

「シーベリーに含有される成分の特性説明および商品開発」(R1)

公益財団法人 とかち財団 ものづくり支援部

食品加工技術センターグループ 川原美香

共同研究者：士幌町、(株)CheerS

1 研究の背景と目的

シーベリーは寒冷地で栽培されるグミ科の植物であり、その果実は鮮やかなオレンジ色を呈し、独特の芳香性と強い酸味を有する。また、植物油、脂溶性ビタミンが含まれることが特徴として挙げられる。士幌町ではその立地と気候条件が栽培に適しているとされ、シーベリーの特産品化に取り組んでいる。本研究では士幌町で栽培されたシーベリーを用い、搾汁条件の確立を検討すること、さらに1次加工で得た素材について成分特性を調査し、得られた知見を基に商品開発につなげることを目的として実施した。

2 試験研究の方法および結果

(1) シーベリーオイルと果汁の分離条件の確立

原料となるシーベリー果実(2018年士幌町産、冷凍保管品)の成分分析結果を表1に示した。シーベリーの加工用途の1つとして、サイダー、発泡酒などの飲料も想定しているが、シーベリーに約3.6%の脂質が含まれることから、加工委託先では原料果汁の脂質除去を必要条件としている。そこで、シーベリー果実の1次加工条件(工程図:図1)を検討した。

i) 搾汁工程

図1の工程I(搾汁)について、圧搾機、全自動裏ごし機、カッターミキサー(表2、メーカー非公開)を用いて破碎方法を変え、比較検討した。冷凍原料を解冻後、各機械で処理したところ、歩留まりはカッターミキサーで処理した場合が最も高かった。しかし、作業はバッチ処理になることから、処理量が多い場合は全自動裏ごし機が適しており、処理時の量に合わせて、これらの機器を使い分けることとした。

また、搾汁液を静置すると微量の茶褐色の沈殿が見られ、顕微鏡観察等の調査の結果、これがグミ科に見られる星状毛であることがわかった(図2)。星状毛は直径320~500 μm 程度であり、搾汁液に含まれると飲用時に喉に異物感を感じることから、除去が必要であった。数種類のろ布から、平均気孔径250 μm のナイロン製ろ布(NM-33、大塚実業(株))を選定し、搾汁液のろ過に適していることを確認した。

表1 シーベリーの基本栄養成分の分析結果

試験項目	結果	試験方法
エネルギー	70 (kcal/100g)	Atwaterのエネルギー換算係数を適用
水分	86.6 (g/100g)	減圧加熱乾燥法
たんぱく質	1.2 (g/100g)	ケルダール法
脂質	3.6 (g/100g)	酸分解法
炭水化物	8.3 (g/100g)	計算値
灰分	0.3 (g/100g)	直接灰化法

