

卒業論文要旨

ユズ種子の粉碎粒子径を考慮した油の溶媒抽出法

システム工学群

ものづくり先端技術研究室 1210089 高橋 直也

1. 序論

1.1 研究背景

馬路村農業協同組合（以下、馬路村農協）では、これまで廃棄されていたユズ種子の活用法を模索し、種子に含まれる油（以下、ユズ種子油）に着目した。そこで、本油から新たな商品を創出するために、高知大学医学部の溝渕らと油の機能性について共同研究を進めて来た。その結果、ユズ種子油には、抗酸化能を有したリモノイドが含まれていることが明らかとなった。この研究成果を踏まえ、ユズ種子油を生成する際に、高回収率のリモノイドを高含有率にするシステムの研究開発が求められている。

1.2 研究目的

馬路村農協では、連続式の搾油機であるスクリュー式プレス機を用いて、ユズ種子を圧搾し、油を回収している。しかし、ユズ種子に含まれる油の割合（以下、含油率）に対する回収した油の割合（以下、油回収率）が不明であったため、搾油機がユズ種子の油回収法として有効であるかを実験的に調べた。搾油機は種子を圧搾し、油と搾油粕に分離する。搾油粕に残存する油を調べ、搾油機の油回収率を求めた結果、約 53%であった。同様に、含油率⁽¹⁾・⁽³⁾と搾油粕の残油割合⁽⁴⁾から算出した一般的な植物油の油回収率を表 1 に示す。ユズ種子は、他の原料より圧搾による油回収率が低いことが確認されたため、圧搾以外の回収法が有効な可能性がある。本研究では、新たなユズ種子の油回収法の検討として、溶媒抽出法に着目した。本方法は、高い油回収率が得られるが、時間当たりの油の生産量が少ないという課題がある。そこで、短時間でユズ種子油の高回収が可能なる方式を調べた。その際、抽出時の胚乳の粒子径が油回収率に及ぼす影響を検証した。そして、最も抽出に適した粒子径にて抽出時間と油回収率の関係を導くことにした。

Table 1 Oil extraction rate for each material of screw press machine

Material	Oil extraction rate [%]
Copra	88~91
Palm kernel	88~90
Cotton seed	65~70
Lin seed	83~86
Rape seed	82~91
Yuzu seed	53

2. 粉碎における粒子径と油回収率の関係

2.1 実験目的

溶媒抽出において一般に抽出を短時間にすると、油が十分に溶出されず、回収率が低下する。高い油回収率を維持したまま、抽出時間を短縮するためには、抽出時の胚乳の微粒化が有効であるといえる。これを定量化するために、溶媒抽出

の時間を一定とした場合の粒子径と油回収率の関係を明らかにし、抽出に適した粒子径を調べた。また、実験では溶媒抽出法の一つであるソックスレー法を用いた。

2.2 実験方法

ユズ種子の胚乳を試料とし、粉碎機を使用することで粒度の異なる胚乳を作成した。サンプルの作成条件を表 2 に示す。サンプルは①微粉碎機(IKA 製, A10basic)を用いて 300 秒粉碎した胚乳, ②市販ミキサー(TESCOM 製, TML162)を用いてミル容器(小)で 30 秒粉碎した胚乳, ③ミル容器(中)で 30 秒粉碎した胚乳である。さらに、粗粉碎として④ストマッカー(iMix 製, interlab)を用いて 10 秒間粉碎した胚乳, ⑤未粉碎胚乳の合計 5 区分のサンプルを用意した。抽出には、ソックスレー抽出機(桐山製作所製, EX86-2-3)を使用し、溶媒にヘキサン(ナカライテスク製)を用いた。試料としてサンプルを 5g 使用し、2 時間抽出を行った。粒度分布の測定には、粒度分布測定装置(Malvern 製, Spraytec)を使用し、粒子径測定範囲外の④粗粉碎胚乳および⑤未粉碎胚乳は、画像処理ソフト(ImageJ)で各区分の D_{50} を求め、評価を行った。 D_{50} は、特定の粒子群に対して、小さい粒子から積算した体積が全体の 50% となるときの粒子径である。

Table 2 Sample preparation conditions

Sample section	Operating time [s]
①A10basic	300
②TML162(Small mill container)	30
③TML162(Medium mill container)	30
④interlab	10
⑤No grind	

