

人工飼料原料の近似消化率測定方法

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	下郡, 洋一郎 浦野, 松幸
巻/号	57巻5号
掲載ページ	p. 388-392
発行年月	1988年10月

人工飼料原料の近似消化率測定方法

下郡洋一郎・浦野松幸

船橋市日の出・日本農産工業株式会社中央研究所 (〒273)

(1988年2月22日 受領)

YOICHIRO SHIMOGORI and MATSUYUKI URANO: Measurements of digestivity of feedstuffs for artificial diets of the silkworm, *Bombyx mori*

飼料原料の近似消化率測定方法である外割法と内割法について、両方法の比較と、基礎飼料の栄養条件に及ぼす影響を検討した。人工飼料中のセルロース粉末は、セルロース粉末以外の成分の近似粗蛋白質消化率を上昇させることが分かった。末粉の近似消化率を内割法と外割法で算出して比較したところ、その差は近似乾物消化率では有意な差を示さなかったが、近似粗蛋白質消化率の差は約44%と大きな差となった。内割法による飼料原料の近似粗蛋白質消化率の測定では、セルロース粉末の影響が大きく、正確な値を得ることができないと推察された。外割法により近似消化率を測定する場合の基礎飼料の栄養レベルの違いが、近似消化率に及ぼす影響について検討したところ、セルロース粉末を20%配合した基礎飼料であっても、粗蛋白質含有率の差により、測定する飼料原料の近似消化率は大きく影響されないことが分かった。

蚕用人工飼料の原料配合組成を設計するには、使用する飼料原料の各々について、カイコがどの程度有効に利用できるか、予め知る必要がある。飼料原料の実測栄養価を知るために、飼料原料の近似乾物消化率や代謝エネルギーを測定した報告も見られる(堀江・渡辺, 1984; 下郡・浦野, 1986)が、いずれも家畜で実施している近似消化率測定法を応用しており、それらの測定法をカイコに応用した場合、正しい値が測定できるかどうか、検討した報告はない。

飼料原料の近似消化率の測定方法には、2つの方法が報告されている。第1の方法は近似消化率が判明している基礎飼料に、近似消化率を測定する飼料原料を添加したものを供試飼料として近似消化率を測定し、飼料原料の実測栄養価を算出する方法(以下外割法と称す)(松岡・須藤, 1973; 下部・浦野, 1986)である。また、第2の方法は、近似消化率が判明している基礎飼料中のセルロース粉末と、近似消化率を測定する飼料原料を置き換えて配合し

たものを供試飼料として近似消化率を測定し、飼料原料の近似消化率を算出する方法(以下内割法と称す)(堀江・渡辺, 1983; 福田, 1986)である。しかし、外割法と内割法とでは、どちらがより正確な近似消化率を示すか等、飼料原料の近似消化率測定方法の基本的条件に関する報告はない。

本研究においては、飼料原料の近似消化率算出の前提となる測定方法について検討した。まず、内割法で使用するセルロース粉末の近似消化率に対する影響と、内割法と外割法による近似消化率の差を検討し、次いで、外割法の基礎飼料の粗蛋白質含有率が、飼料原料の近似消化率に及ぼす影響について検討したので、その結果を報告する。

本文に先立ち、御校閲を賜った東京大学教授・吉武成美博士に感謝の意を表す。

材料と方法

1. 供試材料

供試した蚕品種は錦秋×鐘和(カネボウシルクエ

レガンス製)で、供試前の1~4齢期は齢別用人工飼料である商品名シルクメイト1(S)、シルクメイト2(S)およびシルクメイト3(S)(日本農産工業製)で飼育した。各実験とも脱皮後24時間以内の5齢起蚕を雌雄鑑別した後、試験区毎に体重を揃えて使用した。実験(1)、実験(2)とも1区当たり雌雄各5頭ずつ合計10頭を供試し、各試験について2回の反復試験を実施した。

2. 飼育方法

供試前の1~4齢期間の飼育方法および飼育条件は前報(下郡・浦野, 1987)と同様とし、供試期間の5齢期は飼育温度 22°C, 飼育湿度は相対湿度 75%とした。光条件は全齢期間 16L: 8D の長日条件とした。供試期間の飼育装置は、排泄物の分離を容易にするための網を敷いたプラスチック製容器を使用した。

