

UNTERSUCHUNGEN ÜBER PROTEINGEHALT UND -QUALITÄT
BEI RAPSMATERIAL MIT UNTERSCHIEDLICHEM
GLUCOSINOLATGEHALT

R. Marquard

Einleitung

Die chemische Analyse von Rapsschroten und Preßkuchen weist in der Regel hohe Protein-Gehalte, mit einem für die Verfütterung an monogastri-sche Tiere günstigen Aminosäuremuster aus (BOCK et al., 1965; CLANDININ, 1967; SCHILLER, 1968; JOSEFSSON, 1970; GODING et al., 1971; CLANDININ et al., 1972).

Daß in Fütterungsversuchen Rapsrückstände im Vergleich mit Rückständen anderer Ölsaaten wesentlich schlechter abschneiden, wird neben einem et-was höheren Anteil schwer-verdaulicher Gerüstsubstanzen (NEHRING et al., 1970) vor allem dem Gehalt an thyreostatisch wirkenden Verbindungen zugeschrieben, die als Spaltprodukte der Glucosinolate auftreten (NORD-FELDT et al., 1954; CLANDININ et al., 1966; VOGT et al., 1967, 1968, 1969; BERGNER und MÜNCHOW, 1970; SCHMIDT et al., 1970; RUTKOWSKI, 1970; RÖBBELEN, 1971; HUSS, 1972). Eine Entfernung oder Verminderung dieser unerwünschten Inhaltsstoffe kann direkt über die Technologie des Produktes erfolgen (JOSEFSSON, 1972; YOUNGS et al., 1972) so-wie über eine Verminderung des Glucosinolatgehaltes des Ausgangsmate-rials durch eingeschränkte Sulfaternährung der Pflanzen (MARQUARD, 1967; JOSEFSSON, 1970) oder die Züchtung glucosinolatärmer Sorten (LEIN, 1972).

Die Frage nach der Beeinflussung der Proteinqualität stellt sich indes bei allen der drei genannten Möglichkeiten.

Während bei einigen technologischen Verfahren offenbar die Verfügbarkeit des Lysins gemindert wird (WALICKA und KORELSKI, 1970) und bei einer eingeschränkten Sulfaternährung der Anteil der schwefelhaltigen Amino-säuren deutlich abnimmt (JOSEFSSON, 1970), sollte hier untersucht wer-den, ob in den Extraktionsrückständen von Erntematerial, das sich im Glucosinolat-Gehalt und in anderen Merkmalen unterschied, auch Unter-schiede im Aminosäuremuster des Proteins bestehen, wobei die für die Biologische Wertigkeit entscheidenden "Eckamino-säuren" Lysin, Methionin und Cystin (BOCK et al., 1965) in den Vordergrund gestellt wurden.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen stand Erntematerial von 10 Sorten bzw. Zucht-stämmen zur Verfügung, die in 2 Jahren auf den klimatisch und bodenmäßig

unterschiedlichen Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau im Versuch standen.

Die Standortunterschiede sind dabei wie folgt zu charakterisieren: **Rauschholzhausen** bei Marburg/Lahn im vorderen Vogelsberg, 220 m über NN; Löß-Lehm mit Bodenwertzahlen um 70; mittlere Tagestemperatur 8,3° C; Niederschlagssumme 596 mm.

Groß-Gerau, 25 km südlich von Frankfurt im Rhein-Main-Dreieck; 92 m über NN; schwach humoser Sand mit Bodenwertzahlen von 22 bis 28; mittlere Tagestemperatur 9,1° C; Niederschlagssumme 594 mm.

