



サプリメント摂取による 便秘改善効果および 腸内フローラへの影響に関する検討

小池田崇史¹⁾ / 梶原史雄²⁾ / 増田 康³⁾ / 齋藤正実³⁾

● 要旨

黒麹菌を用いて茶葉を発酵させ乳酸菌を添加したサプリメントの便秘および腸内環境に与える影響について、週の排便回数が3～5回の軽度便秘傾向の健常な20～59歳の日本人男女を対象として、1日1回2カプセル、4週間連続摂取させたオープン前後比較を行った。その結果、便秘改善および腸内フローラへの影響が確認された。また、4週間の試験期間中に有害事象は認められず、安全上の問題はなかった。

キーワード：黒麹菌，茶葉，乳酸菌，便秘，腸内フローラ

はじめに

今般、人々の健康については世界レベルで関心が高まっており、テレビでも健康に関する番組が数多く放送されているが、中でも腸内環境に関するものを目にする機会が多い。プロバイオティクスの代表である乳酸菌については、ブームを超えて定着しつつあり、今日では様々な乳製品が市場を賑わせている¹⁾。

乳酸菌の機能性に関する研究は数多くあり、ビフィズス菌発酵乳による便秘傾向の健常成人を対象とした便秘改善および腸内環境改善効果²⁾、乳酸菌摂取による高齢者を対象とした腸内環境改善および腸管免疫への影響³⁾や、またプレバイオティクスでは、複数のオリゴ糖に食物繊維を組み合わせたサプリメント粉末が便秘に与える影響⁴⁾、大麦の食物繊維による便秘改善・GI値の改善⁵⁾、さらには日本人にはなじみ深い緑茶または緑茶成分とプロバイオ

表1 試験食の成分

茶麹〔茶葉（国産）・米麹〕
乳酸菌粉末
ヒドロキシプロピルメチルセルロース
カラメル色素

ティクスとの組み合わせによる腸内環境へのアプローチを試みる報告^{6)~8)}など、枚挙にいとまがない。

こうした腸内環境に関する研究の進展の中から、とりわけ短鎖脂肪酸と健康との関連性に注目が集まっている¹⁾。われわれは黒麹菌と乳酸菌の共棲培養による発酵物の給与によってプロイラーの腸内細菌叢および腸内短鎖脂肪酸含量が変動することを確認してきた（ティーライフ株式会社 社内資料）。

そこで今回、黒麹菌を用いて茶葉を発酵させ乳酸菌を添加したサプリメントの、便秘および腸内環境に与える影響について検討することを目的とし、週

1) 芝パレスクリニック（〒105-0013 東京都港区浜松町 1-9-10 DaiwaA 浜松町ビル 6階）

2) ティーライフ株式会社（〒428-8651 静岡県島田市牛尾 118 番地）

3) 株式会社 SOUKEN（〒105-0013 東京都港区浜松町 1-9-10 DaiwaA 浜松町ビル 3階）

表2 スケジュール

評価項目	スクリーニング	摂取前	摂取2週後	摂取4週後
排便調査 (便通・便性)	○ (前14日間)	スクリーニング値を 代入	○ (前14日間)	○ (前14日間)
腸内フローラ解析	—	○	○	○
有害事象調査	—	←		→
摂取期間	—	←		→

の排便回数が3～5回の軽度便秘傾向の健常な20～59歳の日本人男女を対象として、1日1回2カプセル、4週間連続摂取させたオープン前後比較試験を実施したので、以下報告する。

I 試験方法

1. 試験食品

試験食品は、黒麹菌を用いて茶葉を発酵させ乳酸菌を添加したサプリメントであり、ティーライフ株式会社から供与された。試験食品の成分を表1に示す。事前に、株式会社キューサイ分析研究所において毒性のある成分について未検出であり、安全性を確認した。