2.3 実験結果

粒度分布測定結果から算出した D_{50} とソックスレー抽出により得られた油回収率の関係を図 1 に示す。 D_{50} が小さいほど高い油回収率が得られ、最大の油回収率は、①微粉碎機を使用した 97.1%であった。

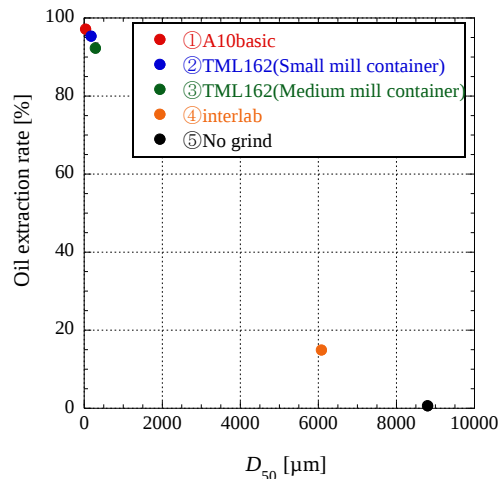


Fig.1 Relationship between D_{50} and oil extraction rate when using a mill

3. 分級における粒子径と油回収率の関係

3.1 実験目的

粉碎機のみを用いた粒径操作では、100%の油回収率を得ることが出来なかった。粉碎機で作成した胚乳は、装置の測定範囲内の粒子が幅広く存在した。そこで、粒子径と油回収率の関係をより明確にするために、ふるいによる分級で粒径操作を行い、 D_{50} と油回収率の関係を調べた。さらに、分級によって100%の油回収率を得ることができる粒子径を求めた。

3.2 実験方法

胚乳を市販ミキサー(TESCOM 製, TML162, ミル容器(中))で粉碎し、粉碎胚乳を目開き $212\mu\text{m}$ のふるいで分級した。さらに、ふるいを通過した粒子を目開き $100\mu\text{m}$ のふるいにかけた。その際、目開き $100\mu\text{m}$ のふるいに残った粒子を採取し、⑥ $100\mu\text{m}\sim 212\mu\text{m}$ のサンプルとした。同様にして、⑦ $500\mu\text{m}\sim 600\mu\text{m}$ 、⑧ $850\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ のサンプルを作成した。抽出および粒度分布測定の方法は前章と同様である。

3.3 実験結果と考察

D_{50} と油回収率の関係を前章の結果(サンプル①~③)と併せて図2に示す。 D_{50} が小さくなるにつれ、油回収率が高くなる傾向が得られた。しかし、 $100\mu\text{m}\sim 212\mu\text{m}$ の区分に関しては、微粉碎機使用時より D_{50} が大きいにもかかわらず、全体で最も油回収率が高く、100%に達した。そこで、 D_{90} と油回収率の関係を図3に示す。これより、 D_{90} は、 $100\mu\text{m}\sim 212\mu\text{m}$ の区分が最も小さい結果となった。したがって、 D_{90} を約 $300\mu\text{m}$ 以下に抑えれば、2時間の抽出で95%以上の油回収率が得られると考えられた。また、 $100\mu\text{m}\sim 212\mu\text{m}$ の区分では、油回収率が100%に達し、エラーバーの範囲が大きい結果となった。したがって、種子は個体差が大きいので、実験データをさらに蓄積する必要がある。

