裸麥の消化吸收率に就て

On the absorption Rate of Rye

日本食の研究 (第7報)

(昭和27年5月2日受理)

中 村 三 幸
(Mituyuki Nakamura)

結 言

裸麥の吸収試験に就ては、稻葉 (1914)、蓮井 (1922)、杉本 (1925) 氏等の研究があり、特に杉本氏等の実験は詳細であるが、氏等は種々の搗精度の裸麥或は麥粉の消化吸収率を比較し、常に裸麥4米6の割合の混食実験を行つてゐる。吾々は米を混ぜず、裸麥のみを主食とし、亦副食物は、第5報白米食吸収試験と同様に、完全に吸収されるものの少量を與え、出来る限り裸麥だけの吸収率を知らんとしてこの実験を企圖した。分析方法は概ね前報と同様であるが、ビタミンの B₁ 定量は藤田氏改良のチオクローム法によつた。

第1實驗 裸麥丸麥の吸収試験

1) 試験期間は昭和26年2月7日及び同8日で、試験期間中の天候は雨曇で、気温 7°~7.5°C、氣壓 769~768 mm Hg であつた。

2) 被検者は健康な男子5名で、小野 (29才、56 kg, 163 cm)、油屋 (30才、55 kg, 168 cm)、藤井 (26才、57 kg, 167 cm)、木村 (27才、58 kg, 169 cm)、中村 (26才、50 kg, 150 cm)。

3) 供試食品及び副食物に就て：實驗に供した裸麥丸麥は筑後平野産神力種、搗精度は完全搗精で、搗き減り14%のものである。副食物として毎回味噌 30 g、麩15個 (8.46 g) でつくつた味噌汁を與えた。丸麥の調理は風乾量の 100 g に對して 4.95 g 即ち約5倍量の水を加え、

初め 20 分位ガス火を強くし、ついで火を細くして約1時間50分炊く。炊き増は 77.42 % であつた。丸麥に於ても攝取量は各人の食慾に應じ任意量と與えた。次に供試丸麥及び副食物の各成分を示すと第1表の通りである。

第1表 實驗用丸麥及び味噌・麩組成(風乾)%

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗含水炭素	粗纖維	粗灰分
丸麥	14.01	9.77	1.60	71.58	1.40	1.68
味噌	54.15	14.16	2.33	17.16	0.89	10.44
麩	11.82	31.22	0.91	56.12	0	0.54

4) 次に各人試験食期に於て、副食物よりの各成分1日攝取量を示すと第2表となる。

第2表 副食物よりの各成分1日攝取量 (g)

	粗蛋白質	粗脂肪	粗含水炭素	粗纖維	粗灰分
味噌	12.74	2.09	15.44	0.80	9.39
麩	7.91	0.23	14.22	0	0.13
計	20.65	2.32	29.66	0.80	9.52

各人1日平均攝取量は、小野 449.34 g、油屋 366.02 g、藤井 365.30 g、木村 392.44 g、中村 452.06 g であつた。

5) 各養素の出納を示すと第3表となる。攝取量の算定は市來等の第5報の通りとし吸収率の算出法も第5報の場合と同様2様にした。

第3表 丸麥養素出納

	蛋 白 質				脂 肪			
	攝取量 (2日間)(g)	排泄量 (2日間)(g)	(a)吸収率 %	(b)吸収率(%) 基礎控除	攝取量 (2日間)(g)	排泄量 (2日間)(g)	(a)吸収率 (%)	(b)吸収率(%) 基礎控除
小 野	87.89	32.82	62.66	80.94	14.37	7.98	44.47	68.55
油 屋	71.59	27.50	61.59	84.03	11.71	7.66	34.59	64.14
藤 井	71.55	30.47	57.42	79.87	11.70	7.80	33.34	62.91
木 村	76.76	32.18	58.08	79.00	12.55	7.16	42.95	70.52
中 村	88.42	32.04	63.77	81.93	14.46	8.09	44.06	67.99
平 均			60.70	81.15			39.94	66.82
±標準偏差			± 2.61	± 4.95			± 4.37	± 4.86

		含 水 炭 素			纖 維			灰 分		
		攝 取 量 (2日間)(g)	排 泄 量 (2日間)(g)	吸 收 率 (%)	攝 取 量 (2日間)(g)	排 泄 量 (2日間)(g)	排 泄 率 (%)	攝 取 量 (2日間)(g)	排 泄 量 (2日間)(g)	吸 收 率 (%)
小 野		541.98	7.30	98.65	14.18	8.62	60.79	33.86	72.5	78.59
油 屋		440.41	7.11	98.39	11.84	5.77	48.73	31.11	6.45	79.27
藤 井		440.14	6.88	98.44	11.84	6.78	57.26	31.11	5.95	80.87
木 村		472.62	10.69	97.74	12.58	6.34	50.40	31.99	8.19	74.40
中 村		545.28	7.55	98.62	14.25	7.08	49.68	33.95	7.31	78.47
平 均				98.36 ± 1.29			53.37 ± 4.80			78.32 ± 2.13