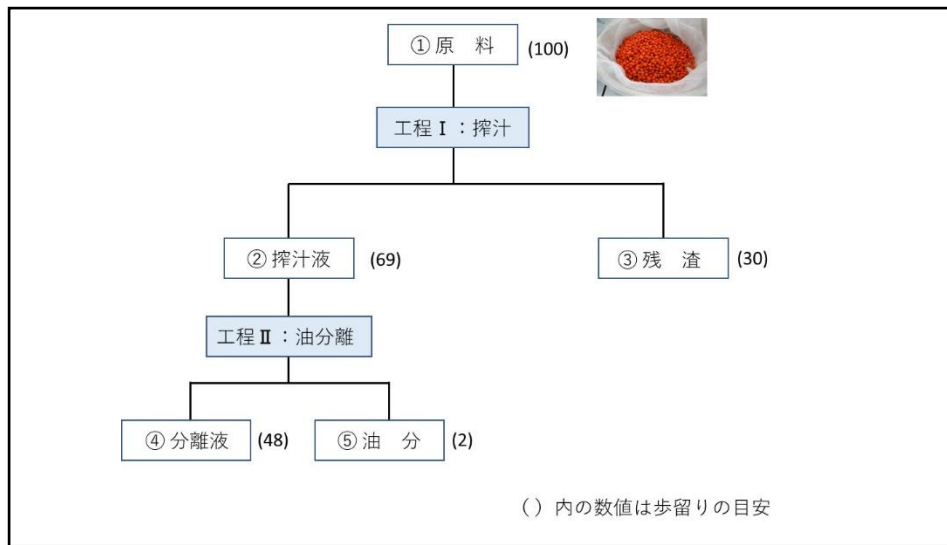


図1 シーベリーの加工工程図

表2 工程I (搾汁) の検討結果

破碎手段(試験機)	搾汁時の分離手段	搾汁歩留	備考	選定候補
圧搾機	ろ布(750 μ m)	約61%	圧搾袋内では潰しきれない果実が残る。	
全自動裏ごし機	機器ふるい→ろ布 (250 μ m)	約61%	連続で処理可能。少量の場合はロスの比率が上がる。	○(100kg程度の処理)
カッターミキサー	ストレーナー→ろ布 (250 μ m)	約75%	バッチ処理なので大量には処理できない。	○(10kg程度の処理)

ii) 油分離工程

図1-②搾汁液について、クリームセパレーターを用いてオイルと果汁の分離試験を実施した(図3)。クリームセパレーターの調整を繰り返し、60℃加温条件で最終的にオイルをほぼ除去した搾汁液を採取することができた。別試験で搾汁液は加熱、静置後に2層に分離することを確認したが、分離の精度と作業効率、機器コストから、実製造では図1の工程II(油分離)でクリームセパレーターを用いることとなった。

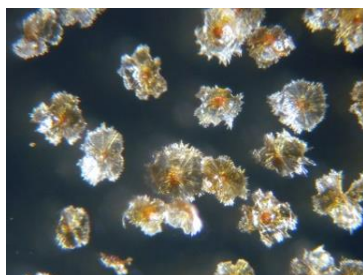


図2 シーベリーの星状毛



図3 クリームセパレーターによる分離

iii) 加工工程で得られたサンプルの評価

図1の加工工程で得られた②搾汁液、③残渣、④分離液、⑤油分の成分分析結果を表3に示した。

表 3 1 次加工品の成分分析結果

(100g中)

サンプル	エネルギー (kcal/100g)	水分 (g/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	炭水化物 (g/100g)	灰分 (g/100g)	比重	Brix (%)	pH
②搾汁液	51	87.8	0.4	0.8	10.6	0.4	1.0422	11.1	2.70
③残渣	135	77.9	3.4	9.5	8.9	0.3			
④分離液	37	90.5	0.3	0.0	8.9	0.3	1.0382	9.2	2.85
⑤油分	435	45.1	2.1	43.4	9.1	0.3			

(100ml中) 比重により換算

サンプル	エネルギー (kcal/100ml)	水分 (g/100ml)	たんぱく質 (g/100ml)	脂質 (g/100ml)	炭水化物 (g/100ml)	灰分 (g/100ml)
②搾汁液	53	91.5	0.4	0.8	11.1	0.4
④分離液	38	94.0	0.3	0.0	9.2	0.3

成分分析の結果から、②搾汁液で0.8%の脂質含量であったが、④分離液では0%となり、飲料用の原料として要求される品質は確保できた。果実の脂質は③残渣に多く残存しており、オイル用原料として活用の余地があると考えられた。⑤油分は脂質含量が約43%であり、シーベリーオイルとして用途に応じて精製が必要か今後検討したい。