Für das Ausgangsmaterial der chemischen Untersuchungen können folgende Angaben über die Zusammensetzung einer Mischprobe gemacht werden:

Tabelle 1: Zusammensetzung des Erntematerials
(Mischprobe von 2 Jahren und 2 Standorten)

Sorte/Stamm	Rohfettgehalt in % d. ATM	Rohprotein- gehalt in % d. ATM	Gesamt ^κ -Glu- cosinolate in µg/1g ATM	Erucasäure in % der ges. Fettsäure
Janetzkis Weihenstephaner	36,5	25,9	67,0	21,9
Späths Zollerngold	36,4	22,7	78,7	24,4
Erglu (Eckendorf)	40,6	21,7	9,4	6,8
Soruca (Gießen)	37,8	27,2	65,1	3,7
Kosa (Gießen)	37,2	23,4	76,5	5,1
Zuchtstamm H	36,2	24,1	73,8	27,0
Zuchtstamm N	40,2	25,6	81,9	21,7
Zuchtstamm Gi I	37,5	24,7	76,1	6,6
Zuchtstamm Gi II	38,5	23,2	59,3	4,0
Zuchtstamm Gi III	38,9	26,3	57,4	3,2

* errechnete Mittelwerte

Bei den angeführten Inhaltsstoffen sind teilweise deutliche Unterschiede vorhanden, jedoch sei hier darauf hingewiesen, daß infolge freier Abblüte Einkreuzungen stattgefunden haben, was besonders in den Erucasäure-Gehalten zum Ausdruck kommt.

Für die Untersuchungen an dem fettfreien Rückstand wurde das Material nach der Vermahlung mit Dichlormethan erschöpfend extrahiert.

Der Rohproteingehalt wurde nach KJELDAHL bestimmt und die Verdaulichkeit mit einem Pepsin-Salzsäure-Gemisch nach NEHRING (1960) ermittelt.

Die Glucosinolatbestimmung erfolgte nach der von LEIN (1972) beschriebenen Methode unter Verwendung der "Glucose-UV-Testkombination" der Firma Boehringer, Mannheim.

Die Aminosäuregehalte wurden mit einem Flüssigkeits-Säulenchromatographen der Firma Beckman bestimmt. Dabei wurden Cystin und Methionin vor der sauren Hydrolyse nach der Methode von HEESE et al. (1971) quantitativ in Cysteinsäure bzw. Methioninsulfon überführt.

Zur Ermittlung der statistischen Sicherheit der Ergebnisse wurde für jedes Merkmal eine Varianzanalyse gerechnet, bei der die Testung gegen die dreifache Wechselwirkung Jahr/Standort/Sorte erfolgte. Über die Signifikanz der aufgetretenen Unterschiede geben somit der F-Test im Mittel der jeweiligen Varianzen und im speziellen Fall die GD-Werte (multipler t-Test) Auskunft.

Untersuchungsergebnisse

Die Rohproteingehalte im Extraktionsrückstand sind in Tabelle 2 mitgeteilt.

Die Einzelwerte schwanken zwischen 34,7 % bei der Sorte Erglu im Jahre 1972 auf Standort Rauischholzhausen und 44,3 % bei Stamm N im gleichen Jahr auf dem Standort Groß-Gerau. Der F-Test weist statistisch gesicherte Jahresunterschiede aus, sowie Wechselwirkungen zwischen Standort und Jahr. Gesicherte Sortenunterschiede und Standorteinflüsse auf den Rohproteingehalt sind dagegen nicht nachweisbar.

Die Werte des verdaulichen Rohproteins, die in Tabelle 3 zusammengestellt sind, schwanken bei den Einzelproben zwischen 75,5 % bei Stamm Gi II im Jahre 1972 und 89,1 % bei Stamm N im Jahre 1973 auf dem Standort Rauischholzhausen. Im F-Test werden wiederum gesicherte Jahresunterschiede und Wechselwirkungen zwischen Standort und Jahr angezeigt, dagegen sind die relativ deutlichen Jahres- und Sortenunterschiede nicht signifikant. Die Gehalte an Gesamt-Glucosinolaten sind in der Tabelle 4 wiedergegeben. Zwischen den Einzelwerten treten dabei erhebliche Schwankungen auf, die im Extremfall zwischen 13,5 $\mu\text{mol/g}$ bei der Sorte Erglu 1972 und 158,9 $\mu\text{mol/g}$ bei dem Stamm Gi I im Jahre 1973 auf dem Standort Rauischholzhausen liegen. Die im F-Test angezeigten gesicherten Sortenunterschiede resultieren im wesentlichen aus der großen Differenz zwischen der Sorte Erglu und allen übrigen Sorten bzw. Stämmen, jedoch bestehen auch zwischen den Einzelwerten anderer Sorten bzw. Stämme beträchtliche Unterschiede und in den

