

保湿機能を有するエチル α -D-グルコシド 高含有酒粕再発酵酒の製造

坊垣 隆之^{1,2*}・尾関 健二¹

¹金沢工業大学大学院工学研究科バイオ・化学専攻, ²大関株式会社総合研究所

(2016年6月23日受付 2016年8月10日受理)

Manufacturing method of ethyl α -D-glucoside-rich sake-cake refermentation liqueur having a moisturizing effect

Takayuki Bogaki^{1,2*}, Kenji Ozeki¹ (*Graduate Program in Bioscience and Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Kanazawa Institute of Technology, 7-1 Ougigaoka, Nonoichi-shi, Ishikawa, Japan 921-8501¹, General Research Laboratory, Ozeki Corporation, 4-9 Imazu, Dezaike, Nishinomiya, Hyogo, Japan 663-8227²*) *Seibutsu-kogaku* **94**: 594–600, 2016.

The ethyl α -D-glucoside (α -EG) contained in sake is generated via a transglucosylation reaction mediated by α -glucosidase, which is produced by koji mold in sake mash. The mechanism of generation and effects of α -EG on the quality of sake products have been studied over many years. Moreover, α -EG has been reported to be the active ingredient in sake used to produce a skin moisturizer that reduces skin roughness. However, cost has been an issue in manufacturing α -EG using sake as the raw material. In the present study, we developed a low-cost, simple brewing method for manufacturing α -EG from the brewing by-product sake-cake.

We then studied the moisturizing function of sake-cake refermentation liqueur (SCRL) produced by this method. Further, we applied SCRL preparations containing 0.03, 0.16, or 2.5% of α -EG to the skin surface of student volunteers in their early 20s. The result showed a marked increase in water content in the stratum corneum 120 min after the application compared with that observed with a control, ethanol, demonstrating the moisturizing function of SCRL.

[**Key words**: moisturizing effect, stratum corneum, ethyl α -D-glucoside, sake-cake, rice bran]

緒 言

飲酒したヒトの尿から検出されたことをきっかけとして清酒に含有される成分として同定されたエチル α -D-グルコシド (以下, α -EG) は¹⁾, 清酒においてエタノール, グルコースについて高含有されている分子量208の配糖体で²⁾ (Fig. 1 (A)), 口に含むとすぐに感じる甘味と遅れて感じる苦味を呈する. α -EGは清酒中には通常1% (w/v) 以下の濃度で含有されており, その濃度はビールやワインなどの他の醸造酒と比較して高いが, それはデンプンの糖化とアルコール発酵が同時に行われる清酒

独特の発酵法である並行複発酵に起因する. すなわち, デンプンの糖化とエタノール発酵が並行して進行することで, もろみ中に共存するマルトースやマルトオリゴ糖とエタノールを基質として, 麴の生産する α -グルコシダーゼの糖転移反応によって α -EGが生成される³⁾(Fig. 1 (B)). したがってビールやワインでは, エタノール発酵中にマルトオリゴ糖および α -グルコシダーゼが共存しないために α -EGがほとんど生成されない. なお, ワインに微量に含まれる α -EGは, 貯蔵中にワインに含まれるグルコースとエタノールから化学反応によって生成するとされている⁴⁾. α -EGは清酒の呈味に影響を与え

*連絡先 E-mail: takayuki.bougaki@ozeki.co.jp

るだけではなく、肌質改善などの機能性を持つことが報告されている。マウスの皮膚にUV-Bを照射する前5日間 α -EGを塗布すると、塗布しない場合と比較して有意に肌からの水分蒸散量が低減された。この現象は培養細胞を用いた実験によって、 α -EGがUV-Bによって細胞の増殖が誘発された表皮細胞の角化を促進することで、増殖と角化のバランスを改善する効果であると報告されている^{5,6)}。また、伝承的に日本酒をよく飲む蔵人や相撲取りは肌にハリやツヤがあると言われてきたが、ヘアレスマウスに経口投与し皮膚に及ぼす影響を調べた実験で、 α -EGには飲用でも肌質の改善に効果があることが広常らによって報告されている⁷⁾。これらの α -EGの機能性を期待して、清酒を原料として調製した α -EGを含有する米発酵液が化粧品素材として利用されている。しかし、清酒中の α -EGの含有量は少なく製造コストの低減に課題がある。そこで本研究で我々は、 α -EGを発酵法で安価に製造することを目的に、清酒醸造の副産物である酒粕を用い、 α 化米または米ヌカ（白ヌカ）をデンプン原料として補填した仕込み試験を行い、どの程度の α -EGを含有する酒粕再発酵酒を醸造できるか検討した。次に、ボランティアの肌に酒粕再発酵酒を塗布した後の角層水分量の変化を測定し、酒粕再発酵酒が目的とする保湿機能を有することを検証したので報告する。

