

きのこ菌糸による食品廃棄物の悪臭物質の動態調査

鹿児島工業高等専門学校 学 ○松元皓隆 学 村山陵 正 山田真義 正 山内正仁
鹿児島大学 八木史郎 宮崎大学 正 増田純雄

1.はじめに

焼酎生産及びでん粉製造過程で発生する焼酎粕、でん粉粕は臭い（悪臭）が強く、その臭いは時間の経過（腐敗の進行）に伴い増大するため、周辺環境の快適住居に不快感を与えている。このため、これら食品廃棄物の臭気を除去する方法の開発が早急に求められている。これまでに、焼酎粕とでん粉粕を原料とした食用きのこ栽培用培地を作製し、きのこを発生させることに成功している。その際、きのこ栽培過程において培地及び発生したきのこに、これら食品廃棄物由来の臭気を全く感じなくなることがわかった。そこで、焼酎粕・でん粉粕培地に含まれる臭気物質の定性、定量を行った。その結果、焼酎粕・でん粉粕培地の臭気はアセトイン、酪酸、ジアセチルを核とし、これらに他の臭気物質が組み合わさることにより強い悪臭になることが明らかになった。しかし、これらの悪臭物質の消臭メカニズムについては十分に検討されていない。

本研究では、悪臭物質の消失がきのこ菌糸によるものであるか調査すると同時に、焼酎粕・でん粉粕培地の悪臭物質の動態調査を行った。

2.試験方法

1) 主要臭気物質の経時的変化

培地条件：焼酎粕・でん粉粕培地(焼酎粕(50%)、でん粉粕(46%)、貝化石(4%))にヤマブシタケの菌を接種した培地（以下、S1培地）と、菌を接種しない培地（以下、S2培地）を用いた。

試験対象培地：調製後培地、滅菌後培地、培養8日目、16日目、25日目、30日目、33日目（菌周り完了時）、40日目、47日目、54日目（収穫後）の培地について臭気調査を行った。なお、S2培地に限り、培養54日目は蓋開け培地（以下、S2O培地）と蓋閉じ培地（以下、S2C培地）の2つの培地について調査した。

試験方法（アセトイン、ジアセチル）：各培地の抽出液を作製し、その抽出液と反応液(2,4-ジニトロフェニルヒドラジン(50mg)、メタノール(70ml)、塩酸(10ml)、アニリン(20ml))を1:1の割合で反応させた（反応温度：27±2℃、反応時間：1時間）。反応終了後、その液体をフィルターに通し、それを高速液体クロマトグラフに注入し、臭気物質の定量を行った。

試験方法（酪酸）：各培地の抽出液を作製し、それをイオンクロマトグラフに注入し、臭気物質の定量を行った。

2) 焼酎粕・でん粉粕培地及び子実体の臭気指数とにおいの質の測定

培地条件：1)と同様、焼酎粕・でん粉粕培地(焼酎粕(50%)、でん粉粕(46%)、貝化石(4%))にヤマブシタケの菌を接種した培地（以下、S1培地）と、菌を接種しない培地（以下、S2培地）を用いた。

試験対象培地と子実体：調製後培地、滅菌後培地、培養8日目、16日目、25日目、33日目（菌周り完了時）、40日目、47日目、54日目（収穫後）の培地と発生した子実体について臭気指数とにおいの質の測定を行った。なお、S2培地に限り、培養54日目は蓋開け培地（以下、S2O培地）と蓋閉じ培地（以下、S2C培地）の2つの培地について測定した。

試験方法：臭気指数の測定は、2点比較式臭袋法を用いた。これは臭気判定士の資格を有する者が実施し、嗅覚が正常である者をパネラーに選定して行う試験である。試験準備として、まず検体の臭いが希釈された袋1個、活性炭処理された無臭袋1個の計2袋セットを2人分用意した。試験は、各パネラーにそれぞれ2袋の中から臭い付きの袋を選んでもらい、臭い付きの袋が感知できれば試料の希釈倍率を上げ、全員が臭い付き袋を選定できなくなるまでこの作業を繰り返し行った。その後、各パネラー個人の閾値を試料の希釈倍数の対数値から求め、2人の平均値を取り、これを各試料のパネラー全体の閾値とし、

(1) 式を用いて臭気指数を算出した。

$$\text{臭気指数} : Z = \text{パネラー全体の閾値} \times 10 \quad (1)$$

3.試験結果

1) 主要臭気物質の経時的変化

図-1に培養日数に伴う焼酎粕・でん粉粕培地中の臭気物質の残存率の経時変化を示す。S1培地では、培養するに伴って臭気物質は減少し、菌周りが完了する頃（培養33日目）までにほぼ消失していることが明らかになった。また、S2培地につい

ては、アセトイン、酪酸の残存率は、経時的にほぼ変化がなかった。一方、ジアセチルの残存率については他の臭気物質（アセトイン、酪酸）のS2培地の結果と比較すると、明らかに低下していた。このことから、ジアセチル消失の一部は揮発によるものだと考えられた。しかし、いずれの臭気物質も、それぞれのS1培地とS2培地の結果を比較したところ、S1培地は明らかに低下していた。このことから、主要臭気物質の消失はきのこ菌糸の働きによるものであることが明らかになった。また、蓋の開閉による臭気物質の残存率に違いがほとんどなかったことから、これらの物質が自然に揮発して消失しないことが明らかになった。

