研究ノート

穀物外皮由来のヘミセルロースが ラットの成長, 消化吸収率, 消化管 通過時間に及ぼす影響

江頭祐嘉合*, 久保田 久*, 奥田 恭久*
竹内 政保**, 太田富貴雄***, 綾野 雄幸*

* 千葉大学園芸学部農芸化学科

** 日本食品化工株式会社研究所

*** 早稲田大学人間科学部

Effect of Cereal Bran Hemicellulose on Growth Rate, Digestibility and Gastrointestinal Transit Time in Rats

Yukari EGASHIRA,* Hisashi KUBOTA,*
Yasuhisa OKUDA,* Masayasu TAKEUCHI,**
Fukio OHTA*** and Yūko AYANO*

* Department of Agricultural Chemistry,
Faculty of Horticulture, Chiba University,
Matsudo 271

** Research Laboratory, Nihon Shokuhin
Kako Co. Ltd., Fuji 417

*** Department of Human Sciences, Waseda
University, Tokorozawa 359

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn.
Soc. Nutr. Food Sci.*) 45, 71~77 (1992)

The effects of hemicellulose ("hemicellulose B" fraction) isolated from corn and wheat bran, on growth, apparent utilization ratio of nutrients and gastrointestinal transit time, were investigated in rats and compared with those of refined corn bran (RCB). (1) Two different hemicelluloses (CBH, WBH) and RCB were added to the diet at a level of 1% for the former and 5% as DF for the latter. These diets were given to weaning rats for 28 days. Both diets, containing CBH or WBH, had no effect on the growth of rats, whereas the ceca in both rat groups were enlarged. The apparent utilization ratios of starch and fat were very similar in all dietary groups. However, CBH, WBH and RCB exerted weak inhibitory effects on the utilization ratio of protein. (2) Gastrointestinal transit time and water content of feces were examined in adult

rats. The mean transit times were 43.1 h for CBH, 38.9 h for WBH, 32.5 h for RCB and 50.8 h for the DF-free group. Fecal moisture was increased markedly in the RCB diet group. These results indicate that hemicellulose isolated from corn and wheat bran (CBH and WBH) is effective for shortening of gastrointestinal transit time in rats without adversely affecting growth and digestion and absorption of nutrients.

Key Words dietary fiber, hemicellulose preparation, gastrointestinal transit time, growth rate, digestibility.

(Received May 22, 1991)

穀類外皮, とくに小麦フスマはヒポクラテスの時代から便秘に有効な整腸作用をもたらすことで知られている。

最近, 穀類外皮に含まれる食物繊維 (dietary fiber 以下 DF と略す) についての研究が進むにつれ, 穀類外皮の DF にはすぐれた生理作用をもつことが見いだされた。そのなかでも, 米ヌカ, トウモロコシ外皮, 小麦フスマから希アルカリで抽出, 分離した“ヘミセルロース B”画分を主体とした各ヘミセルロース標品には, 次のような新知見が報告されている。各ヘミセルロース標品を高コレステロール飼料に添加してラットに投与した場合, 0.5~2.0% レベルの添加で, 血清コレステロールの上昇を有意に抑制した^{1)~3)}。米ヌカヘミセルロース標品をラットに投与して腸内菌叢に及ぼす影響について調べた試験では, *Bifidobacterium* を有意に増やし, 腸内環境改善に明らかな効果を示した⁴⁾。トウモロコシ外皮由来のヘミセルロース標品をヒトに投与し, 腸内環境を調べたところ, 発がんに関与するといわれる β -グルクロニダーゼ活性が有意に低下した⁵⁾。また, 該標品は, ラットのオロット酸 (orotic acid) 投与による脂肪肝形成を抑制する作用のあることが示された⁶⁾。以上のように, 穀類外皮由来のヘミセルロースは, コレステロール代謝, 腸内環境, 肝臓に対しさまざまな好影響を及ぼすと考えられる。しかし, このヘミセルロース標品がラットの成長, 栄養素の消化吸収, 食物繊維の消化管通過時間に及ぼす影響については, いまだに検討されていない。

本実験は, トウモロコシ外皮ならびに小麦フスマ由来のヘミセルロース標品を試験試料とし, 対比試料にトウモロコシ外皮から食品添加用 DF 素材として開発された精製トウモロコシ外皮 (refined corn bran, 以下 RCB と略す。日本食品化工(株), 市販名セルフアー)を用い, 上記の未検討事項について試験した。以下, その結果を報告する。

* 〒271 松戸市松戸 648

** 〒417 富士市田島 30

*** 〒359 所沢市三ヶ島 2-579-15

Fig. 1. Scheme for isolation of hemicellulose from cereal bran.