実験方法

試料 酒粕は本醸造板粕（精米歩合70%以下、以下酒粕）または錬り粕（純米酒酒粕を数か月熟成）を使用した。デンプン原料として70%精米の α 化米または精米歩合85%~75%の白ヌカを使用し、酵母はきょうかい7号酵母（*Saccharomyces cerevisiae* Kyokai No. 7, NBRC 101557）を用いた。 α -アミラーゼ剤は株式会社新日本化学工業のSMチームL（以下AL）12,000 U/g、 α -グルコシダーゼ剤は、天野エンザイム株式会社の四段用TG-B（以下TGB）300,000 U/gおよび α -グルコシダーゼ「アマノ」SD（以下SD）60,000 U/gを供与いただいた。

白ヌカ液化液の調製 白ヌカ50 gに対して精製水200 mlおよびAL 500 mgを加え、40°Cで24時間振とうした後、再度白ヌカを50 g添加し40°Cで1時間振とうした。白ヌカを蒸きょうする場合は、200 gの白ヌカに精製水100 mlを噴霧した後90分間蒸きょうし、蒸きょうした白ヌカ100 gを用いて無蒸きょうの白ヌカと同様の手順で液化した。液化液は固液分離せずに全量をもろみに添加した。

仕込み方法 酒粕10 gに α 化米もしくは白ヌカ液化液および酵素剤を加え、酵母を仕込み水（乳酸でpH 2.6

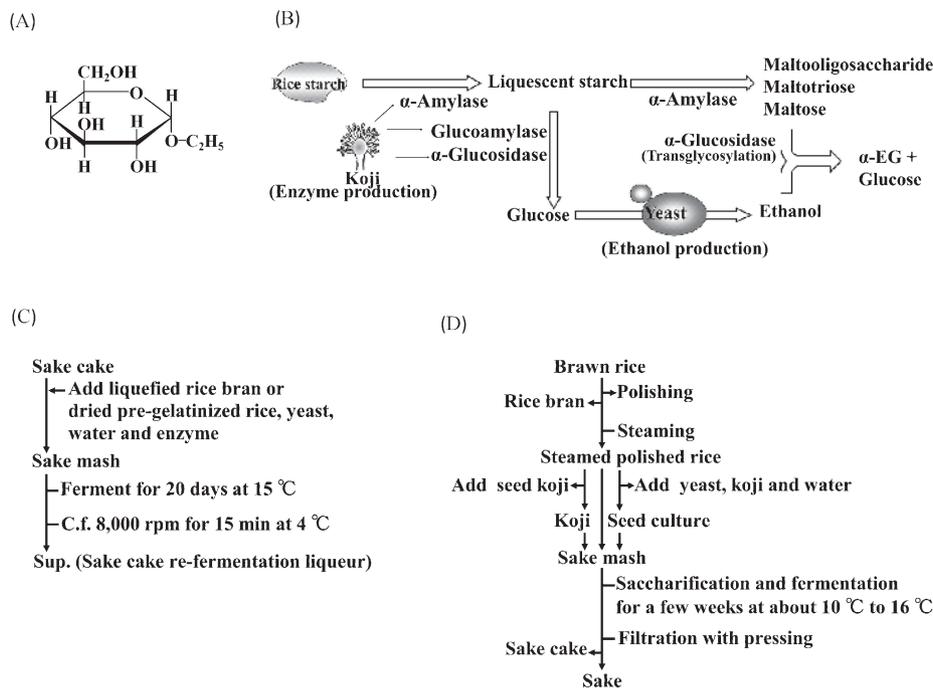


Fig. 1. Mechanism of ethyl α -D-glucoside (α -EG) production in sake mash and brewing process. (A) Structural formula of α -EG. (B) Rice starch is broken down into low-molecular-weight sugars such as maltooligosaccharide, maltose, and glucose by α -amylase and glucoamylase produced by *Aspergillus oryzae* (koji) metabolism. *Saccharomyces cerevisiae* produces ethanol mainly from glucose and maltose. Ethyl α -D-glucoside is generated via an α -glucosidase-mediated transglucosylation reaction between ethanol and one of the sugars: maltooligosaccharide, maltose, or isomaltose. (C) Sake-cake re-fermentation liqueur brewing process. (D) Sake brewing process.