第 2 回 實驗裸麥押麥の吸収試験

次に上記裸麥と同品種且つ同程度に搗精したものを押麥としたものについて、消化吸収率を檢べた。

1) 試験期間は昭和26年3月7日及び同8日の2日間で、試験期間中の天候は曇～曇後晴・気温 12.3～12.5℃、氣壓 770～772 mm Hg であつた。

2) 被檢者中藤井、木村、中村の3人は前實驗と同一人で、他に太田(27才, 56kg, 157 cm), 市來(30才, 53 kg, 164 cm)の2人を加えた。

3) 主食品及び副食物に就て: 主食は前述。

副食物は駄の味噌汁で攝取方法、量及び組成共に丸麥と同様である。

押麥の調理は、風乾量 100 g に對し、水 280 cc 即ち 3 倍弱の水を加え、最初20分位強いガス火にて炊き、ついで火を細くして約1時間炊く。炊き増は 63.42 % であつた。押麥に於ても攝取量は各人の食慾に應じ任意量を与えた。

次に供試押麥の組成は水分 14.10%; 粗蛋白質9.61%; 粗脂肪 0.99%; 粗含水炭素 72.46%; 粗纖維 1.34%; 粗灰分 1.18% であつた。

4) 各人試験食期に於ける主食の1日平均攝取量(風乾)は、太田 458.79 g; 藤井 445.43 g; 木村 457.97 g; 市來 462.87 g; 中村 465.88 g であつた。

5) 各養素の出納を示すと第4表となる。攝取量算定、吸収率算出法は前報と同様である。

第 4 表 押 麥 養 素 出 納

		蛋 白 質				脂 肪			
		攝 取 量 (2日間)(g)	排 泄 量 (2日間)(g)	(a)吸収率 (%)	(b)吸収率(%) 基礎控除	攝 取 量 (2日間)(g)	排 泄 量 (2日間)(g)	(a)吸収率 (%)	(b)吸収率(%) 基礎控除
太 田		88.17	25.02	71.63	89.84	9.08	5.15	43.29	81.31
藤 井		85.61	26.93	68.55	87.31	8.81	5.33	39.51	78.78
木 村		88.02	27.45	68.82	87.06	9.06	5.01	45.31	82.90
市 來		88.96	24.95	72.01	90.07	9.16	5.22	43.02	80.79
中 村		89.54	25.57	71.45	89.38	9.22	5.56	39.70	77.23
平 均				70.49	88.73			42.16	80.20
±標準偏差				± 1.58	± 3.92			± 2.34	± 2.83

		含 水 炭 素			纖 維			灰 分		
		攝 取 量 (2日間)(g)	排 泄 量 (2日間)(g)	吸 收 率 (%)	攝 取 量 (2日間)(g)	排 泄 量 (2日間)(g)	排 泄 率 (%)	攝 取 量 (2日間)(g)	排 泄 量 (2日間)(g)	吸 收 率 (%)
太 田		664.87	1.17	98.83	13.89	5.03	36.21	29.89	5.97	80.03
藤 井		645.50	1.00	99.00	13.53	4.54	33.55	29.57	6.05	79.55
木 村		663.68	0.96	99.04	13.87	5.11	36.84	29.87	6.78	77.31
市 來		670.79	0.98	99.02	14.00	6.18	44.16	29.99	5.72	80.93
中 村		675.15	1.08	98.96	14.48	6.35	43.85	30.06	5.58	81.44
平 均				98.77 ± 0.07			38.92 ± 4.31			79.85 ± 1.54
±標準偏差										

6) 次に尿内ビタミン B₁ については Cooper (1914) により始めて推定せられ、Leng (1937) は白鼠について B₁ 攝取量と尿中及び尿中 B₁ 排泄量との関係を調べ B₁ 攝取少量の時は尿中 B₁ は低値を示し、適量 (7.5~31 I. U.) 攝取の時は尿中排泄は攝取量に平行して増加するが、100~200 I. U. を越す様な大量に於ては、尿中排泄極大に達し、それ以上増さぬ。然るに尿中に於ては少量攝取の時は略一定であるが、大量攝取 (10 I. U. 以上) となると投與量に比例して尿中 B₁ 量は増して行く。初めの一定している値は消化管内の合成であり、後に増加するのは、腸より吸収されぬものであらうと考えられた。人に於ても大體同じ様な関係にある事が Wang-Harris (1939), Wang-Yadkin (1940), Melnick (1942), 島岡 (1949) 等により認められている。Wang-Yadkin によると、人に於ては1日 1200 γ 以上になると尿中 B₁ が増すといっている。裸麥丸麥及び押麥 100 g 中の B₁ は丸麥 285 γ 押麥 223 γ、であつた。丸麥食及び押麥食に於て主食に由來する B₁ 1 日攝取量及び各人の糞便内のビタミン B₁ 1 日量を示すと、第5表の如くである。

