白米に対するリジン、スレオニンの補足効果と

白ねずみの年令との関係

Relationship between Supplementation of Polished Rice with Lysine and Threonine and the Ages of Rats

(昭和 39 年 5 月 18 日 受 理)

不 破 英 次 増 田 幹 夫
(Hidetsugu Fuwa) (Mikio Masuda)

In order to know the influence of age on the supplement of polished rice with lysine and threonine weaning male rats were fed on a 90% rice diet supplemented with or without 0.4% L-lysine hydrochloride and 0.24% DL-threonine (diets 2 and 1) from weaning to 15-week-old. Rats fed on diet 2 showed higher growth rate, higher ratio of retained nitrogen to absorbed nitrogen, and higher ratio of urinary allantoin to urinary urea than those of rats fed on diet 1 throughout the periods.

When rats of about 20-week-old were fed on diets 1 and 2, the ratio of retained nitrogen to absorbed nitrogen, biological value, true digestibility and net protein utilization did not differ among rats of both dietary groups.

By the depletion-repletion technique, increase in body weights of adult rats fed on an 85% rice diet supplemented with 0.2% L-lysine hydrochloride and 0.24% DL-threonine was found significantly greater than those of adult rats fed on an 85% rice diet.

白米90%を含む飼料にリジン、スレオニンを添加すると幼白ねずみの成長促進、窒素保留率の増加など補足効果のあることが知られている*。一方動物の年令の差によってアミノ酸必要量が変化することについて多数の研究がなされており²⁾³⁾、このアミノ酸必要量の年令による変化が、飼料に対するアミノ酸の補足効果と年令の関係についても適用されることが指摘されている。さて白米蛋白質に対するリジン、スレオニンの補足効果と白ねずみの年令との関係についての研究は少なく、Rosenberg⁴⁾が離乳後26週間にわたって0.1% リジンの補足効果を検討しているにすぎない。

著者らは白米90%を含む飼料に L-リジン (塩酸塩) 0.4%, DL-スレオニン 0.24% を添加した場合の補足効果が白ねずみに対しどの程度の年令までみとめられるかあるいは年令の進んだ場合補足の悪影響があるかどうかを知るため、離乳直後から12週間にわたって経時的に体重変化、窒素保留率、尿中アラントインと尿素の比を測定するとともに、離乳後18週の白ねずみを用いて生物価を測定したのでここに報告する。これらの結果、離乳後10週間程度までは補足効果がみとめられるが、18週では

効果のないことが解った。

実 験 方 法

実験動物および飼料

Wistar 系雄白ねずみ、離乳後約1週間で体重50~60gのもの(実験1)、離乳後約8週間で体重230~300gのものに飼料2を自由に約8週間与えて体重310~450gとなったもの(実験2)、および生後約6ヵ月体重 290~360gのもの(実験3)を用いた。実験1の飼料と無蛋白飼料の組成は表1に示した。実験2では生物価を測定するため採尿期間中は糞の指標物質としてCr₂O₃を表1の飼料1kg 当り 10g 加えたものを与え、また採尿期間以外はCr₂O₃の代りに SiO₂を同じ量だけ加えたものを与えた。実験3に用いた飼料AとBの組成は前報¹⁾で記載した。

実験動物の取りあつかい

白ねずみは1匹ずつ金網かごに入れ、約22°Cの恒温動物室で飼育した。飼料は粉末のまま与えた。ただし飼料AとBは前報¹⁾で述べたとおり水とねってだんごの形で与えた。飼料および水はいずれも自由に与えた。

実験1では白ねずみ16匹をまず2群(AとB)に分け

* これに関する文献は文献1)を参照のこと。

Table 1. Composition of Experimental Diets

	Diet 1	Diet 2	Non-protein diet
Polished rice powder	90%	90%	—%
Corn starch	—	—	89.6
Sesame oil	5	5	5
Salt B ¹⁾	4	4	5
Vitamin mixture ¹⁾²⁾	0.25	0.25	0.25
L-Lysine HCl	—	0.4	—
DL-Threonine	—	0.24	—

1) A. E. Harper, *J. Nutr.*, 68, 405 (1959).

2) Diets also contained per 100g: 0.15g of choline chloride and 0.07ml of a mixture containing vitamin A 30,000 I. U. and vitamin D₂ 3,000 I. U./ml.