に調整した精製水を用いた) に対して 5.3×10^6 cells/ml 添加し, 15°C 一定で20日間発酵した後, 遠心分離によって固液分離を行った. 試験区によって α 化米, 白ヌカ液化液, 仕込み水量および各種酵素剤の添加量を調整した. Fig. 1 (C) に本研究で検討した仕込み方法, Fig. 1 (D) に一般的な清酒の仕込み方法を示す.

α -EGの定量 α -EGの定量は高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 分析装置として, Alliance HPLC system および2414RI (Waters, Milford, MA) 検出器を用い, 既報の分析条件で行った⁸⁾.

角層水分量の測定 肌試験は, 普通酒粕と α 化米を発酵して調製した酒粕再発酵酒および α -EG含有エタノール水溶液を試料として, 既報に従って⁹⁾サンプルを塗布した被験者(平均年齢22才, 男4名, 女4名)の前腕部の角層水分量を塗布直後を0分として, 以後120分まで15分間隔でCorneometer CM825 (Courage+Khazaka electronic GmbH, Cologne, Germany) を用いて測定した. なお, 各サンプルと同濃度のエタノール水溶液を対照として, 相対角層水分量を以下の式によって求めた.

相対角層水分量 (%) = (各時間のサンプルを塗布した肌の水分量 / 各時間のエタノール水溶液を塗布した肌の水分量) \times 100

本試験は, 室温22–23°C, 湿度48–64%に保った室内で行った. なお, 本試験は自由意志で応募した学生ボランティアを対象に, 金沢工業大学の倫理委員会の承認を得て行った.

実験結果

酒粕と α 化米を用いた仕込み試験 酒粕を用いて α -EGを生産可能か検証する目的で酒粕と α 化米を用いて小仕込み試験を行った. 新鮮な酒粕または練り粕10 gに α 化米無添加または20 gを加え精製水をそれぞれ10 mlまたは50 ml加水して仕込み, 生成した酒の α -EG濃度を測定したところ, 酒粕のみでは α -EGは生産されなかった (Table 1). また酒粕の熟成度によって α -EGの生産性に差はなかった. この結果から以降の仕込みでは, 新鮮な酒粕を用いることにした. 糖質原料と汲み水の配合を決定するために, 酒粕10 g, α 化米10 g, 汲み水を20, 40および60 mlにして仕込み試験を行った結果, 汲み水が20, 40および60 mlのとき α -EG濃度はそれぞれ2.8, 1.0および0.2%であり, 汲み水の量を2.0倍または3.0倍にすると α -EG濃度はそれぞれ約3分の1または14分の1に減少した (Fig. 2).

α -EGの生成反応を触媒する α -グルコシダーゼに関し

Table 1. Influence of additive amount of pre-gelatinized rice and α -glucosidase on the α -EG production.

	Component			
Fresh sake-cake (g)	10	10	—	—
Aged sake-cake (g)	—	—	10	10
Pre-gelatinized rice (g)	0	20	0	20
Water (ml)	10	50	10	50
α -Glucosidase (TGB) (mg)	10	10	10	10
α -EG (%)	0.2	1.9	0.2	1.7

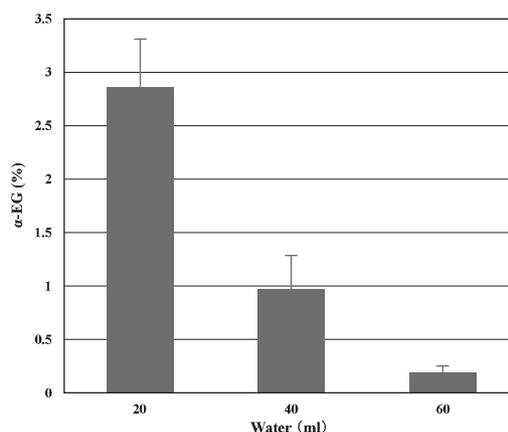


Fig. 2. Effect of the amount of water added to sake mash on α -EG production. Ten grams of sake-cake were fermented using 20, 40, or 60 ml of water with 50 mg of AL (α -amylase); 10 mg of TGB (α -glucosidase); and 10 g of dried pregelatinized rice. Fermentation was carried out for 20 days at 15°C. Plotted values represent the mean \pm SD ($n = 3$).

て, 使用する酵素の種類とその添加量について検討した. α -グルコシダーゼはSDよりもTGBの方が α -EGが高生産となる傾向であった. もっとも α -EG高生産となったのは α -グルコシダーゼとしてTGBを15 mg, α 化米を10 gを用いて汲み水を20 ml添加した仕込み区分であった (Fig. 3).