2. 試験対象者

対象は、被験者募集時にアンケートを行い自己申告により下記の【選択基準A】を満たし、かつ【除外基準】に抵触しない者を対象として、スクリーニング調査を実施し、【選択基準B】に該当し、試験実施機関が本試験への参加を適当であると判断した者13名を選抜して、本試験の被験者とした。

なお、本試験に関しては、被験者の安全と人権を守るため、被験者に対して本試験の目的と方法を十分に説明し、書面による同意を得て実施した。また、ヘルシンキ宣言に基づく倫理的原則を遵守し、芝パレスクリニック倫理審査委員会（委員長：佐野元規医師）の承認を得た。

【選択基準A】

- ① 同意取得時の年齢が20歳以上59歳以下の日本人男性および女性
- ② 週の排便回数が3～5回の軽度便秘傾向者

【選択基準B】

- ① 排便調査による週の排便回数が3～5回の軽度便秘傾向者

【除外基準】

- ① 試験結果に影響する可能性のあると思われる薬（整腸作用を有する医薬品、抗生物質等）を服用している者
- ② 試験結果に影響する可能性のあると思われる健康食品（乳酸菌、オリゴ糖、整腸作用等を謳うサプリメント等）を日常的に摂取している者
- ③ 妊娠中または妊娠している可能性のある者、および授乳中の者
- ④ アルコール依存症の者
- ⑤ 被験品成分によりアレルギー症状を示す恐れのある者
- ⑥ 他の臨床試験に参加している者
- ⑦ 重篤な肝障害、腎障害、心疾患の既往歴のある者
- ⑧ 肝炎の既往、現病を有する者
- ⑨ 高度の貧血のある者

3. 試験デザイン

オープン前後比較試験とした。

4. 試験期間

試験食品の摂取期間は2017年6月9日から7月6日までの4週間とした。なお、試験期間中は、規則的な生活を心掛け、過激な運動や暴飲暴食を避け、食事や運動に関しては、日常生活と同様の量・質を維持するよう指導した。

5. 使用方法

1日1回2カプセルを食前または食後に、水またはぬるま湯と一緒に摂取させた。また、食後に飲み忘れた場合は、翌日に持ち越さずに寝る前までに必ず飲むこととした。

6. 検査項目

試験は表2に示すスケジュールにて行った。

1) 排便調査 (便通・便性)

Web上に設定された所定のアンケート日誌から、各観察時期 (摂取開始時期はスクリーニングで実施した値を代入した) の14日間前の排便調査 (便通・便性) を行った。

【便通】

排便量 (個/週; 排便量は、鶏卵Lサイズを“1個”として換算させた)、排便回数 (回/週)、おならの回数 (回/週)、排便日数 (日/週)

【便性】

便の形状: 1 = コロコロ状, 2 = カチカチ状, 3 = バナナ状, 4 = 半練状, 5 = 泥状, 6 = 水状の各回答から3.5を引いた数値で集計を行った。

便の色: 1 = 黄色, 2 = 薄い黄土色, 3 = 黄土色, 4 = 茶色, 5 = 焦げ茶色, 6 = 黒に近い焦げ茶色の各回答から3.5を引いた数値で集計を行った。

便のにおいの強さ: 1 = 非常に弱い, 2 = 弱い, 3 = 普通, 4 = 強い, 5 = 非常に強い各回答から3.0を引いた数値で集計を行った。

排便後感覚: 1 = 残便感が全くない, 2 = 残便感が概ねない, 3 = 残便感がややある, 4 = 残便感が非常にある

2) 腸内フローラ解析

株式会社テクノスルガ・ラボにより、T-RFLP法を用いて腸内フローラ29項目を解析した。

【検査項目】

- Clostridium subcluster XIVa* (106)
- Clostridium cluster IX* (110)
- Bifidobacterium* (124)
- Prevotella* (137)
- Clostridium cluster IV* (168)
- Prevotella* (317)
- Lactobacillales* (332)
- Clostridium cluster XI* (338)
- Bacteroides* (366)
- Clostridium cluster IV* (369)
- Clostridium cluster XVIII* (423)
- None (443)
- Bacteroides* (469)
- Clostridium subcluster XIVa* (494)
- Clostridium subcluster XIVa* (505)
- Clostridium subcluster XIVa* (517)
- Lactobacillales* (520)

