中国曲から分離した *Absidia* 属糸状菌 の増殖及び醸造特性

木 崎 康 造・山田健一郎*・瀧 田 正 美
荒 巻 功・杜 連 祥**・岡 崎 直 人
<国税庁醸造試験所・**天津輕工業学院>

平成 6 年 7 月 14 日受理

Growth and Fermentation Properties of Fungi *Absidia* Separated from Chinese *Qu*

Yasuzo KIZAKI, Ken-ichiro YAMADA*, Masami TAKITA, Isao ARAMAKI,
Lianxing DU** and Naoto OKAZAKI
(National Research Institute of Brewing, 2-6-30, Takinogawa, Kita-ku,
Tokyo 114, Japan, **Tianjin Institute of Light Industry, 1038
Dagu Nanlu, Tianjin, P.R.China)

Growth and enzyme activities of 39 *Absidia* strains separated from Chinese *Qu* were studied in previous publication¹⁾, and it was recognized by using an automatic growth estimation apparatus that many *Absidia* strains grew on polished and steamed rice. Particularly, *Absidia* A-68 strain had the highest growth activity and enzyme activities among these *Absidia* strains. The best growing conditions of *Absidia* A-68 were as follows: incubation temperature, 35°C; polishing ratio, 90%; and water content of steamed rice, 41%. But under these conditions, growth activity and enzyme activities of *Absidia* A-68 were lower than those of *Aspergillus oryzae*, especially in α -amylase activity. In order to apply the *Absidia* A-68 to Japanese sake making, *Koji* of the strain was made from steamed rice of polishing ratio 70%, and fermentation test of 200 g scale was carried out. Consequently, the fermentation speed was very slow because the saccharifying activity of the *koji* was lower than that of *Aspergillus oryzae*.

Key words: 曲・*Absidia*・糸状菌・麴・酵素

緒 言

中国で広く酒類醸造に用いられている曲は、粉碎した穀類を無蒸煮のまま成形し製造される餅麴であり、多様な微生物種の宝庫と考えられている。

前報¹⁾において、中国天津市の酒類製造場から麦を主原料とした大曲を入手し、その断面に見られた層状構造ごとの微生物相及び酵素活性を検討した結果、分離した糸状菌は曲の主要菌として知られる *Rhizopus* 属ではなくそのほとんどが *Absidia* 属であり、曲の微生物的な多様性を知ることとなった。また、この曲の酵素活性は田中ら²⁾の曲様培地上に *Aspergillus oryzae* を培養した麴の酵素活性と比較すると、糖化酵素系が低く酸性プロテ

アーゼは同等、酸性カルボキシペプチダーゼが低いことが見いだされた。

曲から分離した *Absidia* 属についての発酵化学的な研究は、山崎ら³⁾によって行われ糖化力は低いと報告されているが、詳しい増殖特性等についての報告はない。そこで、分離した *Absidia* 属 39 株について蒸米上での生育試験を行い、増殖の優れた株を選択した。選択した菌株の増殖特性を自動増殖測定装置⁴⁾により検討し、また、麴の酵素活性に関して、醸造用微生物としての評価を行った。

また、*Absidia* 麴を用いた発酵試験の結果についても併せて報告する。

* 現在 多聞酒造(株)

実験方法

1. 使用菌株及び培地

前報¹⁾で中国天津市の酒類製造場の曲から宇田川ら⁴⁾の方法によって分離した *Absidia* 属 39 株を用いた。菌株保存及び前培養にはポテト培地 (Potato extract 20%, 寒天 1.5%) を、菌株の選択、増殖特性試験及び精米歩合別白米の増殖試験の培地としては、平成 3 年度兵庫県産日本晴の白米を蒸して熱風乾燥⁵⁾したもの (α 米, 水分 6%) に適宜水を加えて使用した。