白ヌカ液化液を用いた仕込み試験 デンプン原料を酒粕に添加することで α -EG含有酒粕再発酵酒が生産できたので, 次に酒粕と同様に清酒醸造の副産物である白ヌカを用いて仕込み試験を実施した. 白ヌカを直接もろみに添加すると白ヌカが吸水し, 発酵が進まないため, 白ヌカを α -アミラーゼ(AL)で液化しもろみに添加した. また, 酒粕を添加する効果を検証する目的で, 酒粕を添加もしくは無添加で仕込みを行った. このときもろみに添加するTGBの添加量についても検討した. 酒粕を添加した区分は無添加の2倍以上の α -EGを生産した. またTGBを10 mg添加した区分で α -EGの生産性が高かった (Fig. 4).

液化液を作製する際のALの添加量を検討することを

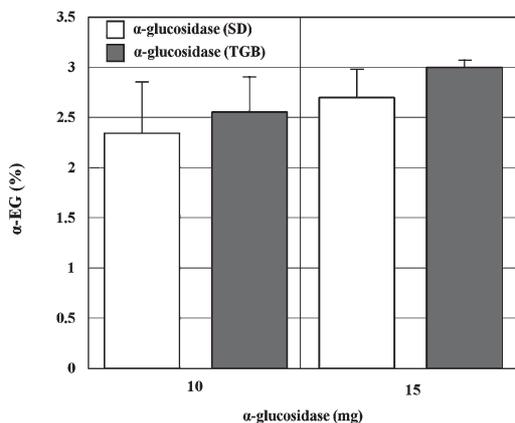


Fig. 3. Effect of the amount of starch-hydrolyzing enzymes added to sake mash on α -EG production. Sake-cake (10 g) was fermented using 20 ml of water; 50 mg of AL (α -amylase); 10 g of dried pregelatinized rice; 10 or 15 mg of α -glucosidase preparation SD or TGB. Fermentation was carried out for 20 days at 15°C. Plotted values represent the mean \pm SD ($n = 3$).

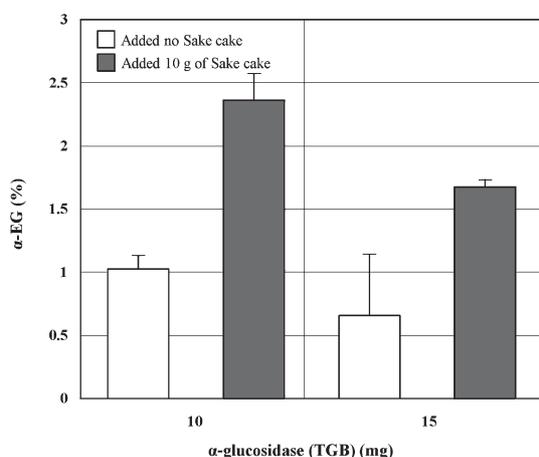


Fig. 4. Effect of the presence of sake-cake on α -EG production. Liquefied rice bran (30 g) was fermented using 10 or 15 mg of TGB (α -glucosidase), with 10 g of sake-cake or without sake-cake. Fermentation was carried out 20 days at 15°C. Plotted values represent the mean \pm SD ($n = 3$).

目的に、白ヌカ 100 g に対して AL を 0.5, 1.0 または 1.5 g 添加して液化液を作製し、また、もろみに加える TGB の添加区分を 10 mg と 15 mg とし小仕込み試験を行った。AL および TGB の添加量が多いほど α -EG 濃度は低下した (Fig. 5)。

α -EG が高生産となる酒粕と白ヌカ液化液のもろみへの添加量を求める目的で、酒粕 10 g に対して異なる量の液化液を添加して仕込みを行った。TGB の添加量が 10 mg のとき、液化液の添加量が増加するに従って α -EG 濃度が低くなった (Fig. 6)。このとき α -EG の総取得量は液化液の添加量に比例して増加したが、液化液の添加量を増すとデンプン原料 1 g に対する α -EG の収量は減少した。TGB を 15 mg および液化液 50 g を添加した

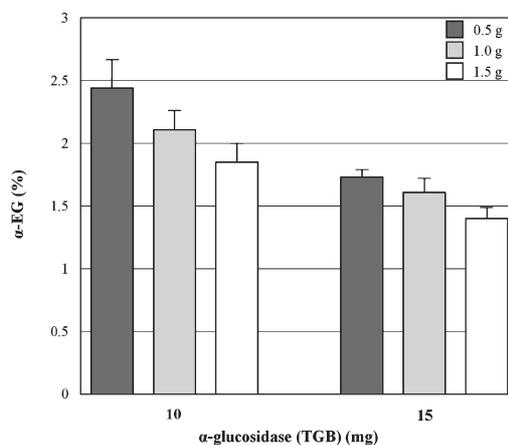


Fig. 5. Effect of amount of AL (α -amylase) used for rice bran liquefied process on α -EG production. One hundred grams of rice bran was liquefied using 0.5, 1.0, or 1.5 g of AL. Sake-cake (10 g) was fermented using 30 g of liquefied rice bran and 10 mg of TGB (α -glucosidase). Fermentation was carried out for 20 days at 15°C. Plotted values represent the mean \pm SD ($n = 3$).