実験方法

1. 実験材料

1) ヘミセルロース標品 トウモロコシ外皮 (yellow dent corn) の wet milling 工程から採取, 日本食品化工(株)ならびに硬質赤色小麦フスマ(日東製粉(株))から, “ヘミセルロースB”を主体とする画分を Fig. 1の方法に従い抽出, 分離, 調製した²⁾. トウモロコシ外皮由来のヘミセルロース標品(以下, CBH と略す)および小麦フスマ由来のヘミセルロース標品(以下, WBH と略す)の調製歩留は CBH 22%, WBH 7%であった。両標品は, 高コレステロール飼料に 0.5% レベルで添加して, ラットに投与した場合, 血清コレステロールの上昇を有意に抑制した²⁾³⁾。

2) RCB Wet milling 工程から採取したトウモロコシ外皮を篩別, 機械的攪拌, 水洗浄を繰り返し, 細胞壁表面に付着したデンプン, タンパク質などの DF 以外の成分を除去して DF 含量を高めたのち, 脱水, 乾燥, 粉化したもので, 粒度は 100 mesh のふるいを通過したものをを用いた。

2. 成分分析

一般成分の分析は, 常法によった。RCB の DF 分析

は Van Soest 法⁷⁾により, neutral detergent fiber (NDF) と, acid detergent fiber (ADF) の測定を行い, Prosky 法⁸⁾⁹⁾により総 DF (TDF) を測定した。CBH および WBH のセルロース, 非セルロース多糖類, リグニンの分画は Southgate 法により行い, 非セルロース多糖類は, Southgate 法の加水分解条件 (5% 硫酸, 沸騰水浴中 2.5 時間) で処理したのち, アルディトールアセテート化し, ガスクロマトグラフ法で測定した。ただし, ウロン酸についてはカルバゾール硫酸法¹⁰⁾で測定した。

3. 動物実験

実験 I, II に分けて行った。

実験 I では, RCB, CBH, WBH を幼ラットに投与して成長ならびに栄養素の消化吸収に及ぼす影響について, 実験 II では, 実験 I と同じ DF 標品を成熟ラットに投与し食物残渣の消化管通過時間に及ぼす影響について試験した。

1) 飼料 実験飼料の組成を Table 1 に示す。おもな糖質源はトウモロコシデンプンとし, 試験飼料は, DF-free 飼料のショ糖の一部を RCB は TDF 含量で 5%, ヘミセルロース標品は乾物重で 1% レベルとなるようにそれぞれ置換した。

Table 1. Composition of diet. (%)

	DF-free diet	RCB diet	CBH diet	WBH diet
Corn starch*1	45	45	45	45
Casein	22	22	22	22
Lard	9	9	9	9
Corn oil	1	1	1	1
Salt mixture*2	4	4	4	4
Vitamin mixture*2	0.85	0.85	0.85	0.85
Choline chloride	0.15	0.15	0.15	0.15
Test substance	—	6.01*3	1.1*4	1.1*4
Sucrose	18	11.99	16.9	16.9

*1 Pregelatinized starch, *2 Harper's mixture (1959), *3 Corresponding to 5% of TDF, *4 1% of dry matter, respectively.

RCB: Mechanically refined corn bran (pericarp), CBH: Corn bran hemicellulose, WBH: Wheat bran hemicellulose.

2) 実験動物および飼育方法 実験Iでは、体重45~60gのウィスター系雄ラット(日本クレア(株))をTable 1に示したDF-free飼料で3日間予備飼育したのち、1群8匹ずつ4群に分け、各試験飼料を与えて28日間飼育した。飼育期間中、ラットは6室に区切られた金網製の飼育ゲージの一室に一匹ずつ入れ、室温22±1℃の飼育室で飼育した。飼料および水は自由に摂取させた。体重ならびに飼料摂取量の測定は、毎日ほぼ一定時刻に行った。本飼育開始10日目から26日までの糞をラットごとに集め、これを通風乾燥(50℃)、粉化し、見かけの消化吸収率の測定試料とした。実験終了日にラットは安全カッターを用いて断首、採血したあと、開腹し、肝臓、胃、小腸、盲腸、大腸、後腹壁脂肪を摘出して、臓器重ならびに内臓摘出屠体重を測定した。採血した血液はただちに血清を分離し、血清中の総コレステロールをデタミナTC(協和メデックス(株))による酵素法で定量した。

