

資料

土壌還元消毒に用いる缶詰シロップ中のエタノール分析及び保存条件の検討

中村和宏・古賀敬興・板垣成泰・藤川和浩・石橋融子・安武大輔

保存温度及び保存日数による缶詰シロップの糖の分解(変質)を調べるため、シロップ中のエタノール濃度の変化をガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)で定量した。保存温度は5℃及び25℃の2条件で、保存日数を0、7、14、30及び60日間の合計9検体(0日間は共通)に対して、GC/MSによる定量分析を行ったところ、保存温度5℃で0～30日間はエタノール濃度に変化がみられなかったが、保存温度25℃では14日目までエタノール濃度が上昇した。このことから、缶詰シロップを土壌還元消毒に用いる場合、保存温度5℃で30日間は保存可能であることがわかった。

[キーワード：土壌還元消毒、缶詰シロップ、エタノール]

1 はじめに

食品廃棄物等とは、食品の製造、流通、消費の各段階で生ずる動植物性残さ等であり、飼料、肥料等への再生利用(食品循環資源)やメタン発酵発電等により電気エネルギーに転換することが可能である。循環型社会及び脱炭素社会の実現に向け、食品リサイクル法等で、その利活用が推進されている。しかし、食品メーカーや缶詰工場等で大量に発生する糖含有廃棄物の多くは、莫大な費用をかけて処理されている^{1),2)}。

農作物栽培で課題となっている病虫害等の発生を抑制する方法として土壌還元消毒法がある^{3),4)}。土壌還元消毒とは、土壌に有機物を投入し、かん水、被覆を行うことで微生物が有機物をエサとして分解しながら増殖する際に、土壌中の酸素を消費し、土壌が酸欠状態(還元状態)になることで土壌環境の還元化を促進し、植物病原菌や植物寄生性線虫を抑制する手法である。化学農薬による土壌消毒に比べて環境負荷が小さく、作業者の身体的負担も軽く、土壌深層部への効果も高い。実際に、土壌還元消毒用の農業用資材として糖蜜やエタノールが販売されているが、高コストな為、安価な土壌還元消毒資材が求められている。

近年、糖含有廃棄物の処理費用削減及び循環利用に向け、土壌還元消毒に糖蜜等を使用する取り組みが進められている^{5),6)}。糖含有廃棄物を土壌還元消毒に用いることで、化学農薬の課題や高コストな農業用資材であるといった問題も解決可能である^{7),8),9),10)}。一方で、シロップに含まれるグルコース等の糖は、保存条件によりエタノールや二酸化炭素等に分解されるため、含有成分が変化(シロップが

変質)することで、土壌還元消毒の効果が低下する可能性がある¹¹⁾。

福岡県内企業(以下、A社)においても、フルーツゼリー製造過程で使用される缶詰シロップはすべて廃棄されている。そこで、著者らは、A社において廃棄される缶詰シロップを用いて、保存条件とシロップの変質との関係を明らかにするため、シロップの変質により生じるエタノールを分析し、保存条件の検討を行った。

2 実験

2・1 試料

缶詰シロップは、A社の工場内にある廃シロップ貯蔵庫から採取した。採取した缶詰シロップは、図1に示すように200 mLポリ容器に0日目と、5℃と25℃で保存したシロップを7、14、30、60日目で分取し、合計で9検体とした。その後、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)分析するまで、検体は-20℃の冷凍庫で保存した。



図1 25℃保存における分取した缶詰シロップ

2・2 試薬

エタノール(試薬特級)及び1-ブタノール(試薬特級)は、富士フイルム和光純薬製を使用した。

2・3 装置及び分析条件

GC/MSは、島津製作所製GCMS-TQ™ 8040NXを使用した。分離カラムには、アジレント製のHP-INNOWAX (30 m

表1 GC/MSの分析条件

GC/MS	:GCMS-TQ TM 8040 NX (島津製作所)
[GC]	
カラム	: HP-INNOWAX (アジレント) (30 m × 0.25 mm ID、膜厚 0.25 μm)
カラムオープン温度	:40 °C (4 min.)-15 °C/分-210 °C (1 min.)
注入口温度	:250 °C
注入条件	:スプリット (25 : 1)
注入量	:0.5 μL
キャリアーガス	:ヘリウム
カラム流量	:0.75 mL/min.
[MS]	
インターフェース温度	:250 °C
イオン源温度	:250 °C
イオン化法	:電子イオン化法
選択イオン検出(SIM)モード	
SIM モニタリングイオン	:エタノール (m/z 45、31)、 1-ブタノール(m/z 56、 41)

表2 各シロップにおける検体採取量

検体名 (保存温度)	保存日数	検体採取量(mg)
シロップ	0	26.6
シロップ(25°C)	7	26.7
シロップ(25°C)	14	37.1
シロップ(25°C)	30	31.2
シロップ(25°C)	60	27.5
シロップ(5°C)	7	25.1
シロップ(5°C)	14	20.5
シロップ(5°C)	30	21.5
シロップ(5°C)	60	20.6

×0.25 mmID、膜厚 0.25 μm)を用いた。GC/MSの分析条件は、関税中央分析所報第60号の飲料中のエチルアルコールの定量分析法(第一報)を参考に表1のとおりとした¹²⁾。なお、試料導入力については、水の気化体積を考慮し0.5 μLとした。

