小麦胚芽の養魚飼料効果に関する研究—III.

小麦胚芽と他の飼料材との配合による飼料効果の改善

福田 博 業・袈裟丸倉基

(1971 年 9 月 4 日受理)

Studies on the Nutritive Value of Wheat Germ as an Ingredient of the Diets for Cultured Fish—III.

Improvement of the Nutritive Value of Wheat Germ Containing Diets by Mixing with other Feed Stuffs.

Hironari FUKUDA and Kuraki KESAMARU*

In the previous papers^{1,2)}, it was shown that the nutritive value of wheat germ was excellent and heat treatment of wheat germ improved its nutritive values for carp, *Cyprinus carpio* and roasting of the wheat germ by the dry method was more effective than autoclaving by the wet method.

The present paper deals with the nutritive values of formulated diet of wheat germ and other materials, such as wheat germ and soybean, wheat germ and white fish meal, wheat germ and rice bran and so on.

The results obtained are as follows:

1) The nutritive values of formulated diets consisting of defatted wheat germ and defatted soybean showed depressed values in proportion to the decrease of the wheat germ content.

2) The nutritive values of defatted wheat germ with defatted white fish meal showed improvements when used as a formulated diet as compared with the case of single usage.

3) The formulated diets tentatively prepared with wheat germ, white fish meal, defatted rice bran, magna yeast, etc, showed higher value in feed efficiency than the commercial diet for carp.

前報^{1,2)}において、小麦胚芽がコイ *Cyprinus carpio* に対してすぐれた飼料効果を示すことを明らかにし、さらに小麦胚芽を適度に加熱するとその飼料効果が高まり、その場合の加熱の方法は湿熱よりも乾熱の方がより有効であることを報告した。

本報では小麦胚芽を他の飼料材と配合した飼料について飼育試験を行ない、その結果を報告する。

実験材料および方法

小麦胚芽の処理 市販の小麦胚芽を粉碎し、粒度 20 mesh 以下に篩別し、*n*-ヘキサンで脱脂し溶剤を除去したのち十分に風乾した。この小麦胚芽を 100°C で 20 min 間電気定温乾燥器中で乾熱処理して飼料材とした（以後これを加熱胚芽と記す）。

脱脂大豆の処理 市販の低温脱脂大豆を小麦胚芽と同様に粉碎、篩別して、これを 121°C で 30 min. 間蒸煮処理を行ない、風乾後飼料材とした（以後これを加熱大豆と記す）。

* 宮崎大学農学部水産増殖学科 (Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Miyazaki University. Funatsuka-cho Miyazaki)

ホワイトフィッシュミール（以後フィッシュミールと略記）の処理 市販のフィッシュミールを粒度 20 mesh 以下に篩別したものおよびこれを *n*-ヘキサンで脱脂したものの 2 種類を飼料材とした。

脱脂米糠の処理 市販の脱脂米糠を前述の飼料材と同様に粉砕、篩別して使用した。

飼料の調製 加熱胚芽に他の飼料材を組合わせて種々の割合で混合し、これを主材料として 95~96%、その他に混合ビタミン（長野県水産指導所処方エジマス用ビタミン混合）1~2%、混合無機塩（McCOLUMNS 処方）1% および結着剤（上野製薬のロビンガム）2% を配合して前報と同様の方法でペレット状の飼料を調製し使用した。

供試魚 食用コイの幼魚で体重 10 g, 30 g, 160 g 内外のものをそれぞれの実験に応じ選別して供試した。

飼育条件 供試魚の体重が 10 g 内外の場合は 40 l 容ガラス水槽、30 g 内外の場合は 200 l 容コンクリート水槽を用いて室内で 30 日間飼育した。供試魚の体重が 160 g 内外の場合は 18 m³ 容（有効水量 9 m³）の屋外コンクリート池で 50 日間飼育した。飼育期間中の水温は室内で 25~27°C, 23~25°C に保つたが、屋外では 16.5~26.0°C（最高）、13.0~22.0°C（最低）であつてかなり大きな範囲で変動した。また、換水率は 8~10 回/日に調整された。その他の飼育管理は前報とほぼ同様である。

結果と考察

各実験ごとの飼育結果と供試飼料の一般成分組成はまとめてそれぞれ Table 1, 2, 4 に示した。

加熱胚芽と加熱大豆の配合 加熱胚芽と加熱大豆を Table 1 中に示したように種々の割合で配し、所定の方法により調製した飼料で飼育した。

その結果、加熱胚芽と加熱大豆との配合においては加熱胚芽の配合率が減少し加熱大豆の割合が増すにつ

Table 1. Influence of the mixing ratio of wheat germ and soybean in the diets on the growth of carp. Feeding period: 30 days. Water temperature was maintained: 23~25°C.