3. 飼料

実験(1)では、第1表に示した人工飼料を調製した。すなわち、セルロース粉末を含まない粗蛋白質含有率25%の基礎飼料(第1表, 飼料-1)と、この基礎飼料90%, 80%にセルロース粉末を10%, 20%外割で添加した飼料(第1表, 飼料-2及び飼

第1表 飼料配合組成

(%)

原料名	飼料-1	飼料-2	飼料-3	飼料-4
桑葉粉末	15.0	×0.9	×0.8	×0.8
脱脂大豆粉末	44.0			
砂糖	2.0			
デキストリン	9.0			
コーンスターチ	7.0			
ビタミン混合物	4.8			
ミネラル混合物	2.4			
クエン酸	3.5			
ビタミンC	1.2			
防腐剤混合物	1.2			
寒天	8.5			
ステロール混合物	0.1			
抗酸化剤	0.1			
大豆油	1.2			
小計	100.0	90.0	80.0	80.0
セルロース粉末	—	10.0	20.0	—
末粉	—	—	—	20.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0

料-3)と、基礎飼料80%に対し、末粉を20%配合した飼料(第1表, 飼料-4)を調製した。

実験(2)では、第2表~第5表に示した人工飼料を使用した。セルロース粉末を20%含有する飼料を基礎飼料とし、粗蛋白質含有率は30%(第2表, 飼料-1), 25%(第3表, 飼料-1), 20%(第4

第2表 飼料配合組成

(%)

原料名	粗蛋白質30%飼料区	
	飼料-1	飼料-2
桑葉粉末	15.0	15.0
抽出大豆蛋白	40.0	40.0
砂糖	2.0	2.0
ビタミン混合物	4.8	4.8
ミネラル混合物	2.4	2.4
クエン酸	3.5	3.5
ビタミンC	1.2	1.2
防腐剤混合物	1.2	1.2
寒天	8.5	8.5
ステロール混合物	0.1	0.1
抗酸化剤	0.1	0.1
大豆油	1.2	1.2
セルロース粉末	20.0	20.0
末粉	—	20.0
合計	100.0	100.0

第3表 飼料配合組成

(%)

原料名	粗蛋白質25%飼料区	
	飼料-1	飼料-2
桑葉粉末	15.0	15.0
抽出大豆蛋白	33.0	33.0
コーンスターチ	7.0	7.0
砂糖	2.0	2.0
ビタミン混合物	4.8	4.8
ミネラル混合物	2.4	2.4
クエン酸	3.5	3.5
ビタミンC	1.2	1.2
防腐剤混合物	1.2	1.2
寒天	8.5	8.5
ステロール混合物	0.1	0.1
抗酸化剤	0.1	0.1
大豆油	1.2	1.2
セルロース粉末	20.0	20.0
末粉	—	20.0
合計	100.0	100.0

第4表 飼料配合組成 (%)

粗蛋白質20%飼料区		
原料名	飼料-1	飼料-1
桑葉粉末	15.0	15.0
抽出大豆蛋白	25.0	25.0
デキストリン	8.0	8.0
コーンスターチ	7.0	7.0
砂糖	2.0	2.0
ビタミン混合物	4.8	4.8
ミネラル混合物	2.4	2.4
クエン酸	3.5	3.5
ビタミンC	1.2	1.2
防腐剤混合物	1.2	1.2
寒天	8.5	8.5
ステロール混合物	0.1	0.1
抗酸化剤	0.1	0.1
大豆油	1.2	1.2
セルロース粉末	20.0	20.0
末粉	—	20.0
合計	100.0	100.0

↑
×0.8
↓

第5表 飼料配合組成 (%)

粗蛋白質15%飼料区		
原料名	飼料-1	飼料-2
桑葉粉末	15.0	15.0
脱脂大豆粉末	24.0	25.0
デキストリン	8.0	8.0
砂糖	10.0	10.0
ビタミン混合物	4.8	4.8
ミネラル混合物	2.4	2.4
クエン酸	3.5	3.5
ビタミンC	1.2	1.2
防腐剤混合物	1.2	1.2
寒天	8.5	8.5
ステロール混合物	0.1	0.1
抗酸化剤	0.1	0.1
大豆油	1.2	1.2
セルロース粉末	20.0	20.0
製粉	—	20.0
合計	100.0	100.0