2. 増殖優良菌株の 1 次スクリーニング

Absidia 属 39 株の培養スラントに滅菌水 (0.01% Tween 80 水溶液) 5 ml を加えて調製した孢子懸濁液 3 ml を、90°C で 4 時間殺菌した精米歩合 70% の α 米 6 g を入れた 55 mm 径の滅菌シャーレに接種し、RH 80% で 30°C 及び 50°C で 3 日間培養した。菌の生育、コロニーの色、形態を観察し、生育量は、－, +, ++, +++ の 4 段階で判定した。

3. 増殖優良菌株の 2 次スクリーニング方法

2 次スクリーニングは、自動増殖測定装置⁶⁾を用いて行った。すなわち、精米歩合 70% の α 米 2 g を培養容器にとり調製孢子懸濁液を α 米 1 g 当たり 5×10^6 個孢子になるよう接種後、30°C で 72 時間培養し増殖活性を測定した。増殖活性は菌体の生育に伴う α 米 1 g 当たりの酸素消費量で表わした。また、増殖活性測定後、麴は国税庁所定分析法⁷⁾に準じて酵素活性を測定した。

4. 増殖特性の検討

選択された増殖優良菌株について、 α 米に添加した水分量、培養温度及び精米歩合を異にする増殖特性を自動増殖測定装置を用いて検討した。増殖特性の対照菌株として *Aspergillus oryzae* NRIB 128 (*A. oryzae* 128) と *Rhizopus javanicus* NRIB 5501 (*R. javanicus* 5501) を用いた。

5. *Absidia* 麴の製造と菌体量の測定

平成 5 年産の精米歩合 70% 日本晴 400 g を 15°C で 1 時間浸漬後、水切り、蒸きょう (50 分)、放冷し、*Absidia* A-68 の孢子を 3×10^5 個/g 白米になるように接種し、30°C, RH 90 で培養した。*A. oryzae* 128 と *Rhizopus javanicus* IFO 5442 (*R. javanicus* 5442) を対照とした。使用孢子は、Potato-Agar 培地の平板培地に 0.01% Tween 80 水溶液を加えて軽く振り、けん濁孢子の孢子数を測定後、希釈し 5 ml を接種した。

製麴開始後、経時的に麴を採取して凍結保存し、酵素活性を測定した。また、出麴の増殖量を評価するために、大内ら⁸⁾の方法に従ってグルコサミン (以下 Glc-NH₂) を測定した。菌体当たりの Glc-NH₂ 量を知る

目的で、各菌株をデキストリン-ペプトンの液体培地 (Dextrin 2%, Polypepton 1%, KH₂PO₄ 0.5%, NaNO₃ 0.1%, MgSO₄·7H₂O 0.05%) で 30°C 72 時間培養後、ガーゼでろ別し十分に水洗後凍結乾燥した菌体を調製した。

6. 小仕込試験

小仕込試験は、難波ら⁹⁾の総米 200 g の仕込配合に準じて行った。麴は上記 5 により製造したものをそのまま総米の 20% もしくは 100% 量使用した。掛米は平成 5 年度兵庫県産日本晴、精米歩合 70% を用いた。酵母は協会 7 号を水麴時に 1 ml 加えた。仕込区分は、*Absidia* 麴、*A. oryzae* 128 麴、*R. javanicus* 5442 麴の麴歩合 20% の 3 仕込みと *Absidia* 麴の麴歩合 20% に酵素剤としてグルク 100 (天野製薬(株)製) を留時までに 60 mg 加えたもの及び *Absidia* 麴 100% のものとした。発酵終了後は遠心分離機により固液分離し、一般分析を行った。

実験結果及び考察

1. 増殖優良菌株の選択

1 次スクリーニング結果を Table 1 に示した。30°C 培養ではほとんどの菌が生育可能であったが、生育良好な菌株として A-32, A-41, A-47, A-49, A-68, A-78 の 6 株を、また、50°C 培養は 30°C 培養に比べ全体に生育が悪かったが、A-24, A-28 の 2 株を高温生育良好菌として選択した。