Mixing ratio of feed stuffs (%)	Wheat germ	100	70	50	30	10	0
	Soybean	0	30	50	70	90	100
Number of fish		50	50	50	50	50	50
Initial total body-weight (g)		1356	1356	1356	1356	1356	1356
Initial mean body-weight (g)		27.1	27.1	27.1	27.1	27.1	27.1
Final total body-weight (g)		2747	2520	2265	1971	1767	1781
Final mean body-weight (g)		54.9	53.6	45.3	40.2	40.0	38.7
Body-weight increased (g)		1391	1164	909	615	411	425
Rate of body-weight increased (%)		102.5	85.8	67.0	45.3	30.5	31.3
Rate of survival (%)		100	94	100	98	88	92
Feed intaken (g)		1966	1737	1673	1381	1245	1177
Rate of feed intaken (%)		144.9	128.0	123.3	101.8	91.8	86.7
Feed efficiency (%)		70.7	67.0	54.3	44.5	33.2	36.1
General composition of diet							
Moisture (%)		7.1	8.1	8.3	7.8	9.1	8.2
Crude protein (%)		28.0	29.1	33.1	35.7	38.7	42.2
Crude fat (%)		1.4	1.5	1.2	1.2	1.2	0.8
Crude ash (%)		4.7	4.9	4.6	4.6	4.7	4.6
Carbohydrate (%)		55.8	56.6	52.8	50.7	47.3	44.2

Table 2. Influence of the mixing ratio of wheat germ and white fish meal in the diets on the growth of carp. Feeding period: 30 days. Water temperature was maintained: 25~27°C.

Mixing ratio of feed stuffs (%)	Wheat germ	100	60	50	40	0
	Fish meal	0	40	50	60	100
Number of fish		40	40	40	40	40
Initial total body-weight (g)		440	440	440	440	440
Initial mean body-weight (g)		11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
Final total body-weight (g)		897	1119	1102	932	911
Final mean body-weight (g)		22.4	28.0	27.6	23.3	22.8
Body-weight increased (g)		457	679	662	492	471
Rate of body-weight increased (%)		103.7	154.3	150.5	111.9	107.1
Rate of survival (%)		100	100	100	100	100
Feed intaken (g)		856	980	830	646	704
Rate of feed intaken (%)		194.5	222.7	188.6	146.8	160.0
Feed efficiency (%)		53.3	69.3	79.8	76.2	67.0
General composition of diet						
Moisture (%)		14.5	14.8	12.1	11.6	9.7
Crude protein (%)		27.3	38.6	42.4	46.2	58.7
Crude fat (%)		0.7	2.9	3.3	3.8	5.5
Crude ash (%)		4.6	8.4	9.7	10.7	9.7
Carbohydrate (%)		53.0	35.3	32.5	27.6	16.5

れ、飼料中の蛋白質含量は増加しているが、それらの飼料効果は逆に低下している。このことはコイの飼料として加熱大豆が不適当であることを示す反面、加熱胚芽がすぐれた飼料材であることを表わしている。加熱胚芽と加熱大豆との配合による相剩の効果はみとめられなかつた。

加熱胚芽と脱脂フィッシュミールとの配合 加熱胚芽と脱脂フィッシュミールを Table 2 に示す割合で配合した飼料を調製し飼育試験を行なつた。

その結果、飼料中の加熱胚芽の配合率が高くなるにつれて摂餌率は高くなり、コイに対する飼料の嗜好性が向上することを認めた。

また増体重率、飼料効率においても加熱胚芽または脱脂フィッシュミールの単味飼料よりも両者を適当に配合した飼料の方が明らかに高い飼料効果を示した。その両者の配合割合は加熱胚芽と脱脂フィッシュミールを (50:50)、(60:40) の比率で配合した飼料が最もすぐれた飼料効果を示し、それぞれの飼料材の配合による相剩の効果が認められた。

このことは加熱胚芽および脱脂フィッシュミールそれぞれの飼料材としての好適性を示すと共に、両者の配合により飼料中の蛋白質、炭水化物などの適正量が与えられたためと考えられる。

この飼育実験はさらに継続して長期飼育の試験を行なつたので後報にその結果を報告する。

小麦胚芽を用いた配合飼料の試作 小麦胚芽の他にフィッシュミール、脱脂米糠、酵母、ルーサンミール、グルテンミールなどを Table 3 に示した配合割合で飼料を調製し、平均体重 157 g の中型食用コイを飼育した。本実験においては飼育期間が 10 月上旬に始まり 11 月下旬に及んだため、その期間中の水温変化が著しく飼育条件としては最適ではなかつた。

飼育結果を Table 4 に示した。

Table 4 に示した結果は、あらかじめ 20 群の配合飼料区について 30 日間の予備飼育実験を行ない、そ

Table 3. Composition of the test diets.