Tabelle 2: Rohproteingehalte des Extraktionsrückstandes in % der ATM

Sorte/Stamm	Standort		Rauisch-Holzhausen		Groß-Gerau		M		M	M	Gesamt
	1972	1973	1973	M	1972	1973	M	1972			
Janetzki's Weihenstephaner	39,3	43,5	41,4	41,4	41,5	39,3	40,4	40,4	41,4	41,4	40,9
Späths Zollerngold	38,2	43,0	40,6	40,6	42,6	40,2	41,4	40,4	41,6	41,6	41,0
Erglu (Eckendorf)	<u>34,7</u>	40,2	37,45	38,4	38,4	40,2	39,3	36,6	40,2	40,2	38,4
Soruca (Gießen)	35,5	42,1	38,8	41,9	41,9	37,8	39,9	38,7	40,0	40,0	39,3
Kosa (Gießen)	37,4	39,3	38,35	41,5	41,5	40,0	40,8	39,5	39,7	39,7	39,6
Zuchtstamm H	36,6	42,1	39,35	41,5	41,5	39,3	40,4	39,1	40,7	40,7	39,9
Zuchtstamm N	38,2	43,5	40,85	<u>44,3</u>	44,3	39,5	41,9	41,3	41,5	41,5	41,4
Zuchtstamm Gi I	37,7	43,2	40,45	42,1	42,1	39,3	40,7	39,2	41,3	41,3	40,6
Zuchtstamm Gi II	35,4	41,0	38,2	39,1	39,1	40,0	39,6	37,3	40,5	40,5	38,9
Zuchtstamm Gi III	35,5	42,8	39,15	38,4	38,4	34,4	36,4	37,0	38,6	38,6	37,7
M	36,9	42,1	39,5	41,1	41,1	39,0	40,1	38,9	40,5	40,5	39,8
F-Test	2,88	1,82	11,89 ^x	1,10	1,10	0,63	0,63	0,63	67,26 ^x	67,26 ^x	67,26 ^x
GD 5%	2,26	1,01	1,01	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	1,43	1,43	1,43

x) stat. gesichert

Tabelle 3: Verdaulicher Anteil des Rohproteins in %

Sorte/Stamm	Standort		Raulisch-Holzhausen		Groß-Gerau		M 1972	M 1973	M 1973	M Gesamt
	1972	1973	M	1972	M	1973				
Janetzki's	86,5	87,9	87,2	85,3	89,0	87,2	85,9	88,5	87,2	
Weihenstephaner										
Späths	83,0	88,6	85,8	88,1	88,2	88,2	85,6	88,4	87,0	
Zollerngold										
Erglu (Eckendorf)	81,0	82,0	81,5	81,9	86,6	84,3	81,5	84,3	82,9	
Soruca (Gießen)	82,5	86,9	84,7	82,6	84,9	83,8	82,6	85,9	84,2	
Kosa (Gießen)	82,5	86,8	84,7	81,8	83,0	82,4	82,2	84,9	83,5	
Zuchtstamm H	78,9	87,3	83,1	84,1	82,2	83,2	81,5	84,8	83,1	
Zuchtstamm N	83,3	89,1	86,2	83,0	84,0	83,5	83,2	86,6	84,9	
Zuchtstamm Gi I	79,5	88,0	83,8	82,3	84,4	83,4	80,9	86,2	83,6	
Zuchtstamm Gi II	75,5	88,0	81,8	83,7	83,8	83,8	79,6	85,9	82,8	
Zuchtstamm Gi III	79,6	87,9	83,8	83,2	83,3	83,3	81,4	85,6	83,5	
M	81,2	87,3	84,2	83,6	84,9	84,3	82,4	86,1	84,3	
F-Test	1,59	0,00	20,72 ^x	0,52		0,23		8,38 ^x		
GD 5%	4,09	1,83	1,83	5,78		5,78		2,59		