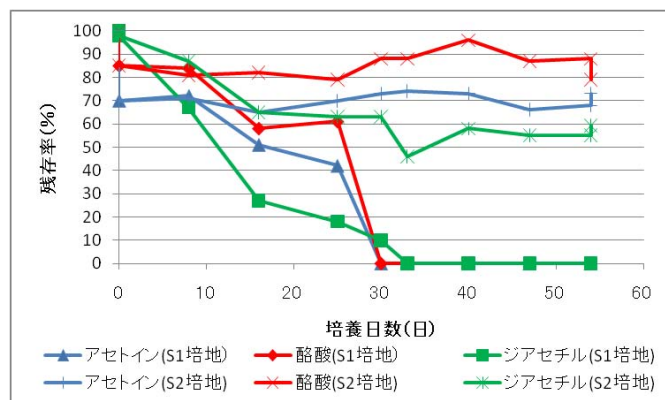


図-1 焼酎粕・でん粉粕培地中の臭気物質の経時変化

2) 焼酎粕・でん粉粕培地及び子実体の臭気指数とにおいの質の測定

表-1に焼酎粕・でん粉粕培地（S1培地、S2培地）と子実体の臭気指数の結果とにおいの種類を示す。調製後培地と滅菌後培地を比較したところ、臭気指数及びにおいの質の違いは見られなかった。このことから、滅菌処理によるにおいの低減や質の変化はないと考えられた。次に、S1培地では培養開始から培養33日目（菌周りを完了時）まで臭気指数は減少傾向を示した。この期間のにおいは、培養25日目で“若干酸っぱい臭い”、培養33日目で“きのこの匂い”だった。このことから、培養が進むにつれて、“酸っぱい臭い”は減少することが明らかになった。培養33日目以降は、臭気指数は増加傾向を示し、培地のにおいは“きのこの匂い”だった。この期間は臭気指数が増加しているが、これは培養33日目（菌周りを完了時）に培地の菌掻きを行い菌糸に刺激を与えたことで、子実体の原基形成が促され、培地でもきのこの匂いが一段と強まったためであると考えられた。培養40日目以降は、再び臭気指数が減少し、培養54日目で臭気指数は32を示した。その一方で、発生した子実体の臭気指数は47で、臭気指数が高かった培養40日目の臭気指数に匹敵するほどだった。このことから、培養40日目以降の臭気指数の減少は、培地中のきのこの匂いが子実体に移行したためと考えられた。次に、S2培地では、調製後培地から培養54日目までの臭気指数は47から52を示し、においの種類は“酸っぱい臭い”のままだった。臭気指数47と52は、2点比較式臭袋法で検体を希釈する操作の1段階の違いであることから誤差の範囲であり、S2培地の臭気指数及びにおいの質は培養日数に関係なく殆ど変化がないと考えられた。また、蓋の開閉による臭気指数の違いはなかった。

以上のことから、焼酎粕・でん粉粕培地の独特の“酸っぱい臭い（不快な臭い）”は、きのこ菌糸を培養することで“きのこの匂い（いい匂い）”へと、においの質が変わると同時に、臭いが低減することが明らかになった。

表-1 焼酎粕・でん粉粕培地の臭気指数とにおいの種類

培養日数		調製後	滅菌後	8日目	16日目	25日目	33日目	40日目	47日目	54日目		子実体
										蓋開け	蓋閉じ	
S1培地	臭気指数	52	52	47	47	42	37	52	37	32		47
	においの種類	酸っぱい臭い				酸っぱい臭い (若干弱い)	きのこの匂い					きのこの匂い
S2培地	臭気指数	52	52	47	47	50	47	52	52	47	47	
	においの種類	酸っぱい臭い										

4.おわりに

焼酎粕・でん粉粕培地の臭いは、きのこ菌糸の働きによって処理されることが明らかになり、臭いの主な原因物質であるアセトイン、酪酸、ジアセチルは、きのこ菌糸が培地内に蔓延する頃（菌周りを完了時）までに、ほぼ消失していることが明らかになった。また、その臭いは次第にきのこの匂いになり、その匂いが子実体の形成に利用され、最終的には培地及び子実体に培地本来の臭いは無くなり、きのこの匂いになることが明らかになった。培地独特の不快な臭いは消失し、いい匂い（きのこの匂い）へ変化することが明らかになった。今後は、これらの悪臭物質が菌糸の菌体外酵素により分解・除去されているか、または菌体内への取込みにより消失しているかを調査するために培地内のアセトインデヒドログナーゼやブタンジオールデヒドログナーゼ等の酵素の存在を確認し、消臭メカニズムを解明したいと思う。

参考文献：松浦弘明、藤山勝二、皆川憲夫、澤間一：高速度液体クロマトグラフィーによる食品中のアセトイン、ジアセチル及びアセトアルデヒドの定量、分析化学、Vol.39 (7)、pp.405-409(1990)。