②搾汁液と④分離液の炭水化物含量(100ml中)はBrix(%)測定値と一致しており、各加工時の品質は糖含量のバラツキとして、Brix計で管理可能と考えられた。

②搾汁液と④分離液のpHは3未満と低く、常温保管する場合に100℃以下の殺菌も可能な範囲であった。

(2) シーベリーの特性解明と評価試験

i) 特徴的成分

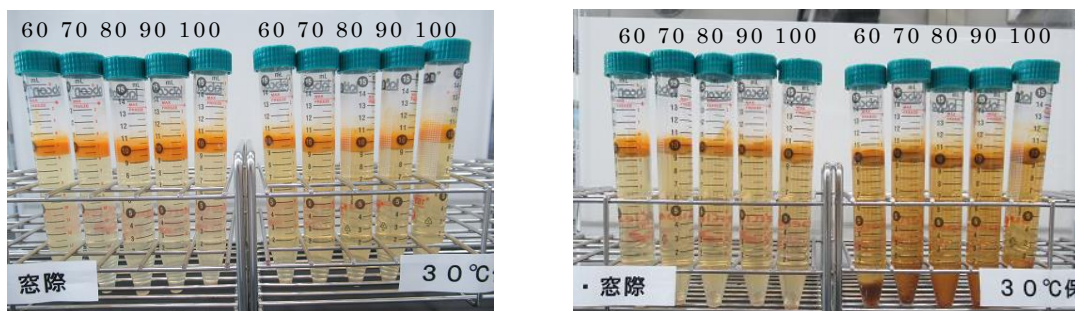
土幌町産シーベリー果実および加工品のビタミン等微量成分の分析結果（日本食品分析センター調べ、以後データ省略）ではシーベリー果実はβ-カロテン、ビタミンC、ビタミンE（α-トコフェノール）が豊富に含まれていた。搾汁液もほぼ同様の組成と考えられ、シーベリー特有のオレンジ色はβ-カロテンに由来していることを確認した。β-カロテン、ビタミンEは脂溶性であることから、図1-工程II（油分離）ではほぼ⑤油分の方に移行した。④分離液にも少量のβ-カロテンは含有され、淡い黄色を呈していた。

⑤油分の脂肪酸分析結果（日本食品分析センター調べ）では、脂肪酸はパルミトレイン酸を比較的高く含有していることが特徴であった。

ii) シーベリー特有の色調の維持

②搾汁液は静置すると油分が多い上層が分離した。シーベリーのオイルと果汁について退色・変色の傾向を把握するため、殺菌条件を変えた搾汁液について虐待試験（窓際で太陽光照射、30℃加温の2条件）を実施した。殺菌温度は60℃,30min、70℃,20min、80℃,10min、90℃,10min、100℃,10minの5条件で実施した。結果と

して、全体的に保管後の色調が暗色化する傾向があり、30℃保管品で著しかった。また、殺菌条件別では60℃殺菌の30℃保管品で沈殿が多く発生し、70℃でも少量観察された(図4)。飲料製造の際は80℃以上の殺菌処理を行い、冷暗所保管の指定をすることが望ましいと考えられた。



(保存 2 週間後)

(保存 2 カ月後)

図4 搾汁液の保存試験 ※上部の数値は殺菌温度(℃)

iii) シーベリーに含有するフレーバー成分の解析

シーベリー果実について GC-MS 分析を実施した。分析条件を表4に示した。

表4 シーベリーの GC-MS 分析条件

[サンプル捕集条件]
サンプル：1g
バイアル管：27ml Head Space バイアル (30×60mm)
捕集剤：Tenax TA
捕集条件：80℃、30min N ₂ 循環
[分析条件]
機器：島津ガスクロマトグラフ質量分析計 GCMS-QP2010 Plus
カラム：Rtx-5MS (30m×0.25mm i.d. 膜厚 0.25 μm 株島津ジーエルシー)
キャリアガス：He、ガス圧 80kPa
インジェクション温度：250℃
オープン温度：45℃(2min)→220℃(10℃/min、10min hold)→250℃(20℃/min)
インターフェイス温度：250℃

