

ビール工場活性汚泥の飼料化に関する研究 : I. 鶏用飼料としての消化率および育雛用飼料としての検討

五斗, 一郎
九州大学農学部飼料学教室

増田, 泰久
九州大学農学部飼料学教室

瀬貫, 光雄
九州大学農学部飼料学教室

<https://doi.org/10.15017/23156>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 28 (2), pp.115-118, 1974-02. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :



ビール工場活性汚泥の飼料化に関する研究

I. 鶏用飼料としての消化率および 育雛用飼料としての検討

五斗一郎・増田泰久・瀬貫光雄

九州大学農学部飼料学教室

(1973年11月22日受理)

Utilization of Brewery's Activated Sludge for Animal Feed

I. Digestibility as Poultry Feed and Effect on Growth of Chickens

ICHIRO GOTO, YASUHISA MASUDA and MITSUO SENUKI

Forage Research Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka

活性汚泥法による廃水処理の際に生ずる活性汚泥中にはビタミン B_{12} が多量に含まれることから、従来、これをビタミン B_{12} 給源として家畜および家禽の飼料添加物として利用しようとする試みが行なわれてきた(高田・深野, 1954; Firth and Johnson, 1955; Hurwitz, 1957)。また、活性汚泥に含まれる窒素を反芻家畜の飼料の窒素源の一部として利用しようとする研究も少数ではあるが報告されている(Adams *et al.*, 1955; Hackler *et al.*, 1957)。

最近、飼料としての蛋白質資源の不足が問題になるとともに、活性汚泥中には微生物体由来すると考えられる蛋白質が多量に含有されることに着目し、その組成が良質なものである場合には、これを蛋白質源として利用することの可能性が化学的組成の面から論じられている(星野ら, 1969)。

本研究は、活性汚泥を蛋白質飼料として利用することの可能性を検討するために、まず有害物質混入の恐れが少ないと考えられるビール工場廃水処理により生じた活性汚泥を供試し、その一般成分およびアミノ酸組成を調べ、人工肛門を装着した雄鶏を用いて鶏用飼料としての消化率を検討するとともに、育雛用飼料としての実用化について、雄雛を用いて10週齢時までの成長についての観察を行なったものである。

本研究中アミノ酸の分析については当学部生物化学教室に依頼したものであることを付記し、謝意を表す。

材料および方法

供試活性汚泥はビール工場廃水の活性汚泥処理により生じた汚泥の余剰部分(余剰汚泥)を加熱処理により乾燥させたものである。

i) 供試活性汚泥の組成: 試料の一般成分分析およびアミノ酸分析を行なった。アミノ酸の測定は日立KLA-2型アミノ酸分析装置により行なったが、トリプトファンについては別途 Spies and Chambers (1948, 1949) の *p*-dimethylaminobenzaldehyde 法によった。

ii) 消化率: 消化率の測定には Ariyoshi and Morimoto (1956) の方法を参考にして人工肛門を装着した白色レグホン系コマーシャル雄鶏5羽を用いた。消化試験のばあい、供試試料はその組成に片寄りがあり単独給与には適さないと考えられたので、基本飼料としてトウモロコシ95%, 魚粉5%の混合物を用い、その90%に試料を10%混合して給与した。給与に際しては、予備期8日、本試験6日とし飼料および飲水は自由摂取とした。糞は全採取法により収集し分析に供した。

iii) 育雛試験: 供試雛は昭和45年9月および昭和46年1月孵化の白色レグホン系コマーシャル雄雛それぞれ60羽で、2回にわたり試験を行なった。両回ともに供試雛は1群20羽の3区にわけ、活性汚泥5%混合、10%混合および対照飼料を初生時より10週齢

Table 1. Composition of experimental diet for feeding trials.

Diet (Feeding period)	Chick starter (0—4 weeks of age)			Chick grower (4—10 weeks of age)		
Group	Control	5% sludge feed	10% sludge feed	Control	5% sludge feed	10% sludge feed
Ingredient composition (%)						
Sludge ¹⁾	0	5	10	0	5	10
Cottonseed meal	9	5	0	8	3	0
Wheat bran	10	9	9	8	8	6
Yellow corn	55	55	55	65	65	65
Soybean meal	6	6	6	5	5	5
Wheat	4	4	4	0	0	0
Defatted rice bran	0	0	0	5	5	5
Fish meal	10	10	10	6	6	6
Alfalfa meal	3	3	3	0	0	0
Vitamin, Mineral etc. ²⁾	3	3	3	3	3	3
Sum	100	100	100	100	100	100

1) Heat-dried brewery's activated sludge.

2) Feed additives were added according to Japanese feeding standard for poultry.

Table 2. Chemical composition and total digestible nutrients of experimental diet.