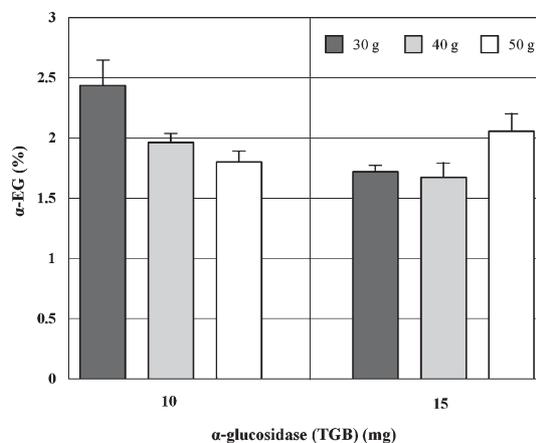


Fig. 6. Effects of the volume of liquefied rice bran and amount of TGB (α -glucosidase) on α -EG production. Ten grams of sake-cake was fermented using 30, 40, or 50 g of liquefied rice bran and 10 or 15 mg of α -glucosidase TGB. Fermentation was carried out for 20 days at 15°C. Plotted values represent the mean \pm SD ($n = 3$).

場合 α -EG の濃度は約 2.1% であり、もろみの原料使用量を考慮するともろみに含有する α -EG の総量はもっとも多くなった。しかし、デンプン原料 1 g に対する α -EG の収量 (15.8 mg/g) は、TGB 10 mg、液化液 30 g の仕込み条件の収量 (17 mg/g) には及ばなかった。この条件で作成した液化液の粘度は高いため、もろみに 50 g 以上添加するのは困難であった。

白ヌカに精製水を加えて液化液を調製すると、粘度が高く作業性が悪い欠点があったが、粘度を下げる目的で添加する精製水を増やすと汲み水が過多になってしまう。そこで、白ヌカを蒸きょうして液化液を調製し、無

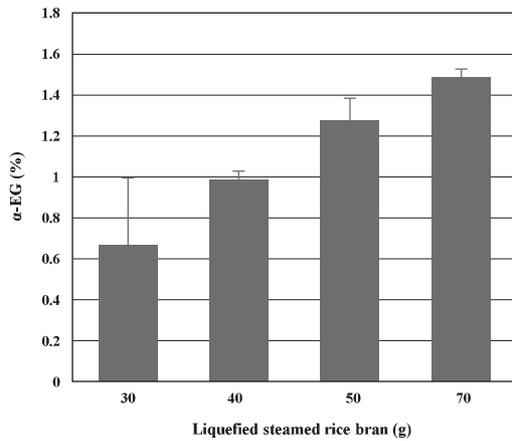


Fig. 7. Effect of the volume of liquefied steamed rice bran on α -EG production. Ten grams of sake-cake was fermented using 30, 40, 50, or 70 g of liquefied steamed rice bran, 15 mg of TGB (α -glucosidase). Fermentation was carried out for 20 days at 15°C. Plotted values represent the mean \pm SD ($n = 3$).

Table 2. α -EG yield under the indicated fermentation conditions.

	Component		
	Sake-cake (g)	Dried pre-gelatinized rice (g)*	Liquefied rice bran (g)*
Sake-cake (g)	10	10	10
Dried pre-gelatinized rice (g)*	10	—	—
Liquefied rice bran (g)*	—	10	—
Liquefied steamed rice bran (g)*	—	—	23
Water (ml)	20	20	47
α -Amylase (AL) (mg)	50	50	117
α -Glucosidase (TGB) (mg)	15	10	15
α -EG (%)	3.0	2.4	1.5
α -EG yield (mg/g starch source)	22	17	20

*: dried pre-gelatinized rice or rice bran added to sake mash.