これら 8 株の自動増殖測定装置を用いた増殖活性及び麴の酵素活性は Table 2 のとおりで、増殖量及び酵素活性の両面で *Absidia* A-68 株が最も高かったので増殖優良株として選択し、以後の実験に使用した。しかし、最も増殖の良い A-68 株にしても、普通清酒麴¹⁰⁾ (α -アミラーゼ 1,225 u, グルコアミラーゼ 201 u, 酸性プロテアーゼ 3,674 u/g 麴) の活性に比べ、 α -アミラーゼとグルコアミラーゼの活性がかなり低かった。

2. *Absidia* A-68 の増殖特性

培地 α 米の水分含量の違いにおける増殖特性を Fig. 1 に示した。ここで α 米に加える水分量を、 α 化前の日本晴の白米 (水分 13.5%) が、蒸米吸水率 (Absorbed water content ratio after steaming) としてそれぞれ 16, 25, 34, 43, 52% の蒸米となるように α 米の水分を調整¹¹⁾して加え、また、接種孢子数を 5×10^6 個/g 乾燥 α 米になるよう接種し、30°C で培養した。増殖活性は、この水分範囲では水分含量が高いほど良く、25% 以下ではほとんど増殖できなかった。また、清酒麴における麴室への引き込み時の蒸米吸水率は、34% 程度となるから、通常の原料処理による蒸米においても A-68 の増

Table 1 Growth of *Absidia* strains on pre-gelatinized rice.

Strain No.	30°C			50°C			Strain No.	30°C			50°C		
	Growth*	Color**		Growth	Color			Growth	Color		Growth	Color	
		M	S		M	S			M	S		M	S
A- 4	—			—			A-47	+++	GR		—		
A- 7	++	WH	PI	—			A-49	+++	GR	BL	—		
A-11	+	GR	BL	—			A-50	+	GR	BL	—		
A-12	++	WH	BL	+	WH		A-52	+	WH	BL	—		
A-14	—			—			A-53	+	GR		—		
A-15	+	WH	BL	—			A-56	+	GR	BL	+	WH	
A-16	+	WH	BL	—			A-61	++	GR	BL	—		
A-17	+	GR	BL	—			A-62	++	GR	BL	—		
A-22	+	WH	PI	—			A-63	++	GR	BL	—		
A-23	++	WH	PI	—			A-66	+	WH	PI	+	WH	
A-24	+++	WH	BL	++	WH	BR	A-68	+++	WH	BL	—		
A-28	++	GR	BL	++	WH	BR	A-69	—			—		
A-31	+	GR	BL	—			A-70	+	WH	BL	—		
A-32	+++	GR	BL	+	WH		A-73	++	WH	PI	—		
A-35	++	GR		—			A-74	—			—		
A-36	++	WH	PI	—			A-75	+	WH	BL	+	WH	BR
A-40	+	WH	PI	—			A-77	—			—		
A-41	+++	GR	BL	—			A-78	+++	GR	BL	+	WH	
A-42	—			—			A-79	+	WH		—		
A-46	+	GR	BL	+	WH								

* Growth was evaluated by observation from — (not growth) to +++ (best growth). ** Colors of M (mycelium) and S (spore) were as follows: WH, white; GR, grey; PI, pink; BL, black; BR, brown.

Table 2 Growth activity and enzyme activities of 8 *Absidia* strains.

Cultivation time(hr) and enzyme name		Strain of <i>Absidia</i>							
		A-24	A-28	A-32	A-41	A-47	A-49	A-68	A-73
Growth activity*	24	1.1	1.6	1.4	1.7	0.1	0.6	0.7	1.0
	48	2.7	3.7	4.3	3.4	0.3	2.0	4.8	2.5
	72	7.5	9.1	10.5	7.8	3.7	7.5	16.0	6.2
Enzyme activity** (unit/g koji)	AAase	1.0	0.9	2.4	0.8	0	0.4	8.0	0.6
	GAase	7.6	5.8	14.2	9.3	8.0	9.1	22.0	12.4
	APase	1,580	1,400	1,330	1,020	590	1,030	3,140	1,240

* Growth activity was indicated by consumption volume (ml) of oxygen per gram of pre-gelatinized rice.