Diet	Chick starter			Chick grower		
Group	Control	5% sludge feed	10% sludge feed	Control	5% sludge feed	10% sludge feed
Constituent (%)						
Moisture	12.4	12.5	12.5	12.3	12.5	12.4
Crude protein	20.0	20.1	20.1	17.0	17.1	17.5
Crude fat	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.4
Nitrogen-free extract	53.8	53.3	53.0	57.8	57.3	56.8
Crude fibre	4.3	3.9	3.6	3.8	3.3	3.0
Crude ash	6.1	6.8	7.4	5.6	6.3	6.9
Total digestible nutrients (TDN)	68.0	67.9	67.7	66.4	66.1	66.1

時までそれぞれ給与し、その間の生存率、体重増加および飼料要求率について検討を行なった。供試飼料の組成については Table 1 および Table 2 に示すとおりである。

結果および考察

i) 供試活性汚泥の組成：分析の結果得られた試料の一般成分は Table 3-(a) に、アミノ酸は Table 3-(b) に示すとおりである。

Table 3-(a) に示すように供試活性汚泥は粗蛋白質 37.6%，粗灰分 18.0% で、一般成分については比較的良質なものであることが認められた。アミノ酸組成の全般的傾向としては、星野ら (1969) が数種の活性スラッジについて、粗蛋白質中のアミノ酸含量が 80~90% であることを報告したものと類似していた

(Table 3-(b))。本研究における活性汚泥のアミノ酸含量は粗蛋白質中 91.1% を占め、含イオウアミノ酸もまた星野ら (1969) のものよりも多く含有されることが認められた。

ii) 消化率：雄鶏を用いての消化試験により得られた結果は Table 4 に示すとおりである。

Table 4 に示すように、消化率は固形物 59.0%，粗蛋白質 70.0% および可溶性無窒素物 65.5% という値であつて、とくに良好なものであるとはいえない。また、供試鶏の個体による変動については、若干大きい傾向がみられたが、この点に関しては、活性汚泥の性質によるものかまたは飼料給与時の試料混合率によるものかは明らかでなく、今後検討の余地が残されている。さらに、可消化養分総量が 45.6% であり、一般成分としての粗灰分含量が従来の蛋白質飼料に比

Table 3. Chemical composition and amino acid content of heat-dried brewery's activated sludge.

(a) Chemical composition

Constituent	Content (%)	Constituent	Content (%)
Moisture	12.0	Nitrogen-free extract	28.1
Crude protein	37.6	Crude fibre	3.5
Crude fat	0.8	Crude ash	18.0

(b) Amino acid content

Amino acid	Content ¹⁾ (%)	Amino acid	Content ¹⁾ (%)
Lysine	3.9	Alanine	7.9
Histidine	1.7	Cystine	2.7
Arginine	4.8	Valine	5.8
Aspartic acid	9.9	Methionine	1.5
Threonine	5.4	Isoleucine	3.7
Serine	5.1	Leucine	6.6
Glutamic acid	12.2	Tyrosine	3.4
Proline	4.3	Phenylalanine	4.4
Glycine	7.1	Tryptophan	0.7

1) Percentage in crude protein (N×6.25).

較して多いことから、飼料として用いる場合には、その混合率には注意を要すると考えられる。

iii) 育雛試験：2回にわたる育雛試験の結果得られた成績は Table 5 に示すとおりで、10 週間の育雛期間中、2 回の試験を通じて、いずれの区においても死亡雛はみられず、異常雛も観察されなかった。

第 1 回試験における 10 週齢時体重については、活性汚泥 5% 混合区が対照区と比較して若干重い傾向が観察されたが、有意差は認められなかった。しかしながら、活性汚泥 10% 混合区は前 2 区よりも劣り、活性汚泥 5% 混合区との間には有意差 ($P < 0.05$) が認められた。飼料要求率については、対照区および活性汚泥 5% 混合区はそれぞれ 3.22 および 3.27 という値

Table 4. Apparent digestibilities of heat-dried brewery's activated sludge.

Constituent	Digestibility (%) ¹⁾ Mean ± S.D.
Dry matter	59.0 ± 26.3
Crude protein	70.0 ± 13.2
Crude fat	—
Nitrogen-free extract	65.5 ± 23.2
Crude fibre	24.8 ± 9.2
Digestible crude protein (DCP)	26.3
Total digestible nutrients (TDN)	45.6

1) Results were obtained by using 5 cocks fitted with artificial anuses.

を示し、両区の間には大きな差はないものと考えられる。しかし、活性汚泥 10% 混合区は 3.44 であり、前 2 区に比べて劣る傾向が認められる。

第 2 回試験における 10 週齢時体重については、対照区 1118 g、活性汚泥 5% 混合区 1109 g とほとんど差はなかったが、活性汚泥 10% 混合区では 1045 g と劣る結果になり、前 2 区との間に有意差 ($P < 0.05$) が認められる。飼料要求率については、対照区、活性汚泥 5% 混合区 および 活性汚泥 10% 混合区それぞれ 3.67、3.65 および 3.78 という値となり、第 1 回試験の場合とほぼ同様な傾向が認められた。なお、第 1 回試験と第 2 回試験とを比較すると、全般的に第 2 回試験の成績では、体重は劣り、飼料要求率は増大する傾向がみられるが、これらの現象は第 1 回の試験期間が 9～11 月、第 2 回のそれが 1～3 月であつたので、季節とくに環境温度の影響をうけたものと推察される。

以上の結果から、本試験に用いた程度の品質の活性汚泥であれば、有害物質を含まない場合には、育雛用飼料の蛋白質飼料原料として 5% 以内の混合は可能であろうと考えられる。

Table 5. Effect of heat-dried brewery's activated sludge as protein ingredient on the growth of male chickens.