実験IIでは、体重約270gのウィスター系雄ラット(日本クレア(株))を用いた。試験群は1群6匹とし食物残渣の消化管通過時間の測定に入る4日前から、Table 1に示した各試験飼料を投与したが、夜間(午後6時~翌朝9時)は飼料を取り上げて絶食させ、翌朝9時に投与するという方法で訓練馴化させた。なお、水は自由に与えた。消化管通過時間の測定当日は、酸化第2クロム(Cr₂O₃)0.75%で着色した各試験飼料3gを午前9時に投与し、90分後、食べ残しがないことを確認してから、再び各試験飼料を与え、その後は飼料を取り上げることなく与え続けた。着色した飼料を投与してから、着

Table 2. Components of refined corn bran. (% of dry matter)

	RCB
Crude protein	4.0
Crude fat	1.1
Ash	0.3
NDF (Neutral detergent fiber)*1	88.5
ADF*1	22.4
ADF-lignin*1	3.2
TDF (Total dietary fiber)*2	89.6

*1 Method of Van Soest. *2 Method of Prosky.

色した糞が出始めるまでの時間ならびに出終わるまでの時間を測定した。その間、糞の観察ならびに採取を行い、糞は105℃で乾燥して水分含量を求めた。

3) 見かけの消化吸収率の測定 実験Iの実験で集めた糞について、デンプン、タンパク質および脂肪含量を測定した。デンプンは糞200mgに0.2M酢酸塩緩衝液(pH 4.8)10ml、グルコアミラーゼ液(長瀬生化学(株)、1×10⁴ GUN/g、120mgを蒸留水100mlに溶かし遠心した上澄液)5mlを加え、蒸留水で50mlに定容し、これにトルエン数滴を加え、37℃で24時間インキュベートした。濾過し、濾液の一定量について生成還元糖をソモギー・ヨード滴定法でグルコースとして定量し、係数0.9を乗じてデンプン量とした。タンパク質は、糞500mgを採取し、ケルダール法で窒素量を求め、6.25を乗じてタンパク質量とした。脂肪は、糞2~4gを採取しソックスレー抽出法により定量した。飼料中の上記成分の含量も同様に定量した。各成分の見かけの消化吸収率は次式により求めた。

見かけの消化吸収率(%)

$$= 100 \times (\text{摂取量} - \text{糞中排泄量} / \text{摂取量})$$

4) 測定結果の統計処理 統計処理は、一元配置の分散分析を行い、各水準の母平均の差の検定には、Studentのt-testで比較した。

実験結果

1. 試料の成分分析

RCBの一般成分ならびにDF含量を、Table 2に、CBH、WBHの構成成分をTable 3に示す。RCBはTDF 89.6%、NDF 88.5%で、水不溶性DF含量が著しく高く、NDFとADFの差からヘミセルロース含量を推定すると、約62%と高いことが示された。ヘミセルロース標品は非セルロース多糖類が、CBH 90.0%、WBH 80.6%を占め、構成糖の主体は両者ともキシロース、アラビノースでアラビノキシランを構成してい

Table 3. Composition of hemicellulose preparations isolated from corn bran and wheat bran.

	(% of dry matter)	
	CBH	WBH
Cellulose	0.1	0.2
Non-cellulosic polysaccharide*1	90.0	80.6
Glucose	0.3	5.7
Arabinose	30.2	26.4
Xylose	46.3	43.7
Galactose	3.4	1.5
Mannose	n.d.	n.d.
Uronic acid	6.8	1.5
Lignin	1.6	2.3
Total nitrogen	0.9	2.3
Ash	2.3	4.2

*1 Measured by method of Southgate.

The individual neutral sugars measured as alditol acetates by gas chromatographic method. Uronic acid measured by carbazole sulfuric acid method.

Fig. 2. Growth curves of rats fed diets containing RCB, CBH or WBH for 28 days.

