu enormem Kropf mit Verzehnfachung der Schilddrüsenmasse (800 mg/kg Körpermasse und mehr), Futteraufnahme- beziehungsweise Wachstumsdepressionen und zu charakteristischen Symptomen des klinischen Jodmangels wie verkürzten Gliedmassen (Knochenveränderungen) und teigigen Hautfalten (Myxödem).

In den *Versuchen 3 und 4* erhöhte die Wasser-Wärme-Behandlung des Rapssamenschrotes oder des Rapskuchens im Vergleich zum unbehandelten Ausgangsmaterial die Lebendmassezunahme (Tab. 4). Die Wachstumsverbesserung mit der be-

handelten Rapssaat (*Versuch 3*) beruhte auf dem Mehrverzehr und war signifikant. Die Schilddrüsenreaktion unterschied sich zwischen den beiden Versuchen. Obwohl die Wasser-Wärme-Behandlung den Glukosinolatgehalt sowohl des Rapssamenschrotes als auch des Rapskuchens (Abb. 2) drastisch senkte, zeigte sich nur bei den rapskuchengefütterten Schweinen die Schilddrüsenmasse signifikant verringert. Vermutlich ist im Vergleich zur Saat im Rapspresskuchen die Myrosinase angereichert. Mehr Enzym dürfte mehr Glukosinolat-Abbauprodukte freisetzen. Weniger Enzym in der Rapssaat könnte Glukosinolate zu weniger flüchtigen Verbindungen abbauen, welche zum Beispiel mit Aminosäuren zu den kropferzeugenden Thioharnstoffen weiterreagieren.

Wirtschaftlichkeit der Rapsfuttermittel

Die Schweinemastrationen und ihre Kosten in Tabelle 5 basieren auf den folgenden Futtermitteln und Preisen (Thüringen, Januar 1996):

	DM/Tonne
Gerste	230.-
Weizen	240.-
Rapsextraktionsschrot (36 % Rohprotein)	270.-
Rapssaat	360.-
Rapsöl	800.-
Rapspresskuchen (15 % Etherextrakt)	285.-
Sojaextraktionsschrot (45 % Rohprotein)	390.-
Mineral-Vitamin-Prämix mit 5 % Lysin	700.-

Eine übliche Getreide-Sojaextraktionsschrot-Mischung 1 wird verglichen mit den Mischungen 2 - 5, die Rapsfuttermittel enthalten. Rapsöl, 20 g/kg, verteuert das Futter. Andererseits wird weniger von der energiereicheren Mischung benötigt, und die gesamten Futterkosten unterscheiden sich nicht so sehr. Die Einbeziehung von RES «verdünnt» die ME-Konzentration und erfordert den Zusatz des teuren Rapsöls - was keinen Kostenvorteil bringt. Ebenfalls Rapssaat kann die Futterkosten nicht vermindern. Nur Rapspreise von 300 DM/Tonne und weniger - das war die Situation 1992 - machen den Einsatz der Saat in der Fütterung wirtschaftlich. Rapspresskuchen vermindert deutlich die Futterkosten, vorausgesetzt: mindestens 15 % Fett (bei 90 % Trockenmasse) für eine befriedigende Energiedichte und

Tab. 4. Leistung und Schilddrüsenmasse der Schweine nach Verabreichung von Futtermischungen mit 150 g/kg Rapsfuttermitteln, unbehandelt oder behandelt mit Wasser und Wärme

	Rapssamenschrot (Versuch 3)		Standardfehler des Mittels	Presskuchen (Versuch 4)		Standardfehler des Mittels
	Unbehandelt ¹⁾	Behandelt ²⁾		Unbehandelt ¹⁾	Behandelt ²⁾	
Futteraufnahme kg/Tag	2,27	2,40*	0,03	2,36 ³⁾	2,38 ³⁾	0,04
Lebendmassezunahme g/Tag	732	783*	11	726 ³⁾	767 ³⁾	15
Futteraufwand kg/kg Zunahme	3,11 ³⁾	3,07 ³⁾	0,04	3,25 ³⁾	3,10 ³⁾	0,05
Schilddrüsenmasse g/kg Körpermasse	143 ³⁾	130 ³⁾	10	196	106*	15

*Signifikanz zur Kontrolle t-Test ($p < 0,05$)

Gehalt Glukosinolate: ¹⁾ 2,6 mmol/kg Futter ²⁾ 0,1 mmol/kg Futter ³⁾ nicht signifikant



Tab. 5. Alleinfuttermischungen mit 15 % Rohprotein und Futterkosten für ein Mastschwein mit 700 g Tageszunahmen (Lebendmasseabschnitt 30 bis 110 kg, 3300 MJ Gesamtverbrauch ME)

Futtermischung	1	2	3	4	5
Komponenten g/kg Futter					
Weizen	420	405	390	385	405
Gerste	420	405	390	385	405
Sojaextraktionsschrot (43 % Rohprotein)	130	140	100	120	90
Rapsextraktionsschrot (36 % Rohprotein)	-	-	60	-	-
Rapspresskuchen (15 % Etherextrakt)	-	-	-	-	70
Rapssaft	-	-	-	80	-
Rapsöl	-	20	30	-	-
Mineral-Vitamin-Prämix mit 5 % Lysin	30	30	30	30	30
Parameter					
Umsetzbare Energie MJ/kg Futter	12,8	13,3	13,3	13,2	12,8
Kosten ¹⁾					
DM/100 kg Futter	26,90	28,20	28,40	27,80	26,60
Futter kg/Schwein	258	248	248	250	258
Futterkosten DM/Schwein ²⁾	77,17	77,36	77,75	76,89	76,47