表3 被験者背景

項目	全体	男性	女性
人数 (人)	13	3	10
年齢 (歳)	42.8 ± 8.2	46.7 ± 5.8	41.6 ± 8.6

- None (643)
- Clostridium cluster XVIII* (650)
- Lactobacillales* (657)
- Clostridium cluster IV* (749)
- Clostridium subcluster XIVa* (754)
- None (770)
- Bacteroides* (853)
- Clostridium cluster XI Clostridium subcluster XIVa* (919)
- Clostridium subcluster XIVa Enterobacteriales* (940)
- Clostridium subcluster XIVa* (955)
- None (968)
- Clostridium subcluster XIVa* (990)

3) 副作用および有害事象

有害事象調査については、摂取開始から摂取終了までに生じたあらゆる好ましくない医療上の意図しない徴候、症状または病気について、試験期間中の被験者からの報告をもとに調査した。

7. 評価方法

本試験の有用性に関する評価は、主要項目として排便調査 (便通・便性) とし、摂取2週間および摂取4週間における摂取開始時からの変化量を評価指標とした。また、副次項目として腸内フローラ解析を設定した。安全性評価としては、試験期間中に発生する副作用、有害事象を設定した。

8. 統計処理

測定値は、平均値 ± 標準偏差で表示した。

排便調査 (便通) および腸内フローラ解析は、摂取開始時と摂取2週間後、また摂取開始時と摂取4週間後の比較でDunnett検定を適用した。

排便調査 (便性) は、摂取開始時と摂取2週間後、また摂取開始時と摂取4週間後の比較でWilcoxonの符号付き順位検定 (Bonferroniの不等式で多重比較) を適用した。

なお、統計解析ソフトはDr. SPSS II for

表4 排便調査 (便通)

項目	単位	0 w	2 w	経時 P 値	4 w	経時 P 値
排便量	個 / 週	8.04 ± 3.57	9.42 ± 5.05	P = 0.443	10.7 ± 6.9	P = 0.076
排便回数	回 / 週	4.15 ± 0.83	4.88 ± 1.52	P = 0.120	5.31 ± 1.52	P = 0.011 *
おならの回数	回 / 週	26.3 ± 18.1	26.8 ± 18.2	P = 0.947	26.9 ± 19.4	P = 0.921
排便日数	日 / 週	4.04 ± 0.78	4.54 ± 1.28	P = 0.206	5.04 ± 1.25	P = 0.007 **

* : P < 0.05, ** : P < 0.01

表5 排便調査 (便性) (スコア) の推移

項目	0 w	2 w	経時 P 値	4 w	経時 P 値
便の形状 ¹⁾	0.707 ± 0.224	0.887 ± 0.361	P = 0.062	0.760 ± 0.262	P = 0.345
便の色 ²⁾	0.688 ± 0.214	0.798 ± 0.367	P = 0.767	0.716 ± 0.267	P = 0.878
便のにおいの強さ ³⁾	0.264 ± 0.268	0.457 ± 0.477	P = 0.075	0.335 ± 0.434	P = 0.359
排便後感覚 ⁴⁾	2.15 ± 0.66	2.19 ± 0.52	P = 0.916	2.18 ± 0.63	P = 0.861

1) 1 = コロコロ状, 2 = カチカチ状, 3 = バナナ状, 4 = 半練状, 5 = 泥状, 6 = 水状の各回答から 3.5 を引いた数値で集計を行った。

2) 1 = 黄色, 2 = 薄い黄土色, 3 = 黄土色, 4 = 茶色, 5 = 焦げ茶色, 6 = 黒に近い焦げ茶色の各回答から 3.5 を引いた数値で集計を行った。