I. DF-free group, II. RCB group, III. CBH group, IV. WBH group.

るものと考えられる。

2. 動物実験

1) RCB, CBH, WBH の幼ラットへの投与が、成長ならびに栄養素の消化吸収に及ぼす影響 (実験 I) 各群の飼育期間中における成長経過を、平均体重で比較した結果を Fig. 2 に示す。各群とも順調に成育し、成長は良好であった。体重増加量にほとんど差は認められなかった。体重増加量、屠体重および各臓器重の屠体重比を Table 4 に示す。体重増加量は各群間に有意差はなかつ

たが、DF 添加群は、各群とも DF-free 群に比し、若干大きい傾向を示した。これは飼料摂取量が各群とも DF-free 群に比し、多いことに起因していると考えられる。飼料効率は、各群間に有意差は認められなかった。内臓摘出屠体重は各群間に差は認められなかったが、内臓摘出屠体重の生体重に対する割合は、各 DF 添加群は DF-free 群に比し、有意に低い値を示した。消化器系臓器の内臓摘出屠体重比については、DF 添加群は DF-free 群に比し、一般に大きい値を示し、とくに内容物を含んだ盲腸の増大がみられた。この現象は CBH, WBH の両群において著しかった。内容物を除いた盲腸組織も同様の傾向を示した。水溶性 DF をラットに与えると盲腸が肥大するという報告と一致した¹¹⁾。大腸は、RCB 群が他群に比し有意に大きい値を示した。水不溶性 DF をラットに与えると、結腸の肥大を促進するという報告と一致した¹²⁾。後腹壁脂肪組織は各群間に差は認められなかった。血清中の総コレステロール値は DF-free 群に比し、RCB 群が有意に高く CBH 群は RCB 群より有意に低い値を示した。しかしいずれの値もラットの正常値¹³⁾を著しくはずれるものではなかった。

飼育期間中の 1 日当りの糞排泄量 (乾重量)、1 日当りの各栄養素の摂取量ならびに排泄量、それらより算出された見かけの消化吸収率を Table 5 に示す。糞排泄量は DF-free 群が 1 日平均 0.28 g であるのに対し、RCB 群は約 3.8 倍と多く、糞は他群のそれに比し、軟らかく、形状は大きかった。CBH と WBH のヘミセルロース投与群の排泄量は、DF-free 群に比し、約 1.3 倍で有意差は認められたが、RCB 群より有意に少なかった。飼料成分の実測値から算出した各栄養素の平均摂取量は、各 DF 投与群においてタンパク質、脂肪の摂取量が DF-free 群より有意に高かった。平均排泄量は、各 DF 投与群において各栄養素とも DF-free 群より有意に多く、とくに RCB 群においてタンパク質の排泄が著しかった。これらの結果から見かけの消化吸収率を求めた場合、各 DF 投与群は DF-free 群に比し、デンプンの消化吸収率に有意差はなく、影響はみられなかったが、タンパク質、脂肪の消化吸収率は有意に低下した。RCB 群と CBH と WBH 両群との間では、タンパク質の消化吸収率において RCB 群は有意に低い値を示した。以上の結果から、各栄養素の見かけの消化吸収に及ぼす各 DF 標品の影響は、CBH, WBH のような、水溶性 DF に比し、水不溶性 DF に富む RCB のほうが大きいことが示された。しかし、これらの影響もラットの成長に大きな影響を及ぼすほどではなかった。

2) RCB, CBH, WBH のラットへの投与が食物残渣の消化管通過時間に及ぼす影響 (実験 II) 試験飼料を投与して、着色糞が出現するまでの時間および出糞する

Table 4. Effect of CBH and WBH on body weight, food intake, food efficiency and relative organ weight in rats fed experimental diets for 28 days.