シーベリー果実の GC-MS 分析で検出されたピークについて、ライブラリー検索 (FFNSC)を行い、マススペクトルの一致性が高かった化合物について含有推定化合物として抜粋し、表5に示した。シーベリーには独特の漬物臭があり、一般の消費者向けに改良を検討する予定であったが、その臭いの一因に Trisulfide(dimethyl-)が関与していると考えられた。クロマトグラム全体の強度は①果実=③残渣>⑤油分>②搾汁液>④分離液となっており、実際に④分離液はシーベリー臭が弱まっていた。さらに、④分離液を80℃、10min加熱した液では Trisulfide(dimethyl-)は検出

されず、独特の臭いを軽減した爽やかな果実香をもつ果汁となり、飲料用に適した素材に改善できたと考えられた。しかし、色調は薄いために、シーベリーらしさを着色して表現するか検討の余地があった。

また、成分としては酪酸系化合物やリンゴ様フルーティな香りを持つフレーバー成分が認められ、乳製品との組み合わせ、リンゴジュースとのブレンドなどの加工に向いている可能性が示唆された。

表5 シーベリー果実のフレーバー成分（推定化合物）

R.T.	化合物名	香りの性質				
3.1	Hexane			11.2	Heptanoic acid, ethyl ester	
3.3	Hydrazine,ethyl-			11.2	Butanoic acid 2-methyl,3-methylbutyl ester	
3.9	Penten-3-one	脂肪臭		11.3	Butanoic acid 3-methyl,3-methylbutyl ester	別名:Apple oil、フルーティ
4.0	3-Hydroxy tetrahydrofuran			11.5	Butyrate(3-methyl,3-butenyl-3-methyl-)	
4.2	Acetoin	ヨーグルト、バター様		11.6	Octanoic acid,methyl ester	
4.5	1,3-Dioxane			11.8	Maltol	綿あめ、甘い
4.6	1-Butanol,3-methyl	麦芽臭		12.0	Hexanoic acid, 2-methylpropyl ester	
5.0	Isobutyrate(ethyl-)			12.6	Benzoic acid, ethyl ester	
5.2	Butanoic acid,3-methyl-,methy ester			12.9	Octanoate(ethyl-)	
5.5	Butyrate(ethyl-)	バナナ,パイナップル(フルーティ)		12.9	Octanoic acid, ethyl ester	リンゴ様
6.6	Butanoic acid,3-methyl-,ethy ester	ブドウ(フルーティ)		13.3	Furfuryl pentanoate	
7.1	Pentanoic acid(3-methyl-)			13.5	Butanoic acid,2-methyl	
7.2	Butanoic acid 2-methyl-			13.6	Butanoate(hexyl-,3-methyl-)	
7.5	Heptanal(n-)			13.7	Isopentyl hexanoate	
8.0	2-Butenoic acid,3-methyl-,ethyl ester			13.8	Furan(2-acetyl)	
8.3	Tiglate(ethyl-)			14.0	Dec-(2E)-enal	
8.5	Butanoic acid,3-methyl-,propyl ester			14.2	n-Propyl benzoate	ナッツ臭
8.8	Benzaldehyde	アーモンド臭		14.3	Hexanoate(pentyl-)	
8.9	Butanoic acid,2-hydroxy-3-methyl,ethyl ester			14.4	Nonanoate(ethyl-)	
9.0	Trisulfide(dimethyl-)	漬物臭(沢庵臭)		15.2	2-Furanecarboxylic acid,3,5-dimethylcyclohexyl ester	
9.4	Hexanoic acid,ethyl ester			15.3	1-(3H-Imidazol-4-yl)-ethanone	
9.5	Hexanoate(ethyl-)	リンゴ(フルーティ)		15.7	Decenoate(trans-4-,ethyl-)	
9.7	Isobutyrate(isopentyl-)			15.9	Decanoate(ethyl-)	
9.7	Heptadienal(2,4-trans,trans-)	油臭		16.0	Isovalerate(benzyl-)	
9.8	Hexanoic acid			16.7	Benzoate(isopentyl-)	
10.1	1,3,6-Octatriene,3,7-dimethyl-,(E)-			16.7	1-Butanol,3-methyl-,benzoate	
10.2	Hex-(2E)-enoate(ethyl-)			17.0	Deca-(2E,4Z)-dienoate(ethyl-)	
10.3	1,3,6-Octatriene,3,7-dimethyl-,(Z)-			17.3	2-Furanecarboxylic acid,3,5-dimethylcyclohexyl ester	
10.4	Butyrate(isopentyl-)			17.7	Benzoic acid,ethyl ester	フルーティ
10.5	Oct-(2E)-enal	脂肪臭、ナッツ様		18.0	Benzoic acid,2-hydroxy,3-methylbutyl ester	
10.6	Isophorone			18.6	Dodecanoate(ethyl-)	
10.8	Acetophenone	ワローム		18.8	Tridecanal(n-)	
				19.2	Pentadecanoic acid,3-methylbutyl ester	
				19.4	Phenethyl hexanoate	
				21.1	Tetradecanoate(ethyl-)	
				21.2	Benzyl benzoate	ワローム