2・4 標準液の調製

2・4・1 標準原液

エタノール100 mgを量り取り、超純水を加えて100 mLとし、標準原液(1,000 mg/L)とした。

2・4・2 内部標準原液

1-ブタノール100 mgを量り取り、超純水を加えて100 mLとし、内部標準原液(1,000 mg/L)とした。

2・4・3 検量線用標準液

2・4・1で調製した標準原液を超純水で順次希釈し、

エタノールが1.0、2.5、5.0、10、20及び30 mg/Lの濃度になるよう検量線用標準液を調製した。各検量線用標準液には内部標準として1-ブタノールが25 mg/Lの濃度になるよう内部標準原液を添加した。

2・5 試料の前処理及び試験液の調製

冷凍保存した缶詰シロップ9検体を室温に戻した。その後、検体をパスツールピペットで適量を量り取り、メンブレンフィルター(ADVANTEC製 孔径0.2 μm)を用いてろ過し、4 mLスクリーバイアル瓶に採取した。採取した検体を量り取り(表2)、内部標準原液の1-ブタノールを添加し、超純水を加え、標準液と同様に、1-ブタノールが25 mg/Lとなるようにしたものを試験液とした。

3 結果及び考察

3・1 検量線の作成

検量線は、2・4・3で調製した検量線用標準溶液をGC/MSに注入し、エタノール濃度と、エタノールと1-ブタノールのピーク面積比から作成した。図2に示すように、エタノール濃度 0 - 30 mg/Lにおいて決定係数 R^2 は1.0000と良好であった。

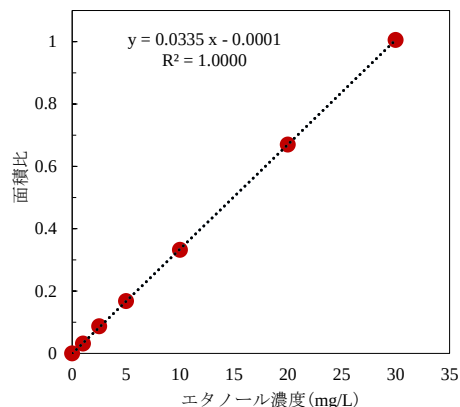


図2 1-ブタノールを内標準としたエタノールの検量線

3・2 検体に含まれるエタノール濃度の経時変化

分析によって得られた試験液中のエタノール濃度(mg/L)を用いて①式から検体中のエタノール濃度(w/w %)を算出した。

$$\frac{\text{試験液中のエタノール濃度(mg/L)} \times 0.1(\text{L})}{\text{検体採取量(mg)}} \times 100$$
$$= \text{検体中のエタノール濃度(w/w\%)} \quad \text{①}$$

図3に示すように、5℃で保存した検体については30日目までエタノール濃度に変化は見られなかったが、30日目から60日目にかけて上昇した。25℃で保存した検体については14日目までエタノール濃度が上昇した後、14日目から60日目までは変化は見られなかった。これらの結果から、缶詰シロップを土壤還元消毒に用いる場合、5℃で30日間は保存可能であることがわかった。

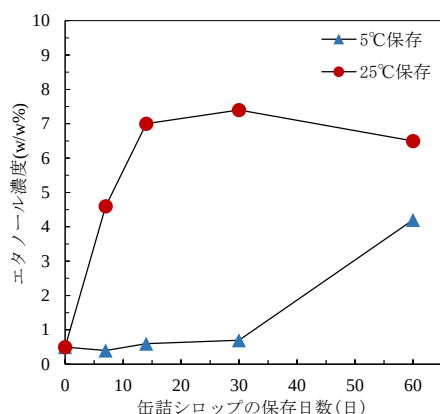


図3 保存温度によるエタノール濃度の経時変化

4 まとめ

保存温度及び保存日数による缶詰シロップ中の糖の分解(変質)で生じるエタノール濃度の変化をGC/MSを用いて確認した。その結果、缶詰シロップ中のエタノール濃度は、5℃で保存した場合30日目まで変化が見られなかったが、25℃で保存した場合14日目までエタノール濃度が上昇した。以上の結果から、缶詰シロップを土壤還元消毒に用いる場合、5℃で30日間は保存可能であることがわかった。

謝辞

本研究は福岡県リサイクル総合研究事業化センター令和4年度研究開発事業(研究会)の助成を受けたものであり、感謝申し上げます。

文献

1) 環境省：環境・循環型社会・生物多様性白書(令和5

年度版), P155, 2023.

- 2) 庄子 真憲, 廃棄物資源循環学会誌, 25, 13-19, 2014.
- 3) 農研機構：低濃度エタノールを利用した土壤還元作用による土壤消毒 実施マニュアル(第1.2版), 2021.
- 4) 農研機構：低濃度エタノールを利用した土壤還元作用による土壤消毒 技術資料, 2012.
- 5) 村元 靖典ら, 関西病虫研報, 62, 31-37, 2020.
- 6) 井上 康宏, 中保 一浩, 農研機構研究報告中央農研, 7, 1-10, 2019.
- 7) 竹内繁治, 野菜茶業研究集報, 3, 17-20, 2006.
- 8) 豊田剛己, 農薬時代, 197, 10-15, 2016.
- 9) 小原裕三, 植物防疫, 51(10), 455-458, 1997.
- 10) 門馬法明, 化学と生物, 57(10), 590-592, 2019.
- 11) 井原啓貴, 土肥要旨集, 65, 292, 2019.
- 12) 坂東健太郎ら, 関税中央分析所報, 60, 57-60, 2020.