3) 1 = 非常に弱い, 2 = 弱い, 3 = 普通, 4 = 強い, 5 = 非常に強い各回答から 3.0 を引いた数値で集計を行った。

4) 1 = 残便感が全くない, 2 = 残便感が概ねない, 3 = 残便感がややある, 4 = 残便感が非常にある

Windows (エス・ピー・エス・エス株式会社) を使用し、いずれの検定においても両側検定で有意水準を 5% 未満とした。

II 試験結果

1. 被験者

被験者背景について、表 3 に示した。

被験者 13 名 (男性 : 3 名, 女性 : 10 名) の年齢は、42.8 ± 8.2 歳 (男性 : 46.7 ± 5.8 歳, 女性 : 41.6 ± 8.6 歳) であった。

2. 排便調査 (便通・便性)

摂取前時と摂取 2 週後の排便調査 (便通) の結果を表 4、排便調査 (便性) の結果を表 5 に示す。

1) 便 通

① 排便量

0 w において 8.04 ± 3.57 個 / 週, 2 w において 9.42 ± 5.05 個 / 週, 4 w において 10.7 ± 6.9 個 / 週であった。0 w と比較して, 2 w において +1.38, 4 w において +2.7 であり, 有意差は認められなかった。

② 排便回数

0 w において 4.15 ± 0.83 回 / 週, 2 w において 4.88 ± 1.52 回 / 週, 4 w において 5.31 ± 1.52 回 / 週であった。0 w と比較して, 2 w において +0.73, 4 w において +1.16 であり, 4 w (P =

0.011) に有意差が認められた。

③ おならの回数

0 w において 26.3 ± 18.1 回 / 週, 2 w において 26.8 ± 18.2 回 / 週, 4 w において 26.9 ± 19.4 回 / 週であった。0 w と比較して, 2 w において +0.5, 4 w において +0.6 であり, 有意差は認められなかった。

④ 排便日数

0 w において 4.04 ± 0.78 日 / 週, 2 w において 4.54 ± 1.28 日 / 週, 4 w において 5.04 ± 1.25 日 / 週であった。0 w と比較して, 2 w において +0.50, 4 w において +1.00 であり, 4 w (P = 0.007) に有意差が認められた。

2) 便 性

① 便の形状

0 w において 0.707 ± 0.224, 2 w において 0.887 ± 0.361, 4 w において 0.760 ± 0.262 であった。0 w と比較して, 2 w において +0.180, 4 w において +0.053 であり, 有意差は認められなかった。

② 便 の 色

0 w において 0.688 ± 0.214, 2 w において 0.798 ± 0.367, 4 w において 0.716 ± 0.267 であった。0 w と比較して, 2 w において +0.110, 4 w において +0.028 であり, 有意差は認められなかった。