	Mean $\pm$ SE ($n=8$)			
	DF-free	RCB	CBH	WBH
Initial weight (g)	64.1 $\pm$ 0.7	64.0 $\pm$ 0.6	64.0 $\pm$ 0.7	64.0 $\pm$ 0.7
Final weight (g)	226.5 $\pm$ 2.0	231.5 $\pm$ 3.2	227.4 $\pm$ 3.3	234.4 $\pm$ 3.8
Body weight gain (g)	162.4 $\pm$ 2.6	167.5 $\pm$ 2.7	163.4 $\pm$ 3.3	170.4 $\pm$ 3.6
Food intake (g)	374.9 $\pm$ 3.1	398.9 $\pm$ 5.7 ^{a)}	388.6 $\pm$ 5.7	397.7 $\pm$ 5.8 ^{a)}
Food efficiency*	0.43 $\pm$ 0.01	0.42 $\pm$ 0.004	0.42 $\pm$ 0.01	0.43 $\pm$ 0.004
Eviscerated carcass weight (g)	174.1 $\pm$ 1.6	176.4 $\pm$ 2.4	173.3 $\pm$ 2.3	177.9 $\pm$ 3.1
Carcass weight/body weight (%)	76.9 $\pm$ 0.2	76.2 $\pm$ 0.1 ^{a)}	76.2 $\pm$ 0.2 ^{a)}	75.9 $\pm$ 0.2 ^{a)}
% of carcass weight				
Liver (%)	5.56 $\pm$ 0.06	5.46 $\pm$ 0.12	5.39 $\pm$ 0.03	5.31 $\pm$ 0.08
Small intestine (%)	1.43 $\pm$ 0.08	1.56 $\pm$ 0.07	1.53 $\pm$ 0.04	1.57 $\pm$ 0.10
Cecum with content (%)	1.33 $\pm$ 0.07	1.43 $\pm$ 0.06	1.93 $\pm$ 0.10 ^{a)b)}	1.75 $\pm$ 0.05 ^{a)b)}
Cecum (%)	0.22 $\pm$ 0.01	0.20 $\pm$ 0.01	0.25 $\pm$ 0.02 ^{b)}	0.31 $\pm$ 0.02 ^{a)b)c)}
Large intestine (%)	0.33 $\pm$ 0.01	0.39 $\pm$ 0.03	0.36 $\pm$ 0.02	0.27 $\pm$ 0.02 ^{a)b)c)}
Retroperitoneal fat (%)	2.43 $\pm$ 0.20	2.56 $\pm$ 0.17	2.35 $\pm$ 0.20	2.72 $\pm$ 0.13
Serum cholesterol (mg/dl)	81 $\pm$ 3	94 $\pm$ 2 ^{a)}	82 $\pm$ 4 ^{b)}	86 $\pm$ 3

* Body weight gain/food intake. ^{a)} Significantly different from the DF-free diet group ($p < 0.05$).^{b)} Significantly different from the RCB diet group ($p < 0.05$). ^{c)} Significantly different from the CBH diet group ($p < 0.05$).

Table 5. Effect of RCB, CBH and WBH on utilization of starch, protein and fat in rats.

	Mean $\pm$ SE ($n=8$)			
	DF-free	RCB	CBH	WBH
Weight of feces (g/day)	0.28 $\pm$ 0.01	1.07 $\pm$ 0.02 ^{a)}	0.36 $\pm$ 0.01 ^{a)b)}	0.37 $\pm$ 0.01 ^{a)b)}
Starch :				
Daily intake (g)	5.06 $\pm$ 0.05	5.17 $\pm$ 0.06	4.53 $\pm$ 0.05 ^{a)b)}	5.23 $\pm$ 0.07 ^{c)}
Daily output (mg)	1.7 $\pm$ 0.1	7.2 $\pm$ 0.2 ^{a)}	2.4 $\pm$ 0.1 ^{a)}	2.5 $\pm$ 0.1 ^{a)}
Apparent utilization ratio (%)	99.9 $\pm$ 0.00	99.8 $\pm$ 0.00	99.9 $\pm$ 0.00	99.9 $\pm$ 0.00
Protein :				
Daily intake (g)	2.68 $\pm$ 0.02	2.95 $\pm$ 0.03 ^{a)}	2.90 $\pm$ 0.03 ^{a)}	2.90 $\pm$ 0.04 ^{a)}
Daily output (mg)	74.1 $\pm$ 3.3	128.3 $\pm$ 3.6 ^{a)}	96.3 $\pm$ 4.1 ^{a)b)}	105.4 $\pm$ 3.6 ^{a)b)}
Apparent utilization ratio (%)	97.2 $\pm$ 0.1	95.7 $\pm$ 0.1 ^{a)}	96.7 $\pm$ 0.1 ^{a)b)}	96.4 $\pm$ 0.1 ^{a)b)c)}
Fat :				
Daily intake (g)	1.38 $\pm$ 0.01	1.53 $\pm$ 0.02 ^{a)}	1.44 $\pm$ 0.02 ^{a)b)}	1.48 $\pm$ 0.02 ^{a)}
Daily output (mg)	29.4 $\pm$ 1.1	37.1 $\pm$ 1.3 ^{a)}	38.1 $\pm$ 1.8 ^{a)}	34.8 $\pm$ 1.9 ^{a)}
Apparent utilization ratio (%)	97.9 $\pm$ 0.1	97.6 $\pm$ 0.1 ^{a)}	97.4 $\pm$ 0.1 ^{a)}	97.7 $\pm$ 0.1