A 群 (6 匹) は飼料 1 を, B 群 (10 匹) は飼料 2 を与えた。6 週間後 B 群をさらに 2 群 (B と C) に分け, B 群 (5 匹) は飼料 2 をつづけて与え, C 群 (5 匹) は飼料 1 を与えた。実験開始後 12 週間にわたって毎週 3 回ずつ体重を測定するとともに, A 群は 1, 3, 5, 11 週目に, B 群は 1, 3, 5, 7, 9, 11 週目に, また C 群は 7, 9, 11 週目にそれぞれ代謝かごに移し 3 日間尿, 糞を集め, 尿中全窒素, 尿素およびアラントインを定量するとともに, 飼料の摂取量を測定した。実験 1 の計画は図 1 に示した。

Fig. 1. Schedule of Experiment 1

実験 2 では白ねずみ 12 匹を 1 群 4 匹ずつの 3 群 (D, E, F) に分け D 群は飼料 1, E 群は飼料 2, F 群は無蛋白飼料を与え, Njaa の方法⁵⁾に従って生物価の測定を行なった。採尿期間 (期間 I と II) はそれぞれ 3 日間。

実験 3 は Cannon らの体重回復試験⁶⁾で, Schweigert らの方法⁷⁾に順じて成熟白ねずみに無蛋白飼料を 3 週間与え, 体重が 20~25% 減少したところで 4 匹ずつの 2 群に分け, それぞれ飼料 A および B を 8 日間与え, その間毎日体重を測定した。

定量方法

尿, 糞, および飼料中の全窒素, 尿中尿素, 尿中アラントインの定量は前報¹⁾で述べた方法に従った。

実験結果および考察

実験 1 全期間を通じての体重増加, 各期間における

Fig. 2. Gain in Body Weight of Young Rats of Experiment 1

(Vertical lines represent standard deviation)

Table 2. Ratio of Retained N in Absorbed N and Ratio of Allantoin in Urea when Young Rats were Fed a Polished Rice Diet Supplemented with or without L-Lysine and DL-Threonine at the Various Stages of Age

Period	Group	Retained N Absorbed N $\times 100$	Allantoin Urea $\times 100$
I	A	41.3 $\pm$ 7.8 ¹⁾ %	21.0 $\pm$ 5.6 %
	B	72.3 $\pm$ 5.6	52.3 $\pm$ 17.2
II	A	45.1 $\pm$ 7.4	15.6 $\pm$ 3.8
	B	66.8 $\pm$ 5.6	42.5 $\pm$ 14.2
III	A	47.1 $\pm$ 1.3	17.2 $\pm$ 1.7
	B	57.9 $\pm$ 10.2	34.6 $\pm$ 11.7
IV	C	35.8 $\pm$ 11.8	17.4 $\pm$ 2.7
	B	60.7 $\pm$ 10.2	28.8 $\pm$ 3.1
V	C	43.2 $\pm$ 3.6	18.9 $\pm$ 4.9
	B	59.4 $\pm$ 7.3	31.0 $\pm$ 8.2
VI	A	46.0 $\pm$ 3.2	18.0 $\pm$ 2.3
	C	40.9 $\pm$ 7.4	21.1 $\pm$ 3.7
	B	53.5 $\pm$ 8.2	30.1 $\pm$ 10.0

1) Mean $\pm$ Standard deviation

窒素保留率および尿中アラントイン/尿素の比 (A/U) $\times 100$ はそれぞれ図2 および表2に示した。体重増加の曲線からみると0～6週間はもちろんのこと、6～12週間においてもそれ以前とほぼ同様に飼料2を与えたB群は飼料1を与えたA群よりも良好な成長を示し、補足の効果がみとめられた。また6週目で飼料2より飼料1にかえたC群はA群とほぼ同じ成長曲線をたどり、この点からもこの時期においても飼料2が1よりよいことを示している。窒素保留率、(A/U) $\times 100$ の値は第VI期を除いてはいずれもAとB、CとBの間で95%信頼度で有意差があり、この点も補足効果を裏付けているものといえよう。第VI期のこれらの値はB群のものはAあるいはC群のものよりも大きい傾向にあるが、有意差はみとめられなかった。

実験2 体重の変化は図3に、また窒素保留率、生物価、真の消化率および正味の蛋白質利用率 (NPU) を表3に示した。これらの結果はいずれも95%信頼度で有意差はなかった。さらに離乳直後から34週間飼料2を自由に与えた成熟白ねずみについて実験2と同様にして生物価を測定した結果は、飼料1: 61.6, 61.6, 76.9, 飼料2: 75.3, 70.7, 46.8で、実験動物の匹数が少ないが、飼料1と2の間に差はなく、この年令の白ねずみに対し

Fig. 3. Changes in Body Weight of Adult Rats of Experiment 2

Table 3. Ratio of Retained N in Absorbed N, Biological Value, True Digestibility and Net Protein Utilization when Adult Rats were Fed a Polished Rice Diet Supplemented with or without L-Lysine and DL-Threonine