Trial	Group	No. of birds at the start of experiment	No. of birds at 10 weeks of age	Body weight at 10 weeks of age Mean ± S.D. ¹⁾ (g)	Feed conversion
1	Control	20	20	1168 ± 79 ^{ab}	3.22
	5% sludge feed	20	20	1189 ± 125 ^a	3.27
	10% sludge feed	20	20	1104 ± 128 ^b	3.44
2	Control	20	20	1118 ± 126 ^a	3.67
	5% sludge feed	20	20	1109 ± 77 ^a	3.65
	10% sludge feed	20	20	1045 ± 53 ^b	3.78

1) Significant difference at 5% level between different letters.

要 約

著者らはビール工場活性汚泥を蛋白質飼料として利用することの可能性を追究するため、その一般成分およびアミノ酸組成を調べた。また、人工肛門装着雄鶏を用いて消化率の測定を行なうとともに雄雛の成長におよぼす影響についても検討を加えた。

供試活性汚泥はビール工場活性汚泥を加熱乾燥処理したものをを用いたが、その一般成分は粗蛋白質 37.6%, 粗脂肪 0.8%, 可溶無窒素物 28.1%, 粗繊維 3.5% および粗灰分 18.0% であり、アミノ酸量についても粗蛋白質中 91.1% を占める良質のものであることを認めた。

消化率は粗蛋白質 70.0%, 可溶無窒素物 65.5%, 可消化粗蛋白質および可消化炭分総量はそれぞれ 26.3% および 45.6% であり、とくに良好であるとは認められない。

雄雛を用いての 10 週齢時までの育雛試験の成績については、活性汚泥 10% 混合では成長は若干劣るが、活性汚泥 5% 混合では対照と比較してほとんど差がない。以上の結果から、加熱乾燥を行なったビール工場活性汚泥は 5% 以内の配合であれば育雛用蛋白質飼料としての実用化は可能であると推察される。

文 献

- Adams, E. G., R. Hackler, B. R. Gibson, B. C. Johnson and A. L. Neumann 1955 Desiccated sewage sludge as a partial nitrogen replacement in steer rations. *J. Animal Sci.*, **14**: 1191-1192
- Ariyoshi, S. and H. Morimoto 1956 Studies on the nitrogen metabolism in the fowl. I. Separation of urine for the nutritional balance studies. 農業技術研究所報告, G. No. 12: 37-44
- Firth, J. A. and B. C. Johnson 1955 Sewage sludge as a feed ingredient for swine and poultry. *J. Agr. and Food Chem.*, **3**: 795-796
- Hackler, L. R., A. L. Neumann and B. C. Johnson 1957 Feed from sewage. III. Dried activated sewage sludge as a nitrogen source for sheep. *J. Animal Sci.*, **16**: 125-129
- 星野直司・松尾俊樹・小野英男 1969 微生物体蛋白の利用に関する研究 第 1 報 諸種廃水の活性スラッジ処理のさいの余剰スラッジのアミノ酸組成. 日本食品工業学雑誌, **16**: 87-93
- Hurwitz, E. 1957 Feeding dried activated sludge to pigs, poultry, steers and sheep. *Waste Engineering*, **28**: 388-393
- Spies, J. R. and D. C. Chambers 1948 Chemical determination of tryptophan. Study of color-forming reactions of tryptophan, *p*-dimethylaminobenzaldehyde, and sodium nitrate in sulfuric acid solution. *Anal. Chem.*, **20**: 30-39
- Spies, J. R. and D. C. Chambers 1949 Chemical determination of tryptophan in proteins. *Anal. Chem.*, **21**: 1249-1266
- 高田亮平・深野美知子 1954 ビタミン B₁₂ 資源としての活性汚泥 (Ⅱ) 活性汚泥の毒性試験. ビタミン, **7**: 660-661

Summary

The purpose of this study was to evaluate the nutritive value of activated sludge as poultry feed by determining digestibility with cocks fitted with artificial anuses using surgical techniques and by feeding experiments with male growing chickens. The results obtained were as follows:

It was clarified that heat-dried brewery's sludge used in this experiment contained 37.6% of crude protein (CP), 28.1% of nitrogen-free extract (NFE) and 18.0% of crude ash and 91.1% of amino acid in the crude protein.

Digestibilities of the sludge were 70.0% of CP and 65.5% of NFE. Estimated digestible crude protein and total digestible nutrients were 26.3 and 45.6% respectively.

No detrimental effect was observed in the male growing chickens receiving the diet containing the sludge at 5% level, whereas retardation of growth was recognized at 10% level.

As the results of this experiment it was suggested that within 5% ingredient it is possible to use the heat-dried brewery's activated sludge as protein source in the diet of growing chickens.