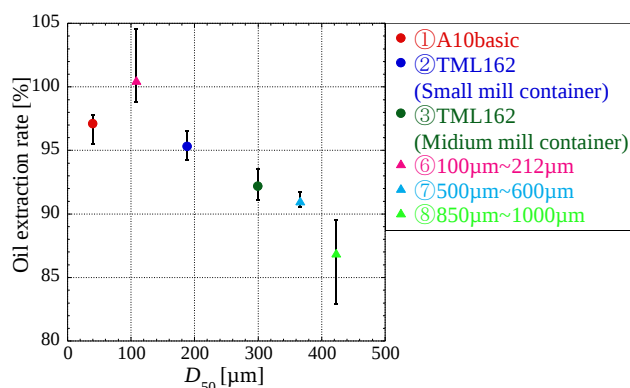


Fig.2 Relationship between D_{50} and oil extraction rate

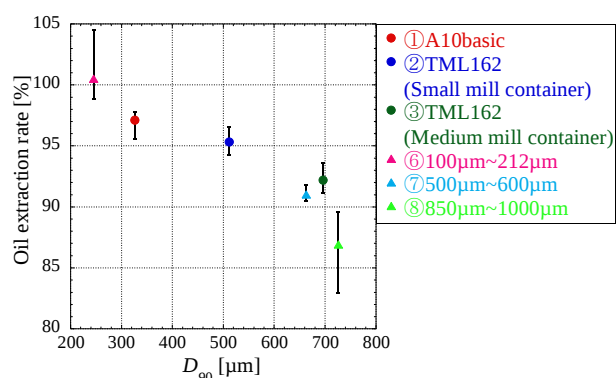


Fig.3 Relationship between D_{90} and oil extraction rate

4. 溶媒抽出における抽出時間と油回収率の関係

4.1 実験目的

抽出工程の時間を短縮する方法として、抽出時の胚乳の粒径操作が有効であることを確認した。そこで、最も油回収率の高かった粒度区分の胚乳を用いて、抽出時間を短縮した際の油回収率の影響を検証した。

4.2 実験方法

本実験においては、前章と同様に作成した⑥ $100\mu\text{m}\sim 212\mu\text{m}$ のサンプルを使用し、抽出時間が0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2時間においてソックスレー抽出を行った。

4.3 実験結果と考察

抽出時間に対する油回収率の関係を図4に示す。抽出時間0.25時間と1時間を比較すると、油回収率は約40%変化したが、1時間と2時間を比較すると、油回収率は約5%しか変化しなかった。したがって、抽出時間を長くするほど、油回収率の変化が小さくなった。圧搾における油回収率は53%であったため、抽出時間が0.5時間以上であれば圧搾より高い油回収率が得られるといえる。ソックスレー抽出では、ヘキサンの滴下速度が一定であり、抽出時間が短いほど、胚乳に接触するヘキサン量が減少する。それにより、短時間の抽出では、油回収率が低くなったと考えられた。したがって、抽出時間をさらに短縮するには、単位時間当たりのヘキサンの滴下量を増やすなどの対策が必要である。

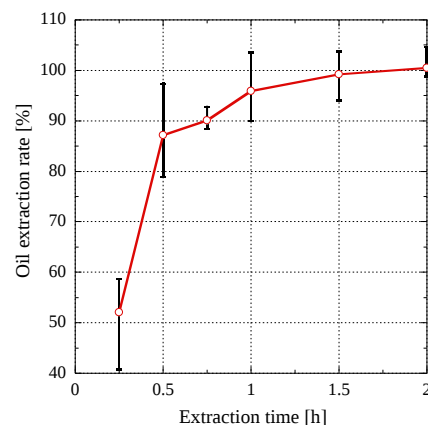


Fig.4 Relationship between extraction time and oil extraction rate

5. 結論

ユズ種子油の溶媒抽出において、油の抽出時間を短縮するために、抽出時の胚乳の粒子径による油回収率への影響を調べた。それにより、粒子径が小さくなるほど、油回収率が高くなる傾向を得た。また、ふるいを用いて胚乳を分級し、粒子径と油回収率の関係を調べた結果、 $300\mu\text{m}$ 以上の粗大な粒子の割合を減少させることで、高い油回収率が得られることを確認した。

$100\mu\text{m}\sim 212\mu\text{m}$ の粉碎胚乳において、抽出時間と油回収率の関係を調べたところ、抽出時間を短くすると、油回収率は減少した。本結果より、95%以上の油回収率を得るには、抽出時間が1時間以上必要であった。

文献

- (1) 藤田哲, 改訂食用油脂—その利用と油脂食品(2011), p.54, 幸書房.
- (2) 戸谷洋一郎, 油脂の特性と応用(2012), p.113, p.298, 幸書房.
- (3) カネダ株式会社, “油脂の脂肪酸組成表”, カネダ株式会社 https://www.kaneda.co.jp/jigyuu/oils_composition.html.
- (4) 宮川高明, 食用油製造の実際(1988), p.50, 幸書房.