** Enzyme activity was analyzed by Official Methods Analysis of National Tax Administration Agency, Japan, and shown in unit per gram of pre-gelatinized rice after cultivation of 72 hr, AAase: α -amylase, GAase: glucoamylase, APase: acid-proteinase.

殖は可能と考えられた。しかし、酵素活性は普通清酒麴に比べ酸性プロテアーゼは十分であったが、グルコアミラーゼが 1/5 程度、 α -アミラーゼは 1/100 程度しかなく、デンプン糖化剤としての役割は期待できないと考えられた。菌体量当たりの酵素活性と α 米水分量を検討すると、水分含量の増加に伴って活性が低下する傾向が見られ、岡崎ら¹¹⁾の報告にある清酒麴の増殖と水分量の関係と同様であった。

A-68 の精米歩合の違いにおける増殖活性を、精米歩合 90, 80, 70, 65% の α 米 2 g を用い、蒸米吸水率を

34%, 30°C で自動増殖測定装置によって調べた。Fig. 2 に示したように精米歩合が高いほど増殖活性が高くなる傾向がみられ、精米歩合 90% で最も良い増殖を示した。精米歩合 80% 以下では 70 時間の培養を行っても酸素吸収量として 15 ml/程度であった。また、酵素活性もほぼ同様な傾向であったが、70% α 米に比べ 90% α 米ではグルコアミラーゼと α -アミラーゼの顕著な増加が見られた。しかし、このような増加にもかかわらず α -アミラーゼ活性は、普通清酒麴の 1/20 にも達しなかった。

Fig. 1 Growth activity and enzyme activity of *Absidia* A-68 on pre-gelatinized rice of various water content.

Water content was calculated by following quation¹¹⁾ as absorbed water content ratio after steaming : Water content = $(100 - R)(K + A) / (100 - A) - R$, A : pre-gelatinized rice water content (%), R : polished rice water content (%), K : additional water to pre-gelatinized rice for *koji* making.

Fig. 2 Growth activity and enzyme activities of *Absidia* A-68 on pre-gelatinized rice of various polishing ratio.

Growth activity was etsimated under 34% water content at 30°C.

次に増殖活性に及ぼす培養温度について検討した。増殖活性の高い条件と認められた 精米歩合 90%，水分含量 52% の α 米 2g を用い，培養温度を 30，35，40，45°C の 4 段階で行った。増殖活性は，Fig. 3 に示したとおり 35°C で最も高く，30°C 及び 40°C においても高い増殖が見られたが，45°C ではほとんど増殖できなかった。酵素活性は 30°C 及び 35°C でほぼ同程度の活性を示したが，40°C では低下しており，高温培養による影響が増殖活性より酵素活性により強く影響することが認められた。

以上のことから，増殖優良株 *Absidia* A-68 は，精米歩合が 90% 程度，水分含量が 16 から 52% の間では高いほど，培養温度が 35°C 付近の条件で高い増殖活性を示した。また，酵素活性の点からは，この条件のうち，水分量をやや少ない 34~35% とした方が良いと思われた。

3. 対照株菌との増殖特性の比較

Absidia A-68 の増殖特性を他の菌株と比較するために，増殖活性が最大となる培地 α 米の精米歩合が 90%，水分含量 52%，培養温度 35°C の条件において，A.

Fig. 3 Growth activity and enzyme activities of *Absidia* A-68 on pre-gelatinized rice of various incubation temperature.

Growth activity was estimated under 52% water content and pre-gelatinized rice of 90% polishing ratio.

Fig. 4 Growth activity and enzyme activities of *Absidia* A-68 on pre-gelatinized rice in comparison with *A. oryzae* 128 and *R. javanicus* 5501.