x) stat. gesichert

Tabelle 4: Gesamt-Glucosinolate in µmol/g ATM

Standort Sorte/Stamm	Rauischholzhausen		Groß-Gerau		M 1972	M 1973	M 1972	M 1973	M Gesamt
	1972	M	1972	1973					
Janetzki Weihenstephaner	99,4	104,2	101,8	116,7	101,6	109,2	108,1	102,9	105,5
Späths Zollerngold	122,2	126,2	124,2	121,8	124,4	123,1	122,0	125,3	123,7
Erglu (Eckendorf)	13,5	14,7	14,1	19,9	14,9	17,4	16,7	14,8	15,8
Soruca (Gießen)	93,2	112,9	103,1	100,0	112,1	106,1	96,6	112,5	104,6
Kosa (Gießen)	108,9	139,7	124,3	130,6	108,1	119,4	119,8	123,9	121,8
Zuchtstamm H	106,3	124,3	115,3	111,5	120,6	116,1	108,9	122,5	115,7
Zuchtstamm N	115,1	158,4	136,8	136,9	136,8	136,9	126,0	147,6	136,9
Zuchtstamm Gi I	105,7	158,9	132,3	118,8	103,8	111,3	112,3	131,4	121,8
Zuchtstamm Gi II	71,0	123,8	97,4	106,7	84,5	95,6	88,9	104,2	96,5
Zuchtstamm Gi III	92,1	87,5	89,8	105,0	91,0	98,0	98,6	89,3	94,0
M	92,7	115,1	103,9	106,8	99,8	103,3	99,8	107,5	103,6

Sorte	Standort	Jahr	Sorte/Standort	Sorte/Jahr	Standort/Jahr
F-Test	23,07 ^x	0,02	2,99	0,60	10,97 ^x
GD 5%	22,37	10,01	10,01	31,64	14,15

x) stat. gesichert

Mittelwerten der Sorten ergeben sich einige über der Grenzdifferenz liegende Abweichungen. Ein Einfluß des Standortes ist - trotz erheblicher Schwankung der Einzelwerte - nach den nahezu identischen Mittelwerten nicht vorhanden, und die relativ geringen Unterschiede zwischen den Jahresmittelwerten sind statistisch nicht gesichert. Bei den getesteten Wechselwirkungen sind nur jene zwischen Standort und Jahr signifikant.

Die Lysingehalte, bezogen auf 100 g hydrolysierbares Protein bzw. 16 g Stickstoff, sind in Tabelle 5 mitgeteilt. Mit einigen Ausnahmen sind hier bereits die Einzelwerte erstaunlich ähnlich, so daß sich auch in den Mittelwerten keine gesicherten Unterschiede und auch keine gesicherten Wechselwirkungen nachweisen lassen. Bei der Bezugsgröße des hydrolysierbaren Proteins handelt es sich um den aus der Summe der Aminosäuren und Ammoniak errechneten Stickstoff, der mit dem Faktor 6,25 multipliziert ca. 88 bis 92 % des nach KJELDAHL ermittelten Rohproteins betrug.

Von den schwefelhaltigen Aminosäuren sind in Tabelle 6 die Methioningehalte wiedergegeben. Die Schwankungsbreite der Einzelwerte liegt hier zwischen 2,05 % bei den Sorten Soruca und Kosa im Jahre 1973 auf Standort Rauschholzhausen und 2,99 % bei Stamm Gi III im gleichen Jahr auf dem Standort Groß-Gerau. Gesicherte Sortenunterschiede sind nach dem F-Test nicht vorhanden, dagegen treten signifikante Standort- und Jahresunterschiede auf, indem auf dem Standort Groß-Gerau gegenüber Standort Rauschholzhausen und im Jahre 1972 gegenüber 1973 deutlich höhere Methioningehalte nachweisbar sind.

Beziehungen zwischen den Methioningehalten und den Glucosinolatgehalten sind jedoch nicht nachweisbar.