蒸きょうの液化液と同様の条件で仕込み試験を実施した (Fig. 7). 液化液を 30, 40, 50, 70 g と増加させるに従って α -EG の濃度が高くなり 70 g 添加した時に 1.48% となった。

酒粕と α 化米, 白ヌカ液化液または蒸きょう白ヌカ液化液の 3 種のデンプン原料を用いた仕込み条件で, α -EG の生産性をもっとも高くなった仕込み配合を Table 2 にまとめた. デンプン原料 1 g あたりの α -EG の収率は, α 化米 22 mg, 無蒸きょう白ヌカ 17 mg, 蒸きょう白ヌカ 20 mg となり α 化米がもっとも高い収率であった。

酒粕再発酵酒および試薬 α -EG を塗布した肌の角層水分量の変化 前述の方法で製造した酒粕再発酵酒が期待される機能性を有しているか確認するために肌の保湿試験を実施した. 2.5% α -EG と 15% (v/v) エタノールを含有する酒粕再発酵酒を希釈することで, α -EG とエ

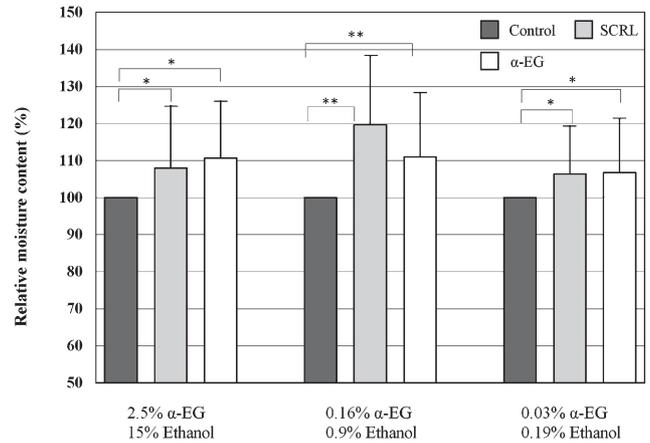


Fig. 8. Moisture content of the stratum corneum 120 min after the application of sake-cake refermented liqueur (SCRL) or α -EG. The moisture content of the stratum corneum was reported relative to the moisture content when 15%, 0.9%, or 0.19% ethanol was applied. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ vs. moisture content when ethanol was applied (t test). Plotted values represent the mean \pm SD ($n = 8$).

タノールをそれぞれ, 2.5%, 15% および 0.16%, 0.9% および 0.03%, 0.19% 含有するサンプルを調製した. また, 各酒粕再発酵酒希釈サンプルと同濃度の α -EG とエタノールを含む水溶液および同濃度のエタノール水溶液 (対照) をそれぞれ調製した. これらの試料を塗布した場合の 120 分後の水分量を測定した結果を Fig. 8 に示す. 酒粕再発酵酒は α -EG 濃度が 0.16% のとき, 水分量が対照を塗布した場合の 119.6% となり, 対照に対して有意に水分量が高かった。

考 察

発酵法で, α -EG を高含有する米発酵液を安価に製造することを目的に本研究を行い, 一般的な清酒に含まれる α -EG 濃度の 2 倍以上の酒粕発酵液を作ることができた. この α -EG 高含有酒粕再発酵酒を肌に塗布して保湿試験を実施した結果, 角層の水分量が増加しており, 保湿機能を持つことを確認した。

酒粕の鮮度によって α -EG の生産性に違いが出るかを確認するために新鮮な酒粕と練り粕を用いて仕込みを行った. 練り粕は酒粕を数か月間熟成させているため, 酒粕中の酵素作用によってデンプンが分解され α -EG 合成の基質となる多糖やオリゴ糖は, 通常の酒粕と比較すると少なくなっている. しかし, 練り粕を用いて仕込んだ場合でも, 新鮮な酒粕を使用した場合と比較して, α -EG の生産性は明らかに低いとは言えなかった. また, 酒粕のみでは α -EG はほとんど生産されなかった. このことから, α -EG 生産に酒粕中の糖類は関与しないと考えられた. もろみに添加する汲み水を増やすと流動性が

高くなり作業性が良くなったが、 α 化米の4倍量の汲み水を加えると、 α -EGの濃度は2倍量を加えたときの10分の1以下となった。基質となる糖類が希釈され、さらにエタノール発酵によって生産されるエタノールの濃度が低くなったために酵素反応が進まなかったことが原因と考えられた。 α -グルコシダーゼ剤の使用量については、大きな差は認められなかったが、 α -グルコシダーゼ剤としてTGBを用いた場合にSDを用いるよりも α -EGの生産性が高くなる傾向であった。この結果は、 α -グルコシダーゼ比活性がTGBはSDの5倍であることおよびTGBは清酒醸造で甘味を抑えて、「こく味」のある清酒を製造する目的で、米からオリゴ糖を主体とした液化液を作る際に用いる酵素であることと整合する。また、単位重量あたりのTGBの価格はSDの約2分の1でありコスト面からもTGBの使用が有利である。酒粕10g、 α 化米10g、TGB 15mg、汲み水20mlの時に α -EG濃度が3%となり試験区分でもっとも高濃度であった。