^{a)} Significantly different from the DF-free diet group ($p < 0.05$). ^{b)} Significantly different from the RCB diet group ($p < 0.05$). ^{c)} Significantly different from the CBH diet group ($p < 0.05$).

Table 6. Gastrointestinal transit time and fecal moisture content.

	Mean±SE			
	DF-free	RCB	CBH	WBH
Transit time (h)				
First excretion	17.7±1.5	14.2±1.1	18.8±1.7	16.4±1.7
Final excretion	50.8±1.2	32.5±1.2 ^{a)}	43.1±2.2 ^{a)b)}	38.9±1.6 ^{a)b)}
Feces				
Moisture (%)	40.6±1.2	46.0±0.3 ^{a)}	38.2±0.8 ^{b)}	40.2±2.2 ^{b)}

^{a)} Significantly different from the DF-free diet group ($p<0.05$). ^{b)} Significantly different from the RCB diet group ($p<0.05$). ^{c)} Significantly different from the CBH diet group ($p<0.05$).

までの時間、ならびにその間に採取した糞の水分含量を Table 6 に示す。着色糞が出現するまでの時間は各群間に有意差はなく、着色糞が出現するまでの時間は、DF-free 群に比べ各 DF 投与群は有意に短縮された。とくに RCB 群において著しく、糞の水分含量は最も高い値を示した。

考 察

本試験に用いた CBH, WBH の両ヘミセルローズ標品は、高コレステロール飼料に 1% レベルで添加してラットに投与した場合、血清コレステロールの上昇抑制作用を示したものである²³⁾。今回は、該標品をラットに投与した場合、成長、栄養素の消化吸収、食物残渣の消化管通過時間に及ぼす影響について検討を加えた。その結果、CBH および WBH は、対比試料の RCB とともに本実験の試料への添加レベルでは、体重増加量に差は認められず、成長は良好であった。しかし、内臓摘出屠体重の生体重比は、各 DF 投与により有意に低下した。このことは DF が内臓重の増大に影響しているものと考えられる。DF 投与により消化管が肥大することが報告されているが¹⁴⁾、本実験においても、水溶性の RCB は大腸を肥大化する傾向を、水溶性の CBH および WBH は盲腸を肥大化することが認められた。DF 投与による栄養素の消化吸収に及ぼす影響は、デンプンは受けにくく、タンパク質、脂肪は糞中への両栄養素の排出が増加し、とくにタンパク質に及ぼす影響が大きく、RCB において著しかった。この結果は、穀物 DF の場合、タンパク質の糞中への排泄を増加させ、見かけの消化吸収率を低下させるという報告¹⁵⁾と一致した。タンパク質の消化吸収率低下の機構については、DF がもたらす内因性窒素の排出増加、消化過程における消化酵素や栄養素の吸着、腸管内容物の「カサ」の増大、消化管通過時間の短縮などの諸作用が複雑に関与しているものと考えられる。しかし、水溶性の RCB と水溶性の CBH, WBH では、その DF 特性が異なり、腸内環境に対する影響も

異なるので、両者が一概に同機構で作用するとは考えられない。また、本実験では DF の飼料への添加レベルが同一ではないので、直接の比較は無理かもしれない。

実際に、これら DF 素材を食品に添加する場合、かなり高レベルで添加しない限り、各栄養素の見かけの消化吸収率の多少の差は、ほとんど影響を与えないものと考えられる。