Bei den Cystingehalten, die in Tabelle 7 mitgeteilt sind, ergeben sich, mit Extremwerten von 1,33 % bei Erglu und 2,17 % bei Soruca im Jahre 1973 auf dem Standort Groß-Gerau, im Vergleich mit Lysin und Methionin die stärksten Abweichungen in den Einzelwerten. Die Mittelwerte der Standorte und Jahre sind dagegen erstaunlich ähnlich, so daß im F-Test lediglich gesicherte Unterschiede zwischen Sorten bzw. Stämmen angezeigt werden. Die wesentlichsten Differenzen liegen dabei zwischen den Sorten Janetzki's Weihenstephaner (1,69 %) und Erglu (1,70 %), welche die niedrigsten Gehalte aufweisen, und Soruca (1,98 %) und Stamm Gi II (2,04 %) mit den höchsten Cystingehalten. Eine direkte Beziehung zum Glucosinolatgehalt des Materials ist auch hier nicht gegeben.

Zusammenfassung

Aus den Untersuchungsergebnissen ist zu entnehmen, daß, trotz deutlich unterschiedlichem Ausgangsmaterial, in den Extraktionsrückständen - mit Ausnahme des Glucosinolatgehaltes - nur relativ geringe Unterschiede nachweisbar sind.

Tabelle 6: Methioningehalte in % des hydrolysierbaren Proteins

Standort Sorte/Stamm	Rauisch-Holzhausen		Groß-Gerau		M Gesamt				
	1972	1973	1972	1973					
Janetzki Weihenstephaner	2,36	2,06	2,21	2,69	2,64	2,53	2,33	2,43	
Späths Zollerngold	2,31	2,38	2,35	2,99	2,63	2,65	2,33	2,49	
Erglu (Eckendorfer)	2,33	2,13	2,23	2,66	2,56	2,50	2,29	2,40	
Soruca (Gießen)	2,77	<u>2,05</u>	2,41	2,73	2,66	2,75	2,32	2,54	
Kosa (Gießen)	2,46	<u>2,05</u>	2,26	2,51	2,46	2,48	2,26	2,37	
Zuchtstamm H	2,69	2,16	2,43	2,56	2,54	2,55	2,63	2,49	
Zuchtstamm N	2,77	2,31	2,54	2,58	2,59	2,59	2,45	2,57	
Zuchtstamm Gi I	2,84	2,49	2,67	2,61	2,79	2,70	2,73	2,69	
Zuchtstamm Gi II	2,52	2,59	2,56	2,74	2,77	2,76	2,68	2,66	
Zuchtstamm Gi III	2,24	2,59	2,42	2,51	<u>2,99</u>	2,75	2,38	2,59	
M	2,53	2,28	2,41	2,66	2,60	2,63	2,60	2,44	2,52

Sorte	Standort	Jahr	Sorte/Standort		Sorte/Jahr	Standort/Jahr
			Sorte	Standort		
F-Test	1,05	11,99 ^x	5,41 ^x	0,39	1,33	2,19
GD 5 %	0,329	0,147	0,147	0,466	0,466	0,208

x) stat. gesichert

Tabelle 7: Cystingehalte in % des hydrolysierbaren Proteins

Sorte/Stamm	Standort		Rauisch-Holzhausen		Groß-Gerau		M		M	
	1972	1973	M	1973	1972	1973	M	1972	M	1973
Janetzki's Weihenstephaner	1,52	1,81	1,67	1,75	1,65	1,75	1,70	1,59	1,78	1,69
Späths Zollerngold	1,87	1,84	1,86	1,65	1,90	1,65	1,78	1,89	1,75	1,82
Erglu (Eckendorf)	1,81	1,90	1,86	1,75	1,75	<u>1,33</u>	1,54	1,78	1,62	1,70
Soruca (Gießen)	1,78	1,96	1,87	2,17	1,98	2,17	2,08	1,88	2,07	1,98
Kosa (Gießen)	1,70	1,93	1,82	1,70	1,81	1,70	1,76	1,76	1,82	1,79
Zuchtstamm H	1,82	1,74	1,78	1,65	1,78	1,65	1,72	1,80	1,70	1,75
Zuchtstamm N	2,01	1,77	1,89	1,74	1,88	1,74	1,81	1,95	1,76	1,85
Zuchtstamm Gi I	1,84	1,88	1,86	1,83	1,83	1,83	1,83	1,84	1,86	1,85
Zuchtstamm Gi II	2,14	2,01	2,08	2,06	1,94	2,06	2,00	2,04	2,04	2,04
Zuchtstamm Gi III	1,84	1,92	1,88	1,72	1,89	1,72	1,81	1,87	1,82	1,85
M	1,83	1,88	1,86	1,76	1,84	1,76	1,80	1,84	1,82	1,83