表6 腸内フローラ解析

項目	単位	0 w	2 w	経時 P 値	4 w	経時 P 値
<i>Clostridium subcluster XIVa</i> (106)	%	0.538 ± 1.490	0.299 ± 0.635	P = 0.687	0.250 ± 0.316	P = 0.586
<i>Clostridium cluster IX</i> (110)	%	6.38 ± 6.45	7.44 ± 8.32	P = 0.466	6.50 ± 6.17	P = 0.991
<i>Bifidobacterium</i> (124)	%	12.5 ± 12.3	9.41 ± 9.40	P = 0.157	12.4 ± 9.4	P = 0.996
<i>Prevotella</i> (137)	%	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	—	0.000 ± 0.000	—
<i>Clostridium cluster IV</i> (168)	%	0.483 ± 0.775	0.567 ± 1.006	P = 0.862	0.724 ± 1.364	P = 0.340
<i>Prevotella</i> (317)	%	2.65 ± 6.41	6.09 ± 11.32	P = 0.082	1.99 ± 4.70	P = 0.887
<i>Lactobacillales</i> (332)	%	2.17 ± 3.38	1.54 ± 1.63	P = 0.558	1.35 ± 0.77	P = 0.387
<i>Clostridium cluster XI</i> (338)	%	1.47 ± 2.59	0.453 ± 0.401	P = 0.198	0.431 ± 0.493	P = 0.186
<i>Bacteroides</i> (366)	%	11.6 ± 11.2	14.5 ± 10.8	P = 0.339	11.4 ± 6.6	P = 0.994
<i>Clostridium cluster IV</i> (369)	%	0.016 ± 0.059	0.097 ± 0.290	P = 0.864	0.365 ± 0.843	P = 0.113
<i>Clostridium cluster XVIII</i> (423)	%	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	—	0.000 ± 0.000	—
None (443)	%	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	—	0.000 ± 0.000	—
<i>Bacteroides</i> (469)	%	35.6 ± 13.4	32.2 ± 18.2	P = 0.300	37.3 ± 12.2	P = 0.709
<i>Clostridium subcluster XIVa</i> (494)	%	3.78 ± 2.38	4.47 ± 2.38	P = 0.318	3.67 ± 2.22	P = 0.963
<i>Clostridium subcluster XIVa</i> (505)	%	0.077 ± 0.205	0.056 ± 0.202	P = 0.872	0.000 ± 0.000	P = 0.210
<i>Clostridium subcluster XIVa</i> (517)	%	0.555 ± 2.000	0.215 ± 0.429	P = 0.656	0.663 ± 2.319	P = 0.955
<i>Lactobacillales</i> (520)	%	0.107 ± 0.258	0.288 ± 0.555	P = 0.060	0.089 ± 0.322	P = 0.964
None (643)	%	0.000 ± 0.000	0.000 ± 0.000	—	0.000 ± 0.000	—
<i>Clostridium cluster XVIII</i> (650)	%	1.77 ± 1.89	1.16 ± 1.13	P = 0.052	1.05 ± 1.45	P = 0.019 *
<i>Lactobacillales</i> (657)	%	1.12 ± 1.33	0.966 ± 0.606	P = 0.899	1.09 ± 1.47	P = 0.997
<i>Clostridium cluster IV</i> (749)	%	4.17 ± 3.05	4.44 ± 3.83	P = 0.919	4.64 ± 3.11	P = 0.785
<i>Clostridium subcluster XIVa</i> (754)	%	1.43 ± 1.10	1.38 ± 0.91	P = 0.956	0.879 ± 0.602	P < 0.050 *
None (770)	%	0.067 ± 0.243	0.000 ± 0.000	P = 0.419	0.068 ± 0.170	P = 1.000
<i>Bacteroides</i> (853)	%	1.41 ± 0.69	1.49 ± 0.78	P = 0.785	1.46 ± 0.76	P = 0.884
<i>Clostridium cluster XI Clostridium subcluster XIVa</i> (919)	%	1.43 ± 0.81	1.67 ± 1.08	P = 0.457	1.50 ± 0.72	P = 0.931
<i>Clostridium subcluster XIVa Enterobacteriales</i> (940)	%	3.14 ± 1.77	3.10 ± 2.20	P = 0.995	3.36 ± 2.14	P = 0.868
<i>Clostridium subcluster XIVa</i> (955)	%	3.46 ± 1.97	3.98 ± 1.84	P = 0.435	4.65 ± 2.48	P = 0.030 *
None (968)	%	0.364 ± 0.337	0.296 ± 0.434	P = 0.710	0.366 ± 0.493	P = 1.000
<i>Clostridium subcluster XIVa</i> (990)	%	3.75 ± 2.63	3.95 ± 2.57	P = 0.969	3.87 ± 3.02	P = 0.989