↑
×0.8
↓

表, 飼料-1), 15% (第5表, 飼料-1) の4標品を調製した。また, これらの基礎飼料80%と末粉を20%混合した飼料を近似消化率測定のための供試飼料 (第2表, 飼料-2), (第3表, 飼料-2), (第

4表, 飼料-2), (第5表, 飼料-2) として作製した。湿体飼料の調製法は前報 (下郡・浦野, 1987) で示した方法をとった。

4. 測定

摂餌量と排泄物量の測定は5齢全期間について行い, 全糞採取法により近似乾物消化率及び近似粗蛋白質消化率の測定を行った。飼料と排泄物は真空凍結乾燥した後, 分析に供し, 水分率の分析は迅速水分測定法により 135°C 2時間の加熱乾燥条件で行い, また粗蛋白質含有率はケルダール法によって分析した窒素含有率により算出した。

結果と考察

蚕用人工飼料の原料配合組成を検討するには, 使用する飼料原料の各栄養成分をカイコがどの程度有効に利用できるか, 詳細なデータ (栄養価) が必要である。従来, 多くの人工飼料組成が報告されているが, それらに使用する飼料原料の選択に必要な実測栄養価の測定方法については, 詳細な検討はなされていない。飼料原料の近似消化率測定方法には, 前述のごとく外割法と, 内割法があり, 外割法による飼料原料の近似消化率は第1式により算出され, 内割法による飼料原料の近似消化率は第2式により算出される。

(第1式)

$$E = (C - A \times B) / D$$

基礎飼料の近似消化率……………A (%)

基礎飼料の割合……………B

供試飼料の近似消化率……………C (%)

供試飼料中の飼料原料の割合……………D

飼料原料の近似消化率……………E (%)

(第2式)

$$E = (C - A) / B$$

基礎飼料の近似消化率……………A (%)

供試飼料中の飼料原料割合……………B

供試原料の近似消化率……………C (%)

飼料原料の近似消化率……………E (%)

カイコの飼料原料の近似乾物消化率の測定や代謝エネルギーの測定は, これらのいずれかの方法により測定され報告されている。しかし, 両方法の比較や, 測定用基礎飼料の栄養条件が測定の対象となる

第6表 セルロース粉末が近似消化率に与える影響

	近似乾物消化率	近似粗蛋白質消化率
基礎飼料	38.0±1.89	59.5±1.92
セルロース粉末10%飼料	33.0±0.20	56.3±1.10
セルロース粉末20%飼料	29.1±0.62	56.5±0.42
末粉20%飼料	38.0±0.27	60.6±0.80
基礎飼料 (セルロース粉末10%)* ¹	36.7±0.22	62.3±1.65
基礎飼料 (セルロース粉末20%)* ¹	36.4±0.78	70.6±0.53* ²
末粉 (内割法)	43.5±5.34	20.6±4.03
末粉 (外割法)	38.1±1.38	64.9±4.00* ³

*¹ セルロース粉末以外の飼料成分*² 基礎飼料と比較して5%水準で有意差有り*³ 内割法区と比較して5%水準で有意差有り

飼料原料の近似消化率に及ぼす影響に関する報告はない。

1. セルロース粉末が近似消化率測定に及ぼす影響

通常内割法では基礎飼料中にセルロース粉末を20%配合しているが、このような多量のセルロース粉末は、セルロース粉末以外の基礎飼料成分の近似消化率に対して何らかの影響を及ぼすことが考えられる。カイコはセルロース消化能力を持っていないと言われている(伊藤, 1983)ので、セルロース粉末の近似消化率を0%としてセルロース粉末を10%、20%配合した飼料のセルロース粉末以外の成分(基礎飼料と同一原料組成)の近似消化率を算出した(第6表)。セルロース粉末以外の成分の近似乾物消化率の平均値はセルロース粉末を10%配合した場合36.7%となり、20%配合した場合の平均値は36.4%となった。この値は、基礎飼料の近似乾物消化率として得た平均38%より低いが、有意差検定の結果では差は認められなかった。

また、表から分かるとおり、近似粗蛋白質消化率についても同様に比較すると、セルロース粉末以外の近似粗蛋白質消化率の平均値はセルロース粉末を10%配合した場合62.3%、セルロース粉末を20%配合した場合は70.6%となった。この値と基礎飼料の近似粗蛋白質消化率の平均値59.5%と比較して有意