Sorte	Standort		Sorte/Standort		Sorte/Jahr		Standort/Jahr	
	1972	1973	1972	1973	1972	1973	1972	1973
F-Test	4,04 ^x	2,36	0,29	1,31	1,51	3,10		
GD 5 %	0,178	0,080	0,080	0,251	0,251	0,112		

x) stat. gesichert

Bezüglich des Rohproteingehaltes ergibt sich, aufgrund der bestehenden negativen Korrelation zwischen Rohfett und Rohproteingehalt im Korn, eine weitgehende Angleichung der Eiweißgehalte bezogen auf den fettfreien Rückstand, wobei eine gesicherte Beeinflussung des Gehaltes hier lediglich von der Jahreswitterung ausgeht, mit Wechselwirkungen zwischen Standort und Jahr.

Ähnlich wird die Verdaulichkeit des Rohproteins von der Jahreswitterung beeinflusst, wobei offenbar die für die Kornausbildung maßgebenden Klimafaktoren wirksam werden, da hier eine direkte Beziehung zwischen Korngröße und Schalenanteil der Probe gegeben ist.

Der Glucosinolatgehalt im Rückstand ist dagegen ein ausgeprägt sortenspezifisches Merkmal, jedoch weisen die gesicherten Wechselwirkungen zwischen Standort und Jahr auf seine Beeinflussbarkeit durch Umweltfaktoren hin.

Am wenigsten unterschiedlich erweisen sich die Aminosäuremuster des Proteins. Bei den hier mitgeteilten Gehalten sind für Lysin keinerlei gesicherte Unterschiede nachweisbar und für Methionin werden lediglich geringe Standorteinflüsse im F-Test angezeigt.

Bei den Cystingehalten sind zwar statistisch gesicherte Unterschiede zwischen dem Erntematerial verschiedener Sorten bzw. Stämme nachweisbar, jedoch ohne eindeutige Beziehung zum Glucosinolatgehalt. Berücksichtigt man dabei, daß es sich bei Cystin nur um eine bedingt essentielle Aminosäure handelt, so kann abschließend festgestellt werden, daß im Mittel der Jahre und Standorte weder im Proteingehalt noch in der Proteinqualität - aufgrund der Verdaulichkeit und dem Gehalt an sogenannten "Eckaminosäuren" - wesentliche Unterschiede zwischen den Extraktionsrückständen aus dem Erntematerial von 10 Sorten bzw. Stämmen bestehen, obwohl die Glucosinolatgehalte deutlich differenziert sind.

Literatur

1. BERGNER, H. und H. MÜNCHOW (1970): Schilddrüsenaktivität und Eiweißstoffwechsel wachsender Schweine nach Fütterung von Methylthiouracil, Rapsextraktionsschrot bzw. Rapsextraktionsschrot und Thyroxin. Arch. Tierernähr. 20, 451
2. BOCK, H. -D., J. WÜNSCHE und K. NEHRING (1965): Über den Futterwert von verschiedenen Ölsaatrückständen insbesondere ausländischer Herkunft.
3. Mitt.: Untersuchungen über die Eiweißqualität von Ölsaatrückständen. Arch. Tierernähr. 15, 309
3. CLANDININ, D. R. (1967): Nutrient composition of expeller, prepress-solvent and solvent processed meals. Poultry Sci. 46, 1596-1597