次に行った α 化米に代えて安価な原料である白ヌカを原料とした仕込み試験では、デンプン原料として白ヌカ液化液のみを用いた仕込みと、酒粕を添加した仕込みを比較すると酒粕を添加した区分で α -EGは2倍以上生産された。液化液に酒粕を添加した区分では酒粕に含まれる窒素源やビタミンなどの成分が酵母による発酵を促進したためと考えられ、酒粕のみでは α -EGはほとんど生産されなかったが、酒粕の添加効果が確認された¹⁰⁻¹²⁾。TGBの添加量が15mgの場合に10mg添加した区分よりも α -EG濃度が低くなったのは、TGBにはグルコアミラーゼ活性が夾雑しているために、エタノール濃度が低い発酵の初期にデンプンがグルコースまで分解されてしまい基質となるオリゴ糖が減少するためと考えられた。液化液を調製する際に添加するALの添加量を0.5、1.0、1.5gと増量すると α -EG濃度は減少した。もろみに添加するTGBについては15mgよりも10mg添加した場合に α -EG濃度が高くなった。この結果はデンプン分解酵素の添加量がデンプンに対して過多になると分解が進みすぎるためと考えられ、 α 化米を用いた場合と逆の結果であった。酒粕10gに対して液化液を30g、40g、または50g添加するとTGBの添加量が10mgの場合は添加量が増えるに従って α -EG濃度が減少した。原因としては反応を触媒するTGBが不足する、もしくは基質であるエタノールが不足している可能性が考えられた。しかし、添加する液化液が30gと40gの場合はTGBを15mgに増やした試験区ではさらに α -EG濃度が低くなっていたことから、TGBの不足は原因ではないと考えられた。白ヌカ液化液を糖原料とする場合は、酒粕10gに対して、液化液30g、TGB 10mgを用いた場合の

α -EG濃度2.44%が最大値であった。

白ヌカを蒸きょうすることで液化液調製時の粘度が下がり液化液の調製が容易になり、作業性が向上し、もろみへの添加量を増やすことが可能となった。液化液を30g加えたとき α -EG濃度は0.65%で液化液の添加量が増加するに従って α -EGの濃度は高くなった。液化液を70g添加した場合に α -EG濃度が1.48%ともっとも高くなった。無蒸きょう白ヌカ液化液を用いた場合より α -EG濃度が低くなったのは、もろみ初期のエタノールが生成されていない段階で、マルトースやマルトオリゴ糖が速やかにグルコースに分解され、また白ヌカを蒸きょうしたことで液化反応が進んでいるために高分子のデンプンが少なく、エタノールが生成された段階でマルトースやマルトオリゴ糖が十分に供給されなかったためと考えられた。

α -EGの濃度は、デンプン原料として α 化米、無蒸きょう白ヌカ、蒸きょう白ヌカを用いた場合にそれぞれ3.0、2.4、1.5%、デンプン原料に対する α -EGの収量は、22、17、20mg/mlとなった。 α 化米を用いた場合に濃度、収量共にもっとも良い結果であったが、原料コストを考慮すると白ヌカが有利であると考えられた。白ヌカを用いた場合は蒸きょうした方が糖原料当たりの収量は無蒸きょうよりも良い結果であったが、その差は10%程度であることから設備やエネルギーなどの蒸きょうのコストを考慮すると無蒸きょうの白ヌカを用いるのが適当であると考えられる。以上の結果から醸造副産物である酒粕と白ヌカを用いることで α -EGを高含有する米発酵液を製造できた。米と比較して非常に安価な酒粕と白ヌカを用い、さらに麴に換えて酵素剤を用いることで α -EGを高含有する米発酵液を安価に製造することが可能であった。

エタノールと糖類を基質として酵素剤を用いて工業的に α -EGを大量に生産する方法が開発されているが¹³⁾、本研究で作成した米発酵液は、清酒の醸造副産物である酒粕と米を原料として発酵法により製造したものであり、発酵によって生産されるアミノ酸や有機酸などとの相加効果が期待される。また、清酒の醸造法を参考にした発酵法で製造している点も消費者の自然志向に対して訴求できるものと考えている。さらに、清酒にはエタノールの刺激を緩和させる糖質や皮膚の弾力を上げる α -グルコシルグリセロール、天然保湿因子のアミノ酸など化粧品に含まれている成分が複数存在することが知られており、清酒醸造法を踏襲して製造した酒粕再発酵酒にも同様の成分が含まれていると考えられる¹⁴⁻¹⁶⁾。