¹⁾ Ohne Schrotten und Mischen

²⁾ Mit 30 DM/1000 kg für Schrotten und Mischen

Preise deutlich unter 300 DM/Tonne. Die 30 % Eiweiss im Rapskuchen entsprechen dem Mittel des Eiweissgehaltes zwischen Getreide (Gerste und Weizen) und Sojaextraktionsschrot. Unterstellt man eine akzeptable Konzentration der ME befindet sich der Preis von Rapspresskuchen in der Spanne zwischen Getreide und Sojaextraktionsschrot, als Empfehlung: ein Drittel der Spanne über Getreidepreisniveau oder zwei Drittel unter Sojaextraktionsschrot-Preisniveau.

Folgerungen und Ausblick

Rapsfuttermittel werden ihren Platz am Eiweissfuttermittelmarkt nur behalten, wenn der Gehalt an Glukosinolaten per Analyse kontrolliert und weiterhin gesenkt wird. Schrote und Rapskuchen mit analytisch nachgewiesenen weniger als 10 mmol Glukosinolaten/kg sind breiter einsetzbar als das derzeit übliche glukosinolatreichere Material. Rapskuchen fällt bisher in geringer Menge an, wäre aber aufgrund des höheren Gehaltes an ME dem RES vorzuziehen. In einem neueren Verfahren konnte energiereicheres RES durch teilweises Entfernen der Schalen der Rapssaft hergestellt werden. In diesem Schrot war der Rohfasergehalt halbiert, die ME Schwein in der Grössenordnung von 1 bis 2 MJ/kg erhöht, und der Rohproteingehalt stieg auf über 40 % an. Bestätigt

RES aus geschälter Ware den Qualitätsvorsprung im Fütterungsversuch, kann der Futtermittelmarkt Mehrpreise von 10 bis 15 % gegenüber handelsüblichem RES lösen. Andererseits muss ein solcher Preisvorsprung den um die Schalenmenge verminderten Rapsextraktionsschrotanfall (und Erlösausfall der Ölmühle!) kompensieren.

LITERATUR

Das Literaturverzeichnis ist beim Autor erhältlich.

RÉSUMÉ

Graines et tourteau de colza dans l'alimentation des porcs

Des graines de colza concassées et du tourteau de colza riche en matière grasse ont été étudiés au cours de quatre essais d'alimentation avec 98 porcs au total, qui se sont déroulés sur une longue période. Les graines de colza contenaient 20 mmol de glucosinolates/kg de matière sèche (MS) et le tourteau en contenait 19 mmol/kg MS. La proportion de produits de colza étudiée variait de 0 (contrôle) à 15 %. A 15 % on a testé un traitement à l'eau et à la chaleur (humidification des graines broyées ou du tourteau avec 1 l d'eau/kg et séchage à 60 °C). A ce niveau la consommation et l'accroissement du poids vif ont été infé-

rieurs avec le tourteau de presse de colza. Des proportions inférieures de produits de colza, entre 5 % et 10 %, ont été tolérées par les porcs sans baisse des performances; toutefois le poids de la thyroïde a augmenté sensiblement. Lors d'un traitement à l'eau et à la chaleur, la teneur en glucosinolates représentait moins de 10 % de la teneur en glucosinolates des aliments à base de colza que l'on trouve dans le commerce; la diminution des performances d'engraissement a pu être évitée. Les mélanges pour porcs ne devraient pas contenir plus de 2 mmol de glucosinolates par kg, ce qui équivaut à 10 % de tourteau d'extraction de colza que l'on trouve habituellement sur le marché. Des proportions supérieures à 10 % de graines de colza ou de tourteau de colza dans l'aliment d'engraissement impliquent un traitement à l'eau et à la chaleur, moyen par lequel la myrosinase propre au colza est activée entraînant ainsi la dégradation des glucosinolates.

SUMMARY

Rapeseed (RS) and rapeseed press cake (RPC) in pig feeding

Ground rapeseed and high fat rapeseed press cake were tested in four long-term experiments (ad libitum feeding) with a total of 98 pigs. RS contained 20 mmol glucosinolates/kg dry matter (DM), RPC 19 mmol/kg DM. The proportion of the tested rapeseed products varied from 0 (control) to 15 %. At 150 g kg⁻¹ diet also moisture heat treated RS or RPC (1 l water/kg, drying at 60°C) was given. Feed intake and live weight gain were decreased at 15 % dietary RS or RPC level. A lower rapeseed products' level (5 % and 10 %) was tolerated by pigs without performance depression, however, the thyroid weight was increased. Degrading glucosinolates to one tenth of initial content cancelled performance depression. Pig diets must not contain more than 2 mmol/kg glucosinolates corresponding to 10 % rapeseed meal in line with real market. Higher proportions of RS or RPC require water heat treatment which activates rapeseed-own myrosinase and leads to drastic glucosinolate degradation.

KEY WORDS: rapeseed, rapeseed press cake, pig feeding, glucosinolate, rapeseed meal