* : P < 0.05

③ 便のにおいの強さ

0 w において 0.264 ± 0.268 , 2 w において 0.457 ± 0.477 , 4 w において 0.335 ± 0.434 であった。0 w と比較して, 2 w において $+0.193$, 4 w において $+0.071$ であり, 有意差は認められなかった。

④ 排便後感覚

0 w において 2.15 ± 0.66 , 2 w において 2.19 ± 0.52 , 4 w において 2.18 ± 0.63 であった。0 w と比較して, 2 w において $+0.04$, 4 w において $+0.03$ であり, 有意差は認められなかった。

3. 腸内フローラ解析

腸内フローラの解析結果を表6に示す。

〔*Clostridium cluster XVIII* (650)〕

0 w において $1.77 \pm 1.89\%$, 2 w において $1.16 \pm 1.13\%$, 4 w において $1.05 \pm 1.45\%$ であった。0 w と比較して, 2 w において -0.61 , 4 w において

-0.72 であり, 4 w (P = 0.019) に有意差が認められた。

〔*Clostridium subcluster XIVa* (754)〕

0 w において $1.43 \pm 1.10\%$, 2 w において $1.38 \pm 0.91\%$, 4 w において $0.879 \pm 0.602\%$ であった。0 w と比較して, 2 w において -0.05 , 4 w において -0.551 であり, 4 w (P < 0.050) に有意差が認められた。

〔*Clostridium subcluster XIVa* (955)〕

0 w において $3.46 \pm 1.97\%$, 2 w において $3.98 \pm 1.84\%$, 4 w において $4.65 \pm 2.48\%$ であった。0 w と比較して, 2 w において $+0.52$, 4 w において $+1.19$ であり, 4 w (P = 0.030) に有意差が認められた。

その他の項目については有意な変化はみられなかった。

4. 副作用および有害事象

試験期間を通じて、副作用が発現した症例はなく、また有害事象についても報告は1件もなかった。

III 考 察

プロバイオティクスやプレバイオティクスの腸内環境を整える作用の有用性に関しては、多くの先行研究から明らかにされている。われわれは、動物飼料の開発⁹⁾や、廃棄物である富有柿幼果の新規機能性開発¹⁰⁾¹¹⁾において用いられている黒麹菌に着目し、以前から乳酸菌との組み合わせによる機能性について検討してきたが、今回、茶葉を黒麹菌で発酵して乳酸菌を添加したサプリメントカプセルについて、健常者を対象とする摂取試験を行った。

被験者は、週の排便回数3～5回の軽度の便秘傾向にある20～59歳の健常な男女に対して、サプリメントカプセルを1日1回2カプセル、4週間連続で摂取させるオープン前後比較試験を実施し、摂取前後の排便調査(便通・便性)および腸内フローラ解析について調査を行った。

排便調査では、排便回数で摂取4週後に摂取前と比較して有意に排便回数が高くなり、試験食による便通改善効果がみられた。また、腸内フローラ解析では、*Clostridium cluster*について有意な変動を認めた。当該*Clostridium cluster*はヒト糞便では検出される例が多く、宿主に与える影響やヒト腸内での機能については未知の部分が多いが、ヒト腸管で酪酸を産生する菌株の多数が多く含まれているという研究報告もある¹²⁾。クロストリジウム菌は一般的には人体にとって有用な菌としての位置付けではないが、菌種によって有用性が見出されている^{13)~15)}。

1000種類100兆個と言われる無数の菌種から形成される腸内フローラが特定の菌種だけで支配されているとは考えにくい。あくまでも、叢(フローラ)であり、バランスが重要であると考え。本試験結果で得られた腸内フローラ解析結果を、そのまま本サプリメントの作用機序として捉えることには議論の余地があるが、本試験で軽度便秘傾向者において排便回数の向上がみられたことには、腸内フローラの解析で得られた結果が何らかの影響を及ぼしていると考えすることは自然である。

また、本試験においては副作用が発現した症例は

なく、有害事象に該当する報告も一切なかったことから、本試験食品の開発コンセプトである、世代や性差、体質によらない効果が示唆されるとともに、試験食品の安全性が確認された。