4. CLANDININ, D. R., S. J. SLINGER und J. M. BELL (1972):
Zusammensetzung des kanadischen Rapsmehls.
In: Kanadisches Rapsmehl in der Vieh- und Geflügel-
fütterung.
Broschüre der "Rapeseed Association of Canada",
Seite 8-10
5. CLANDININ, D. R., L. BAYLY und A. CEBALLERO (1966):
Rapeseed meal studies.
5. Effects of (+)-5-Vinyl-2-Oxazolidine-thione a goi-
trogen in rapeseed meal, on the rate of growth and
thyroid function of chicks.
Poultry Sci. 45, 833
6. GODING, L. A., R. K. DOWNEY und A. J. FINLAYSON (1972):
Seed protein amino acid compositions resulting from
crosses between two brassica campestris cultivars.
Can. J. Plant Sci. 52, 63-71
7. HEESE, J., G. JAHN und R. FAHNENSTICH (1971): Gleichzeitige Be-
stimmung von Methionin und Cystin.
Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkd. 28,
161-171
8. HUSS, W. (1972): Ölkuchen und Rapsschrot in der Tierernährung.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 74, 634-638
9. JOSEFSSON, E. (1970): Glucosinolate content and amino acid compo-
sition of rapeseed (*Brassica napus*) meal as affected
by sulphur and nitrogen nutrition.
J. Sci. Food Agric. 21, 98-103
10. JOSEFSSON, E. (1972): Nutritional Value and Use of Rapeseed Meal.
In: "Rapeseed" von L. A. Appelqvist und R. Ohlsson,
Seite 354-378
Verlag: Elsevier Publishing Company Amsterdam,
London, New York
11. LEIN, K. -A. (1972): Genetische und physiologische Untersuchungen
zur Bildung von Glucosinolaten in Rapssamen. I. Zur
Vererbung der Glucosinolatarmut.
Z. Pflanzenzüchtg. 67, 243-256
12. MARQUARD, R. (1967): Der Einfluß der Schwefelernährung auf den
Senf- und Lauchölgehalt sowie die Ertragsleistung bei
einigen Pflanzen aus den Familien der Cruziferen,
Tropaeolaceen und Liliaceen.
Dissertation Gießen
13. NEHRING, K. (1960): Agriculturnchemische Untersuchungsmethoden
für Dünge- und Futtermittel, Böden und Milch.
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 3. Auflage,
Seite 148

14. NORDFELDT, S., N. GELLERSTEDT und S. FALKMER (1954):
Studies on rapeseed meal and its goitrogenic effect on
pigs.
Acta Pathol. Microbiol. Scand. 35, 217-232
15. RÖBBELEN, G. (1971): Zur Qualitätsbeurteilung von Ölkuchen.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 73, 161-166
16. RUTKOWSKI, A. (1970): Feeding value of solvent-extracted meals
from cruciferae plants.
Zeszyty problemowe postępow Nank rolniczych 91, 447.
17. SCHMIDT, H., H. BERGNER und B. WIRTGEN (1970): Untersuchungen
zur Wirkung von Rapsextraktionsschrot auf das Küken-
wachstum. 2. Mitt.
Arch. Tierernähr. 20, 461
18. SCHILLER, K. (1968): Die Proteinqualität von Ölsaatrückständen und
ihre Ergänzung mit synthetischen Aminosäuren.
Landbauforschung Völkenrode 18, 35
19. VOGT, H., H. J. SCHUBERT und K. STUTE (1967, 1968, 1969):
Futterwert und Einsatz von Rapsschrot in der Geflügel-
fütterung.
1. Mitt. Arch. Geflügelkunde 31, 225 (1967)
2. Mitt. Arch. Geflügelkunde 33, 42 (1968)
3. Mitt. Arch. Geflügelkunde 33, 120 (1969)
20. WALICKA, E. und J. KORELSKI (1970): Wpływ odgoryczenia na wartość
odżywcza białka sόνty rzepakowej (Der Einfluß der Ge-
winnung toxischer und schädlicher Inhaltstoffe auf den
Nährwert des Eiweißes im Rapsschrot)
Roczniki Nante rolniczych Ser. B 92, 333 (1970), zitiert
nach HUSS (1972)
21. YOUNGS, C. G., L. R. WETTER und G. S. BOULTER (1972):
Verarbeitung von kanadischem Raps zu hochwertigem
Mehl.
In: Kanadisches Rapsmehl in der Vieh- und Geflügel-
fütterung
Broschüre der "Rapeseed Association of Canada",
Seite 4-7