第5表 裸麥丸麥及び押麥よりの B₁ 攝取量及び尿内排泄量 (γ)

		小 野	油 屋	藤 井	木 村	中 村	大 田	市 來	平 均
丸 麥 食 期	攝 取 量 (1 日 量) (γ)	1281	1,043	1,043	1,119	1,288	/	/	1,155
	排 泄 量 (1 日 量) (γ)	104	76	86	55	65	/	/	77
押 麥 食 期	攝 取 量 (1 日 量) (γ)	/	/	993	1,021	1,037	1,023	1,032	1,021
	排 泄 量 (1 日 量) (γ)	/	/	81	46	72	96	91	73

7) 考按 以上丸麥、押麥の吸収率及び對照として第5報に發表した白米の吸収率及び杉本等の裸麥丸麥及び押麥の吸収率を一括表示すると第6表の様になる。但し纖維吸収率とは假名で排泄率と 100 との差である。

第8表 吸収率總平均及び對照

	蛋白質	脂 肪	含 水 炭 素	纖 維 素	灰 分
丸麥(中 村)	(a) 60.70 ±2.61	(a) 39.94 ±4.37	98.36	46.63	78.32 ±2.13
	(b) 81.15 ±4.95	(b) 66.82 ±4.86	±1.29		
押麥(中 村)	(a) 70.49 ±1.58	(a) 42.16 ±2.34	98.97	61.08	79.85 ±1.54
	(b) 88.73 ±3.92	(b) 80.20 ±2.83	±0.07		
白米(市來氏等)	(a) 78.57 ±2.09	(a) 78.63 ±1.97	99.59	76.51	81.23 ±1.56
	(b) 97.58 ±4.43	(b) 99.45 ±2.56	±0.24		
丸麥(米6麥4) (杉本氏等)	86.09	81.68	99.19	—	86.90
押麥(米6麥4) (杉本氏等)	86.45	79.49	99.38	—	85.90

この表から見ると、吾々の實驗に於て押麥は丸麥に比べて各養素共吸収率はよい。これは吉本、古河兩氏等もいつている様に玄米に於ても押玄米或は粉化した場合の方が丸玄米より吸収率がよくなるというのと符合している。亦押麥と白米とを見ると各養素共白米より劣り殊に從來の計算法によるもの (第8表中 (a)) に甚しいが、基礎排泄を引いたもの (第8表中 (b)) は大體に於て良好である。次に吾々の成績と杉本氏等の裸麥押麥及び丸麥の研究成績とを比較して見ると、吾々の實驗は緒言にもふれた様に麥のみに少量の副食物を加へ實驗を行つてゐるのに反し、杉本氏等は麥4に米6の割合で與えて居り、亦副食物に於ても相當に各養素に富んだものを與えている。従つて白米その他が麥の吸収率に強く影響し、純然たる麥の吸収率とは認め難い。吾々の成績は前記の通り大體麥のみの吸収率と見做してよいと考える。

尚尿内ビタミンについては、その頃にも述べた様に攝取 B₁ 量から見て、尿内に排泄される B₁ は大體腸内合成ビタミン B₁ が大部分であらうと思われるから、比較的含量の多い麥中の B₁ は大部分吸収されるものと考え

てよい。

8) 結論 ①裸麥の吸収率は、丸麥と押麥とを較べると押麥の方が各養素共良好である。

②押麥と白米との吸収率を比較すると、前者は後者より各養素殊に蛋白質、脂肪は劣るが含水炭素は僅に劣るばかりである。

③裸麥中のビタミン B₁ は殆んど完全に吸収されるらしい。

最後に本論文を脱稿するに當り、終始變らざる御指導を賜りました恩師廣畑教授並びに心からなる熱心なる協力を惜しまれなかつた教室員諸兄に深甚なる感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 蓮 井：臨床醫學 10, 754, 1922.
- 2) 鈴 木：農學會報 187, 189, 1918.
- 3) 指 方：衛生 30, 384, 1930.
- 4) 保多, 吉本：榮研報告 3, 31, 1932.
- 5) 高 田：醸造 9, 134, 1941.

- 6) 廣畑等： 榮養食糧會誌 2, 153, 1948.
- 7) 杉本等： 榮研報告 2, 1, 1925; 7, 2, 1935.
- 8) 吉 本： 榮研報告 10, 32, 1941.
- 9) Leng, P. C.: Biochem. J. 31, 374, 1937.
- 10) Wang, Y.L. and J. Yarkin: Biochem. J 34,

343, 1940.