ま と め

黒麹菌を用いて茶葉を発酵させ乳酸菌を添加したサプリメントの便通および腸内環境に与える影響について、週の排便回数が3～5回の軽度便秘傾向の健常な20～59歳の日本人男女を対象として、1日1回2カプセル、4週間連続摂取させたオープン前後比較を行った。

その結果、便通改善および腸内フローラへの影響が確認された。

また、4週間の試験期間中に有害事象はまったく認められず、安全上の問題はなかった。

参 考 文 献

- 1) 市場動向II プロバイオティクス・プレバイオティクス 乳酸菌生産物質を含めた腸内環境改善素材. 食品と開発 **52**(4): 49-64, 2017.
- 2) 滝井 寛ら: Bifidobacterium animalis subsp. lactis GC2505を含有する発酵乳の摂取による便秘傾向を有する健常成人の排便回数, 便性状, および糞便菌叢の改善. 薬理と治療 **40**(8): 657-665, 2012.
- 3) Spaiser SJ, et al: Lactobacillus gasseri KS-13, Bifidobacterium bifidum G9-1, and Bifidobacterium longum MM-2 Ingestion Induces a Less Inflammatory Cytokine Profile and a Potentially Beneficial Shift in Gut Microbiota in Older Adults: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Crossover Study. J Am Coll Nutr **34**(6): 459-469, 2015.
- 4) 木下勝寿ら: オリゴ糖粉末の摂取による便通改善の評価—二重盲検クロスオーバー無作為化プラセボ比較試験—. 薬理と治療 **45**(5): 773-780, 2017.
- 5) 松井輝明: 腸内フローラ研究の新潮流 スーパー大麦“Himalaya292”食物繊維のプレバイオティクスと腸内環境改善. Food Style **21**(8): 48-50, 2016.
- 6) 林多恵子ら: プロバイオティクスと化粧品 スマート乳酸菌(Lactobacillus plantarum 22A-3におけるポリフェノール吸収促進及びプロバイオティクス効果について. フレグランスジャーナル **42**(5): 56-62, 2014.
- 7) 岡本由希: 茶の機能・効能最前線 フラクトオリゴ糖入り緑茶飲料がヒトにおよぼす影響. 茶 **70**(2): 24-27, 2017.
- 8) López de Lacey AM, et al: Biotransformation and resulting biological properties of green tea polyphenols produced by probiotic bacteria. LWT Food Sci Technol

- 58 (2): 633-638, 2014.
- 9) 奥村純市：腸を健康にする発酵液体飼料. 養豚情報 **42** (6) : 52-56, 2014.
- 10) 折井千賀：黒麹菌および乳酸菌を用いた発酵による富有柿妖果の機能性向上. 日本栄養・食糧学会誌 **68** (5) : 225-232, 2015.
- 11) 折井千賀：富有柿妖果黒麹菌発酵物の機能性に対する熱処理の影響. 日本防菌防黴学会誌 **45** (5) : 251-257, 2017.
- 12) Barcenilla A, et al: Phylogenetic relationships of butyrate-producing bacteria from the human gut. Appl Environ Microbiol **66** (4): 1654-1661, 2000.
- 13) 宮本潤基ら：腸内相互作用の理解に基づいた健康の増進・疾患の予防—4 腸内細菌脂質代謝産物に見いだされた腸管バリア保護機能 腸内環境から健康増進. 化学と生物 **55** (4) : 278-284, 2017.
- 14) 清水秀憲ら：メンブランフィルターを用いた *Clostridium butyricum* のヒト腸内菌叢に及ぼす影響の検討. 無菌生物 **46** (2) : 68-73, 2016.
- 15) 三宅幸子：免疫性神経疾患の病態と腸管免疫. 医学のあゆみ **255** (5) : 339-343, 2015.
-