DF 投与による食物残渣の消化管通過時間に及ぼす影響は、水溶性の RCB は消化管通過時間を、著しく短縮させ DF-free 群の消化管通過時間を 1 として比較すると、RCB 群 0.63, CBH 群 0.84, WBH 群 0.76 で、ヘミセルローズ標品は両群とも 1/4 程度短縮させたにすぎなかった。RCB は消化管通過中、その保水性と膨潤性が腸管内容物の容積を増大させ、腸管下部への移行を促進し結腸内ではある程度以上蓄積すると、結腸の運動を促進し、排泄が生じるものと考えられる。それに対し CBH や WBH は上行結腸部に存在する腸内細菌によって、分解、酵解を受け、菌体の増殖に利用され、便容量を増やし、また酵解によって生成する短鎖脂肪酸が腸粘膜を刺激して排泄を促進するものと考えられる。

要 約

血清コレステロール上昇抑制能を有する水溶性 DF のトウモロコシ外皮ヘミセルローズ標品 (CBH) および小麦フスマヘミセルローズ標品 (WBH) を、ラットに投与して、成長、栄養素の消化・吸収および食物残渣の消化管通過時間に及ぼす影響について、DF を含まない飼料および精製トウモロコシ外皮 (RCB) を対照として比較、検討した。

1) ウィスター系雄ラット (体重 45~60 g) を用い、基本飼料のショ糖の一部を RCB は DF 5%, CBH, WBH は各 1% レベルで置換し 28 日間飼育した。各 DF 添加群の成長はいずれも良好であった。しかし CBH, WBH の両群では盲腸の肥大がそれぞれ著しかった。見かけの消化吸収率は、デンプンでは各群間に差は

なく、タンパク質では CBH 群, WBH 群, RCB 群の順に有意に低い値を示し、脂質では RCB, CBH の両群が有意に低い値を示した。

2) 成熟ラット (体重 270 g) を用い、食物残渣の消化管通過時間を測定した。糞が出始めるまでの時間は、各群間に、有意差はなかったが、出終わるまでの時間は、RCB 群 32.5 時間, WBH 群 38.9 時間, CBH 群 43.1 時間で、DF-free 群 50.8 時間に比し、有意に短縮された。糞の水分含量は RCB 群は DF-free, CBH, WBH の 3 群に比し有意に高く、軟らかく形状も大きかった。CBH, WBH の両群は、DF-free 群と変わらなかった。

文 献

- 1) 青江誠一郎, 太田富貴雄, 綾野雄幸: 栄養と食糧, 42, 55 (1989)
- 2) 綾野雄幸, 太田富貴雄, 渡辺幸雄, 中村 強, 滝沢まゆみ: 栄養と食糧, 35, 431 (1982)
- 3) 綾野雄幸, 太田富貴雄, 渡辺幸雄, 三田浩三, 中村 強: 食物繊維 (印南 敏, 井上五郎他編), 201 (1983), 篠原出版 (東京)
- 4) 青江誠一郎, 太田富貴雄, 綾野雄幸: 栄養と食糧 41, 203 (1988)
- 5) Sugawara, M., Benno, Y., Takeuchi, M. and Mitsuoka, T.: *Agric. Biol. Chem.*, 53, 2625 (1989)
- 6) 宮坂弘子, 太田富貴雄, 綾野雄幸: 栄養と食糧, 43, 319 (1990)
- 7) Goering, H.K. and Van Soest, P.J.: *Forage Fiber Analysis (Agric. Handbook 379)* (1970) Agric. Res. Serv., U.S. Dept. of Agric. (Washington, D.C.)
- 8) Prosky, L., Asp, N.G., Furda, I., Devries, J.W., Schweizer, T.F. and Harland, B.F.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 67, 1044 (1984)
- 9) Prosky, L., Asp, N.G., Furda, I., Devries, J.W., Schweizer, T.F. and Harland, B.F.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 68, 677 (1985)
- 10) Bitter, T. and Muir, H.: *Anal. Biochem.*, 4, 330 (1962)
- 11) 奥 恒行, 小西史子, 細谷憲政: 栄養と食糧, 34, 437 (1981)
- 12) 奥 恒行, 山田和彦, 細谷憲政: 栄養と食糧, 32, 235 (1979)
- 13) 細谷憲政, 印南 敏, 五島孜郎 (編): 小動物を用いる栄養実験, 97 (1980), 第一出版 (東京)
- 14) 奥 恒行: 食物繊維 (印南 敏, 桐山修八編), 81 (1982), 第一出版 (東京)
- 15) 池上幸江: 食物繊維 (印南 敏, 桐山修八編), 99 (1982), 第一出版 (東京)

(1991 年 5 月 22 日受理)