差検定をおこなったところ、セルロース粉末を10%配合した場合は有意な差がなかったが、セルロース粉末を20%配合した場合は5%水準で有意な差が認められた。

この結果から、人工飼料中のセルロース粉末は、人工飼料中のセルロース粉末以外の成分の近似乾物消化率には大きな影響を及ぼさないが、近似粗蛋白質消化率を上昇させることが分かった。特にセルロース粉末を20%配合した場合は、近似粗蛋白質消化率が11.1%も上昇し、この値は飼料原料の近似粗蛋白質消化率に換算すると55.5%に相当する。

基礎飼料80%に対し末粉を20%配合した人工飼料の近似乾物消化率の平均値と、セルロース粉末を20%含む基礎飼料の近似乾物消化率および近似粗蛋白質消化率から、内割法で算出した末粉の近似乾物消化率の平均値は43.5%、近似粗蛋白質消化率の平均値は20.6%となった。しかし基礎飼料の近似消化率の値から外割法で算出した末粉の近似乾物消化率の平均値は38.1%、近似粗蛋白質消化率の平均値は64.9%となった。このように、末粉を使用して近似消化率の測定法を比較すると、内割法と外割法とでは近似乾物消化率で約5%、近似粗蛋白質消化率では約44%もの差が生じることが見出された。

2. 飼料の粗蛋白質含有率が飼料原料の近似消化率測定に及ぼす影響

第7表 飼料の粗蛋白質含有率と近似乾物消化率

飼料粗蛋白質含有率	(%)			
	15%	20%	25%	30%
基礎飼料	30.8±5.17	29.4±0.51	30.8±0.45	36.4±0.40
末粉配合供試飼料	32.4±1.19	30.7±0.27	31.2±0.68	37.2±1.49
末粉	38.7±5.98	35.3±0.71	33.1±3.39	40.4±7.43

第8表 飼料の粗蛋白質含有率と近似粗蛋白質消化率

飼料蛋白質含有率	(%)			
	15%	20%	25%	30%
基礎飼料	65.0±3.97	59.2±0.58	51.7±0.06	53.5±0.00
末粉供試飼料	65.3±0.64	60.8±0.17	55.0±0.28	57.3±1.15
末粉	66.8±3.22	67.2±0.85	67.0±1.14	72.4±5.76

実験(2)では、基礎飼料の栄養レベルの違いが、飼料原料の近似消化率測定値に及ぼす影響を見るために、粗蛋白質含有率を15%、20%、25%、30%の4段階に変え、セルロース粉末を20%含む基礎飼料を調製した。これらの基礎飼料80%に末粉を20%配合した供試飼料の近似消化率を測定し、基礎飼料の粗蛋白質含有率が、末粉の近似消化率測定に及ぼす影響を、外割法で検討した。その結果を第7表と第8表に示す。

各々の試験区における、末粉の近似乾物消化率の平均値は33.1%~40.7%であり、粗蛋白質消化率の平均値は66.8%~72.4%であった。これらの結果を有意差検定した結果、近似乾物消化率、近似粗蛋白質消化率とも各々の間には差がなかった。

以上のように、外割法で算出した末粉の近似乾物消化率や近似蛋白質消化率は、基礎飼料中の粗蛋白質含有率の差により大きく影響を受けることなく、また、セルロース粉末を20%配合した飼料を基礎飼料として使用しても、外割法により測定すれば、内

割法のようにセルロース粉末の影響を受けることなく、安定した結果が得られることが判明した。従って、蚕用人工飼料に使用する人工飼料原料の近似消化率の測定は、外割法で行う方が、より正確であると考えられる。

文 献

- 福田紀文 (1986): 昭和60年度科研費補助金(総合研究A)研究成果報告(吉武成美編), pp. 20-29.
 堀江保宏・渡辺喜二郎 (1983): 蚕試報, 29, 259-283.
 伊藤智夫 (1983): 「蚕の栄養と人工飼料」 pp. 184-194, 日本蚕糸新聞社, 東京.
 松岡道男・須藤光正 (1973): 蚕試彙報, (96), 57-65.
 下郡洋一郎・浦野松幸 (1986): 昭和60年度科研費補助金(総合研究A)研究成果報告(吉武成美編), pp. 23-41.
 下郡洋一郎・浦野松幸 (1987): 日蚕雑, 56, 330-337.