酒粕再発酵酒、試薬 α -EG共に2.5%から0.03%の低濃度でも保湿効果を示し、 α -EG濃度0.16%のサンプル

では、他の濃度のサンプルと比較して、酒粕再発酵酒は試薬 α -EGよりも保湿効果が高い傾向を示した。酒粕再発酵酒には天然保湿成分として知られているアミノ酸や有機酸が含まれており、0.16% α -EGのサンプルは天然保湿成分と α -EGおよびエタノールの含有量のバランスが保湿に適していると考えられた。しかし、2.5% α -EGのサンプルは15%エタノールを含有するためにエタノールの影響が強く、0.03% α -EGのサンプルでは濃度が低いために両者の保湿効果に差が現れ難いと考えられた。既知の α -EGの効果として α -EGが肌から表皮層に浸透し、表皮細胞の角化を促進させて荒れ肌を抑制する機能が報告されているが⁶⁾、週単位の試験であり、本研究の時間単位の保湿効果は異なるメカニズムによるものと考えられる。また、今回は皮膚の保湿機能が高い20歳代を対象に皮膚保湿試験を行ったが、今後中高年を対象とした場合の効果についても検討したい。本研究で、 α -EGを高含有し、保湿機能を持つ米発酵液を安価な原料で製造できることが示されたので、今後は化粧品や入浴剤などへの応用を進めるとともにその作用機序を解明したい。

要 約

醸造副産物である酒粕および白ヌカを原料として安価に α -EGを高含有する酒粕再発酵酒を製造する醸造方法を開発した。本醸造酒粕と白ヌカ糖化液を原料として、 α -グルコシダーゼ剤 (TGB) をもろみに添加し、醸造した場合 α -EG濃度2.4%となり、一般的な市販酒の2倍以上の α -EG濃度であった。製造した酒粕再発酵酒を希釈し皮膚に塗布してその保湿効果を検討した結果、 α -EG濃度0.16%、アルコール0.9%のとき、同濃度のエタノールを塗布した対象と比較して角層の水分量が約20%増加した。また、同濃度の試薬の α -EGを塗布した

場合と比較して有意に水分量が増加しており、酒粕再発酵酒に含まれるアミノ酸などの天然保湿成分の相加的な影響が考えられた。

文 献

- 1) Imanari, T. and Tamura, Z.: *Agr. Biol. Chem.*, **35**, 321–324 (1971).
- 2) 岡 智, 岩野君夫, 布川弥太郎: 日本農芸化学会誌, **50**, 463–468 (1976).
- 3) 三嶋智之, 尾関健二: FFIジャーナル, **219**, 275–280 (2014).
- 4) 佐藤 信, 大場俊輝, 小林 健: 日本醸造協会誌, **77**, 393–397 (1982).
- 5) Kitamura, N., Ota, Y., Haratake, A., Ikemoto, T., Tanno, O., and Horikoshi, T.: *Skin Pharmacol.*, **10**, 153–159 (1997).
- 6) 広常正人: 日本醸造協会誌, **99**, 836–841 (2004).
- 7) Hirotsune, M., Haratake, A., Komiya, A., Sugita, J., Tachihara, T., Komai, T., Hizume, K., Ozeki, K., and Ikemoto, T.: *J. Agric. Food Chem.*, **53**, 948–952 (2005).
- 8) 坊垣隆之, 根良純一, 尾関健二: 食品・臨床栄養, **e2015**, 10–16 (2015).
- 9) Bogaki, T. and Ozeki, K.: *J. Biol. Macromol.*, **15**, 41–50 (2015).
- 10) 野村佳司, 水野昭博, 上田護国, 飯村 穰, 斎藤和夫, 伊藤 康: 日本醸造協会誌, **86**, 378–381 (1991).
- 11) 家村芳次, 片岡浩平, 原 昌道: 日本醸造協会誌, **91**, 130–135 (1996).
- 12) 千田吉利, 小月輝雄, 吉沢 淑, 田村學造: 日本醸造協会誌, **88**, 397–401 (1993).
- 13) 芳川憲司, 池田潔昭, 谷川弘晃, 山本一也, 宮本博文, 岡田茂孝: 日本食品工業会誌, **41**, 878–885 (1994).
- 14) 春見隆文, 佐々木堯, 滝有 裕, 中山邦夫, 小田恒郎, 若生勝男: 応用糖質科学, **47**, 117–124 (2000).
- 15) Fumihito, T., Hirofumi, U., and Takeshi, I.: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **64**, 378–385 (2000).
- 16) 岩野君夫, 中沢伸重, 伊藤俊彦, 高橋 仁, 上原泰樹, 松永隆司: 日本醸造協会誌, **97**, 522–528 (2002).