Growth activity was estimated under 52% water content, pre-gelatinized rice of 90% polishing ratio and incubation temperature at 35°C.

oryzae 128 と *R. javanicus* 5501 を対照として、自動増殖測定装置によって2日間培養を行った。Fig. 4 に示したように、A-68 は *A. oryzae* 128 の増殖活性と比較し、約 70% を示したが、酵素活性は酸性プロテアーゼがやや高いが、 α -アミラーゼは 1/100、グルコamilラーゼは約半分の活性しかなく、*R. javanicus* 5501 とほぼ同様の増殖活性及び酵素活性であった。データは示さないが、精米歩合を 70% とした場合には、A-68 は *A. oryzae* 128 と比べ増殖活性が約 50%、酵素活性は酸性プロテアーゼが 80% に、 α -アミラーゼは 1/100 以下に

さらに減少し、グルコamilラーゼ活性は 1/10 程度となり、精米歩合 90% の時と比較し一層増殖及び酵素活性が低下することが認められた。

4. *Absidia* 麹の製造と菌体量の測定

平成 5 年産の精米歩合 70% 日本晴 400 g を用いて、製麹試験を行った。*Absidia* A-68 の増殖が遅いことから、109 時間培養した。肉眼的に、109 時間後では灰白色の菌糸が一面に生じ良く生育した。対照の *A. oryzae* 128 では、緑色の多量の胞子着生が認められるまでになった。また、*R. javanicus* 5442 は、増殖が良いと言え

Table 3 Contents of glucosamine in mycelia.

Tested weight of mycelia (mg)	Contents of glucosamine ($\mu\text{g}/\text{mg}$ mycelia)		
	<i>Absidia</i> A-68	<i>R. javanicus</i> 5442	<i>A. oryzae</i> 128
5	128	103	—
20	115	80	114
40	103	75	—
Average	115	88	—

Glucosamine in mycelia was analyzed by the method of OH-UUHI *et al.*⁸⁾ and calculated with recovery rate 85%.

Table 4 Contents of mycelia in rice *koji*.

Cultivation time (hr)	<i>Absidia</i> A-68		<i>R. javanicus</i> 5442		<i>A. oryzae</i> 128	
	Glucosamine ($\mu\text{g}/\text{g}$ <i>koji</i>)	Mycelia* contents (mg/g <i>koji</i>)	Glucosamine ($\mu\text{g}/\text{g}$ <i>koji</i>)	Mycelia contents (mg/g <i>koji</i>)	Glucosamine ($\mu\text{g}/\text{g}$ <i>koji</i>)	Mycelia contents (mg/g <i>koji</i>)
59.5	331	2.9	80	0.9	448	3.9
109	710	6.2	127	1.5	590	5.2

* Conversion rates of *Absidia* A-68, *R. javanicus* 5442 and *A. oryzae* 128 were 115, 86 and 114 $\mu\text{g}/\text{mg}$ dry mycelia, respectively.

Table 5 Time course of enzyme activities of *koji*.

Strain	Cultivation time (hr)	Enzyme activities			
		AAase	GAase	APase	ACPase
<i>Absidia</i> A-68	0	4	0	0	0
	13	4	0	0	0
	24	5	0	62	0
	36	7	3	1,310	165
	48	7	8	2,960	319
	59.5	8	14	5,320	1,050
	109	9	15	7,680	1,120
<i>R. javanicus</i> 5442	0	6	0	0	0
	13	6	0	0	0
	24	9	0	93	0
	36	10	7	943	0
	48	10	17	953	0
	59.5	11	20	1,070	0
	109	12	20	1,050	121
<i>A. oryzae</i> 128	0	54	0	0	0
	13	64	0	0	0
	24	120	7	773	671
	36	597	153	2,040	3,650
	48	1,180	308	2,690	5,750
	59.5	1,500	398	2,990	7,450
	109	1,820	488	3,270	7,510

Method of analyzing enzyme activities were described in Table 2, AAase : α -amylase, GAase : glucosaminidase, APase : acid-proteinase, ACPase : acidcarboxypeptidase. *Koji* was made from steamed rice of polishing ratio 70% of *Nipponbare* at 30°C.