Diet No.	1	2	3
Feed stuffs (%)			
White fish meal	32	32	32
Defatted rice bran	40	20	10
Defatted wheat germ	0	20	30
Magna yeast	13	13	13
Lucerne meal	3	3	3
Gluten meal	8	8	8
Vitamin mixture*	1	1	1
Salt mixture**	1	1	1
Binder***	2	2	2

* Vitamin mixture contained the following: (mg per kg diet) thiamine 12, riboflavin 30, pyridoxine 8, cyanocobalamin 0.02, choline chloride 400, *p*-aminobenzoic acid 70, Ca-pantothenate 56, nicotinic acid 50, inositol 60, biotin 0.1, folic acid 4, ascorbic acid 100, α -tocopherol 30, menadion 1 mg, A₁ 5,000 and D₃ 1,000 IU.

** McCollums salt No. 185.

*** Locust bean gum (Produced by Ueno Pharmaceutical Co. LTD.).

Table 4. Comparison of the feed efficiencies of 3 test diets. Feeding period: 50 days. Water temperature was maintained: 16.5~26.0°C (Uper), 13.0~22.0°C (Under).

Diet No.	Formulated diets for test			Commercial diet for carp
	1	2	3	Control
Number of fish	200	200	200	200
Initial total body-weight (kg)	31.6	32.6	32.6	32.6
Initial mean body-weight (g)	157.0	163.0	163.0	163.0
Final total body-weight (kg)	46.0	48.2	49.8	45.2
Final mean body-weight (g)	230.0	241.0	249.0	226.0
Body-weight increased (kg)	14.4	15.7	17.2	12.5
Rate of body-weight increased (%)	45.7	48.1	52.8	38.0
Rate of survival (%)	100	100	100	100
Feed intake (kg)	28.0	18.6	18.8	17.2
Rate of feed intake (%)	89.3	57.1	57.6	52.5
Feed efficiency (%)	51.2	84.1	91.6	72.4
Protein intake (kg)	11.7	8.1	8.2	6.5
Protein efficiency	123.3	193.2	209.2	193.2
General composition of diet				
Moisture (%)	9.6	9.7	9.3	10.7
Crude protein (%)	41.5	43.5	43.8	37.5
Crude fat (%)	3.1	5.7	6.7	2.5
Crude ash (%)	7.4	6.9	7.0	14.0
Carbohydrate (%)	38.4	34.2	33.2	35.3

れらの中から比較的に良好とみられた飼料区をさらに引続き飼育したものである。

表に示した各区の中で小麦胚芽を加えた飼料区は摂餌率，増体重率，飼料効率ともに市販飼料のそれよりも高く，比較的によい飼料効果を示した。これらの中で小麦胚芽を 30% 添加した区は市販飼料効率 72.4% に対して 91.6% の値を示し充分に実用性のある飼料であることをみとめた。しかし，この試作飼料による飼育試験はあくまでも中間試験的なものであつて，充分なものとはいえない。

要 約

小麦胚芽に種々の飼料材を配合した飼料で飼育試験を行ない，以下の結果を得た。

- 1) 加熱胚芽と加熱大豆とを配合した飼料では，加熱胚芽の配合割合が減少するに従い飼料効果が低下し，両者の配合による相剩的效果はみとめられなかつた。
- 2) 加熱胚芽と脱脂フィッシュミールとの配合による飼料は，それぞれの単味飼料よりもすぐれた飼料効果を示し，両者の配合割合が (50:50)，(60:40) のときもつとも高い飼料効果を示し，それらの配合による相剩的效果がみとめられた。
- 3) 小麦胚芽に数種の飼料材を配合した飼料で中型の食用コイを飼育した結果，市販の飼料よりもすぐれた飼料効果を示し，小麦胚芽を 30% 添加した飼料がもつとも高い値を示した。

文 献

- 1) 福田博業・袈裟丸倉基：本誌 37, 1150~1156 (1971).
- 2) 福田博業・袈裟丸倉基：本誌 37, 1157~1162 (1971).