- 11) 島蘭： 生化學 21, 99, 1949,
- 12) 古河： 福岡醫誌 37, 513, 1944.

(この研究は文部省科學試驗研究費の補助を受けたものである、ここに感謝の意を表する。廣畑)(九大醫・醫化)

Vitamin A aldehyde と血清アルブミンとの反應

カロチン及びビタミンAが血清のⅢ—O層 (lipoprotein 層) にて殊にその濃度の高くなつて居る事、及びある病的状態にて、ビタミンAが水溶性の形で尿中に多く排泄され、この場合には尿中の蛋白質含量も著しく高くなる事が屢々報告されて來た。血清を pH. 5.9 の醋酸緩衝液で稀釋し、-3~-5°C に冷却した後冷エチルアルコール、醋酸緩衝液混液 (95:5) をアルコール濃度 40% になる迄加え、30分間放置した後濾過して血清アルブミン層を集める。濾液を更に pH. 7.5 の磷酸緩衝液にて稀釋し、冷室にて磷酸緩衝液を外液としアルコールが出なくなるまで透析する。この透析物は 280 mμ に唯一の peak を持つ蛋白質である。次に Vitamin A aldehyde をエチルアルコールに溶解し、このアルブミン液に加え、30分間ゆるく攪拌した後前と同様に冷室に

て透析してアルコールを追出す。この透析物は 280mμ 及び 378mμ の 2 點に吸収の peak を示す。この Vitamin A aldehyde-血清アルブミン縮合物溶液の性質は次の通りである。(i) 蛋白濃度, 0.968 g./100 c. c. 溶液 (ii) vitamin A aldehyde 濃度, 2.985×10^{-5} g/100c.c.

$$\text{溶液} \frac{\text{aldehyde content}}{\text{protein content}} \times 100 : 0.003,$$

一般に正常人血清中には 120~200 I. U. のビタミン A が 6~8 g. の蛋白質と結合している。故に前記の縮合物は正常人血清に比較して約 5 倍ビタミン濃度が高くなっている。(福場)

Reaction of vitamin A aldehyde with plasma albumin. K. Rajagopal and P. K. Datta, Nature, 170, 370-1 (1952).

アミロースの構造

アミロース分子は一般に直鎖分子と考えられていたが Meyer 氏等は Corn amylose は非分枝分子であるが、他の澱粉のアミロースはそれより分子は大きく分枝していることを報じているが疑問の點がある。メチル化法による分枝の決定は分子が大きくなると相當實驗誤差を伴ってくる。Hess 氏等はメチル化法により鎖長 238 の Potato amylose (electrosedimentation) は分枝していると述べており、更に Peat 等は鎖長 191, Barker 等は鎖長 204 の Potato amylose (Tymol ppt.) を改良したメチル化法によつて分枝していることを認めている。然るに Hassid 等はメチル化法から, Potter 等は鎖長 930 の Potato amylose (Pentesol ppt.) から分枝していないことを見出した。

著者等は次の觀點よりアミロース分子の分枝について試験している。Kerr 等は Asp. Niger からの amylo-glucosidase は分子の terminals から glucose 單位に分解することを示した。そして、鎖長 135~480 の短い Corn amylose の等モル溶液では同速度の glucose の生成が見られる。この酵素は terminalwise attack により作用するから僅かの分枝でも割合に大きく表れ糖生成速度の増加が測定される。更に amylo-glucosidase は分枝點に近づくると直鎖分子での最初の反應速度が妨げら

れる。それで glucose 生成速度の測定から分子に於ける分枝數が解り、その速度の遅れ度合から分枝が長いか短いのかも解る。β-amylose の水解速度の研究からも高分子アミロースの分枝測定も出来る。試験に供した試料は Corn A-fraction (DPn 480), Crystal corn amylose (DPn 235), Corn 90 Famylose (酸分解したもの DPn 135), Potato amylose (DPn 850), Tapioca amylose (DPn 1050) である。これらに amylo-glucosidase 及び β-amylose を作用させると 3 つの Corn amylose は同速で分解されるが Potato amylose は最初の間は 2 倍 tapioca amylose は 3 倍の糖を生成する。而かもその高い生成速度は Potato の方は長く維持されるが tapioca の方は間もなく Potato の方より小になる。このことより直鎖の Crystal Corn amylose を標準とすると Corn amylose は直鎖分子であるが Potato amylose は 2 つの non-reducing-terminal があり、而かもその枝は長く Tapioca amylose は 3 つの non-reducing terminals があり、その枝は短いとが解る。更にこれらの分枝は不純物として分枝したものが含まれているのではなく、アミロース自身分枝していることを確めている。(横澤)

Kerr & Cleveland — J. Am. Chem. Soc. 74, 4036~9 (1952).