ず、一部胞子の着生が観察された。

Absidia 麹の菌体増殖量を確認するため、液体培養した標準菌体中の Glc-NH₂ を測定した (Table 3)。*Ab-*

sidia A-68 の単位菌体量当たりの Glc-NH₂ 量は、*A. oryzae* 128 とほぼ同じであった。この平均値を用いて、59.5 時間及び出麹時の菌体量を測定し Table 4 に示し

Table 6 Components of sake making with small scale fermentation (200 g).

	Moromi No., strains and usage ratio* of <i>koji</i> (%)				
	No.1 <i>A. oryzae</i> 128 20%	No.2 <i>Absidia</i> A-68 20%	No.3 <i>Absidia</i> A-68 20% (Enzyme added)	No.4 <i>Absidia</i> A-68 100%	No.5 <i>R. javanicus</i> 5442 20%
Yield (ml)	354	158	238	157	156
Alcohol (%)	19.8	3.2	16.8	4.7	9.6
Sake meter	+7	-65	+5	-4	-11
Acidity (ml)	3.5	9.3	4.7	5.2	5.1
Amino acidity (ml)	3.5	3.7	2.2	7.3	0.5
OD at 430 nm	0.042	0.027	0.0018	0.093	0.015
Glucose (%)	1.25	0.34	0.80	0.09	0.52
Residue value (%)	40	156	104	141	153
Alcohol yield (l/t)	350	25	200	37	75

* Usage ratio of *koji* (%) was shown in Fig.5.

た。*Absidia* A-68 は、*A. oryzae* 128 と比べ 59.5 時間ではやや低いものの出麹時では同等以上に生育していると判断された。*R. javanicus* 5442 の生育はやや悪かった。

なお、藤井ら¹²⁾の方法に従って *N*-アセチルグルコサミンの定量を試みたが、*Absidia* A-68 での発色量は、*A. oryzae* 128 と比べ 1/20 程度と低く、菌体 1 mg 当たりの *N*-アセチルグルコサミンは 7~8 μ g 程度と計算され、*Absidia* 属の細胞壁成分がキトサンを主成分としていることが示唆された。

Absidia 麹の酵素活性の経時変化を Table 5 に示した。*A. oryzae* 128 と比べ α -アミラーゼ、グルコアミラーゼが極端に少なく、酸性プロテアーゼはやや高く、酸性カルボキシペプチダーゼは低かった。この結果は、自動増殖測定装置による結果と一致している。

糖化系の酵素生産は、この増殖条件ではほとんど生産されておらず、前報の中国曲の分析で、曲 1 g 当たり α -アミラーゼ、グルコアミラーゼ活性が数百ユニット程度見られた結果と異なった。この理由の解明は今後の課題であるが、自動増殖測定装置による増殖試験では精米歩合が高ければ酵素活性が増加することから、ひとつには、中国の曲が穀類を搗精せずそのまま粉碎し生で製麹していることが原因とも考えられる。また、中国での曲製造は長期の培養がなされるが、そのために蓄積されることも考えられる。

精白した白米の蒸米を用い、*Absidia* 麹を無理なく増殖させることは可能であるが、醸造に必要な糖化酵素を十分有する麹の製造は難しいと考えられた。

5. 小仕込試験

小仕込試験における炭酸ガスの減量経過を Fig. 5 に、製成酒の成分値等を Table 6 に示した。対照の *A. oryzae* 128 麹を用いた No. 1 は良く発酵したが、*Absidia*

Fig. 5 Time course of moromi mash of 200 g scale.