(3) シーベリーを用いた商品開発

i) ④分離液を用いた試作

飲料用のシーベリー素材である④分離液（以後、名称：シーベリーウォーター）を飲料メーカーに委託し、試作品を作成した。

試作品1として、帯広ビール（帯広市）に発泡酒の試作を依頼した。製造担当者から、殺菌条件による風味の違いを確認したいとの要望があり、70℃、20min、80℃、15min、90℃、10minの3条件で殺菌したシーベリーウォーターを提供した。結果として、製造担当者から3条件で風味の違いは認められず、酵母の完全殺

菌を考慮して、80℃で殺菌したものを選択すると回答があった。試作した発泡酒は士幌町関係者で試飲会を実施し、やや酸味を持つフルーツ発泡酒として良好な評価を得た。

試作品 2 として(株)丸善市町(苫小牧市)にシーベリーサイダーの試作を依頼した。色調は淡い黄色で、後味にシーベリー風味がやや残る爽やかな飲料であった。

試作品 3 として、とち財団でシーベリーウォーター(搾汁液も可)と市販のリンゴジュースのブレンドを検討した。シーベリーウォーターは酸味が強く、有機酸はリンゴ酸が占める。リンゴジュース：シーベリーウォーター(5:1)で混合することで酸味と果実風味のバランスが良いジュースが得られ、提案した。

試作品 4 として、とち財団でシーベリーマヨネーズを試作した。酸性が強いことから、マヨネーズの配合における酢をシーベリーウォーターに置き換え、配合(非公開)を提供した。フルーツ風味のマヨネーズとして女性向けのサラダ用調味料を想定した。

3 まとめ

(1) シーベリーオイルと果汁の分離条件の確立

シーベリー搾汁条件およびオイルの分離条件を検討し、約 70%歩留まりの搾汁条件とオイル含量 0.1%未満のシーベリーウォーターおよびオイルの分離条件を確立した。

(2) シーベリーの特性解明と評価試験

シーベリー果実はβ-カロテン、ビタミン C、ビタミン E(α-トコフェノール)が豊富に含まれ、脂肪酸はパルミトレイン酸を比較的高く含有していた。製品としては 80℃以上の殺菌で冷暗所保管が品質維持に望ましいと考えられた。加熱したシーベリーウォーターは独特の漬物臭が軽減されていた。

(3) シーベリーを用いた商品開発

シーベリーウォーターは飲料向けの試作が完了した。搾汁液はソース類、ジャムなどの応用が期待される。また、搾汁液とシーベリーオイルはシーベリーの機能性が期待され、今後の研究推進でそれらの知見が得られれば、商品展開も広がることが考えられる。