Period	Diet	$\frac{\text{Retained N}}{\text{Absorbed N}} \times 100$	Biological value	True Digestibility	N P U
I	1	24.3 $\pm$ 8.8 ¹⁾ %	66.0 $\pm$ 10.2%	96.1 $\pm$ 6.8%	63.4 $\pm$ 7.4%
	2	36.8 $\pm$ 9.5	74.6 $\pm$ 8.6	94.3 $\pm$ 2.4	70.2 $\pm$ 6.8
II	1	33.1 $\pm$ 3.0	69.4 $\pm$ 1.7	93.8 $\pm$ 4.7	65.0 $\pm$ 3.0
	2	37.7 $\pm$ 4.5	74.6 $\pm$ 5.1	95.5 $\pm$ 1.8	71.2 $\pm$ 5.0

1) Mean $\pm$ Standard deviation

Fig. 4. Gain in Body Weight of Adult Rats during Repletion after Depletion (Vertical lines represent standard deviation)

ても補足効果がないと同時に、飼料2の方がとくに悪いという結果もえられなかった。

実験3 体重回復試験の結果は図4に示した。生後約7カ月の成熟白ねずみについて、損耗後試験飼料を与えた第1日目では飼料AとBの差はみとめられなかったが第2日目以後BはAより明らかにすぐれており、補足の効果がみとめられた。

以上の実験1および2の結果から、90%白米飼料に対する0.4%リジン塩酸塩と0.24%DL-スレオニンの補足効果は離乳後約10週間程度までは明らかにみとめられるが、その後20週までの間でみとめられなくなることが解る。このことは Rosenberg ら⁴⁾の90%白米飼料に対

する 0.1% リジン補足の場合の成長曲線も、12週をすぎた頃から白米飼料のみを与えたものの曲線とほとんど平行してきている点ともよく一致している。なお生後約 6 カ月の成熟白ねずみについて 85% 白米飼料に対し 0.2% リジン塩酸塩、0.24% DL-スレオニンの補足効果はみとめられなかったが⁹⁾、損耗後の回復という特殊な条件では効果のあることが解った。

本研究を行なうに当たり終始御支援をいただいた名古屋大学農学部 芦田淳教授に深謝する。なお研究費の一部は昭和 35 年度文部省科学研究費 (62281) によった。

文 献

- 1) 不破英次：栄養と食糧，**17**，240 (1964)
- 2) E. E. Hawley, J. R. Murlin, E. S. Nasset, T. A. Szymanski : *J. Nutr.*, **36**, 153 (1948)
- 3) H. H. Mitchell, J. R. Beadles : *J. Nutr.*, **40**, 25 (1950)
- 4) H. R. Rosenberg, R. Culck : *J. Nutr.*, **63**, 477 (1957)
- 5) L. R. Njaa, Brit : *J. Nutr.*, **13**, 137 (1959)
- 6) P. R. Cannon, E. M. Humphreys, R. W. Wissler, L. E. Frazier : *J. Clin. Invest.*, **23**, 601 (1944)
- 7) B. S. Schweigert, B. T. Guthneek : *J. Nutr.*, **49**, 277 (1953)
- 8) 不破英次，日本農芸化学会中部支部例会 (昭 36. 2. 4, 名古屋) にて発表

(名古屋大学農学部農芸化学科)

米の理化学的性質の研究

うるち米であるインデイカ種の 12 品種およびジャポニカ種の 4 品種について、もみ米、玄米、白米を試料として用い、実験を行なった。化学組成としては粗蛋白、粗繊維、粗脂肪、粗灰分、差しひきによる炭水化物、ならびに 18 種のアミノ酸組成 (ベックマン 120 B アミノ酸オートアナライザーによって測定) をそれぞれの試料について測定した。理化学性については、糊化温度、アルカリテスト、およびヨード呈色度を白米について測定した。これらの結果、ジャポニカ種よりもインデイカ種において理化学性に大きな差がみられている。白米では蛋白含量に対しリジン、メチオニン、およびスレオニンにつき

負の相関が得られ、またチロシン、アルギニンおよびロイシン含量との間には正の相関が得られた。いっぽう白米の炊飯適性試験を行ない化学組成との関連について概説的にのべている。

Studies on the Physicochemical Properties of Rice.
by Bienvenido O. Juliano, Gloria M. Bautista,
Joaquin C. Lugay, and Aurora C. Reyes : *J. Agr. Food Chem.*, **12**, (2), 131~138 (1964)

(堤)