Moromi were carried out with method of NANBA⁹⁾ et al. *Koji* was used as itself weight from 20% to 100% toward total amount of rice (200g). No.3 was added 60 mg of saccharified enzymes (Glucu-100). Symbols as follows: —□—No.1, *A. oryzae* (20%), —△—No.2, *Absidia* A-68 (20%), —○—No.3, *Absidia* A-68 (20%), —◇—No.4, *Absidia* A-68 (100%), —田—No.5, *R. javanicus* 5442 (20%)

麹を用いた No. 2 及び 4 は、炭酸ガスの減量が少なくほとんど発酵しなかった。グルク 100 を加えた No. 3 では、やや発酵がにぶったものの、アルコールが 16% を超えたことから、*Absidia* 麹で発酵が進まなかったのは、糖化系酵素の不足によると考察した。

製成酒成分では、仕込み No. 2 は酸度が高く、日本酒度が高かった。No. 4 は *Absidia* 麹のプロテアーゼ系酵素活性が強いためかアミノ酸度が高かった。

R. javanicus 5442 麹を使用した No. 5 は、麹の生育が不十分と思われたが、*Absidia* 麹使用のものよりも発酵速度が早かった。

中国曲から分離した *Absidia* 属は、日本式製麹法及び

製造した麴を用いた清酒小仕込試験における結果から、清酒の麴の代替えになるものではなかった。

本研究は、科学技術庁国際共同研究計画に基づいて、国税庁醸造試験所と中国天津軽工業学院との協力により実施した。

要 約

1. *Absidia* 属株は、蒸米上で生育ができることを確認し、自動増殖測定装置を用い生育優良株として *Absidia* A-68 を選択した。

2. *Absidia* A-68 の最適増殖条件は、蒸米吸水率 52% (16 から 52% の範囲で)、精米歩合 90% (65% から 90% の範囲で)、増殖温度であった。酵素生産量は、この条件で蒸米吸水率をやや低くすることにより向上した。

3. 清酒麴に用いられる *A. oryzae* 128 と比べ、最適増殖条件においても、増殖量は約 70%、酵素活性は酸性プロテアーゼはやや高いものの、 α -アミラーゼは 1/100、グルコアミラーゼ活性は約半分と低く、*R. javanicus* 5501 と同様な増殖活性と酵素活性を示した。

4. 精米歩合 70% の蒸米を用いた長時間製麴 (109 時間) においては、十分な生育が認められたが、糖化系

の酵素活性が極めて低く、製造された *Absidia* 麴を用いた小仕込試験では、発酵が弱かった。

文 献

- 1) 横山直行, 田中一良, 杜 連祥, 荒巻 功, 木崎康造, 小林信也, 岡崎直人: 醸協, 89, (1) 72 (1994)
- 2) 田中利雄, 岡崎直人, 木谷光伸: 醸協, 77, (11) 831 (1982)
- 3) 山崎百治, 佐藤七郎: 醸造学雑誌, 10, 828 (1932)
- 4) David MALLOCH 著, 宇田川俊一・室井哲夫訳: カビの分離・培養と同定, 医師薬出版 (1983)
- 5) 岡崎直人, 弘中吉雄, 嶋崎順一, 菅間誠之助: 醸協, 73, (5) 402 (1979)
- 6) N. OKAZAKI, S. SUGAMA: *J. Ferment. Technol.*, 57, 413 (1979)
- 7) 注解編集委員会編: 第4回改正国税庁所定分析法注解, (財)日本醸造協会 (1993)
- 8) 大内弘造, 石戸輝男, 菅間誠之助, 野白喜久雄: 醸協, 62, (9) 1029 (1967)
- 9) 難波康之祐, 小幡孝之: 醸協, 73(4), 295(1978)
- 10) 岩野君夫, 布川弥太郎: 醸協, 73(7), 555 (1978)
- 11) 岡崎直人, 竹内啓修, 菅間誠之助: 醸協, 74, (10) 683 (1979)
- 12) 藤井史子, 尾関健二, 神田晃敬, 浜地正昭, 布川弥太郎: 醸協, 87, (10) 757 (1992)