

# 卒業論文要旨

## ユズ種子油生成システム構築に向けた油抽出法

システム工学群

ものづくり先端技術研究室 1200110 中本 貴也

### 1. 緒言

ユズ種子油は、抗酸化作用を持ち、乾燥性皮膚炎の影響を軽減する塗布材としての機能を保有していることが溝渕らの研究によって明らかにされている。

馬路村農業協同組合(以下、馬路村農協)でのユズ種子油の製造工程は、乾燥させたユズ種子をスクリープレス機で圧搾し、種子に含有する固体成分をろ過することにより、ユズ種子油を得る。しかし、現在ユズ種子に含有する油の量が明らかでないことから馬路村農協での搾油効率が不明であるとともに、スクリープレス機によって種子に加えられる圧力が把握できていないという課題がある。したがって、本研究はユズ種子油の生成において、高回収率また機能性成分を含有させた油を得るシステム構築に向けた基礎研究となる。

具体的な取り組みとして、ユズ種子の種皮、胚乳、水分、油の重量割合に関する基礎データを得た。そして、本データから得られた油の含有量を理想的な回収率として、一軸方向の加圧により搾油した際の油の回収率についての実験的検証を試みた。

### 2. 胚乳と種皮の重量測定

#### 2.1 実験方法

重量計(SHIMADZ 製, AUX220)で種子と胚乳、種皮を測定した。サンプル数は 2000 個である。まず、種子の重量を測定した。次に、種子を手作業で胚乳と種皮に分離し、胚乳の重量を測定した。そして、種皮の重量については種子と胚乳の重量差から求めた。

#### 2.2 実験結果と考察

胚乳、種皮の重量測定の結果を表 1 に示す。平均重量はそれぞれ 0.198g, 0.160g, 0.038g であった。また、胚乳の重量に対して種皮の重量の標準偏差は小さい。したがって、種皮の重量は胚乳の重量に依存しないといえることから、形状の小さいユズ種子では胚乳に対して種皮の重量割合が大きくなり、種子重量に対する含油量が少なる。したがって、高効率の油の抽出を行う場合は、重量の小さなユズ種子を取り除くことでより効率的に油の生成を行うことが可能になる。

Table 1 Weight distribution of Yuzu seeds

	Seed	Endsperm	Seed coat
Average [g]	0.198	0.160	0.038
Maximum [g]	0.444	0.387	0.134
Minimum [g]	0.021	0.007	0.003
Standard deviation[-]	0.066	0.060	0.009

### 3. 種子の含水率および含油率測定

#### 3.1 実験方法

水分計を用いて胚乳 5g の含水率を測定した。前処理とし

て、サンプルはユズ種子の胚乳を市販ミキサー(TESCOM 製, TML162)で粉砕したものを使用した。また、この水分を除去した胚乳を用いて含油率の測定を行った。含油率測定の実験概要を図 1 に示す。胚乳をろ紙の上に乗せ、上方から有機溶媒を透過させることで胚乳の油を溶出させた。本実験ではキ

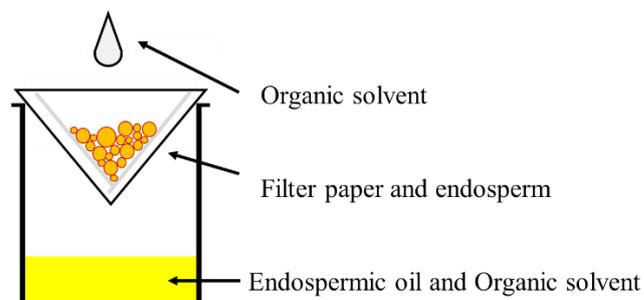


Fig.1 Experimental flow

シレン(純度 90%)とヘキサン(純度 97%)を溶媒に使用した。透過後、24 時間自然乾燥し有機溶媒を気化させ、ろ紙と胚乳の減少重量を油の重量とした。

#### 3.3 実験結果と考察

得られたデータの平均から含水率は 6.01%である。次に、種子の含油率を図 2 に示す。有機溶媒を 100mL 以上透過した場合に含油率が安定したので、透過量 100mL 以上の含油率の平均からキシレンでは 13.65%、ヘキサンでは 14.56%となった。この差は、キシレンがヘキサンに比べ、揮発しにくく、胚乳とろ紙内のキシレンを十分に気化させていなかった

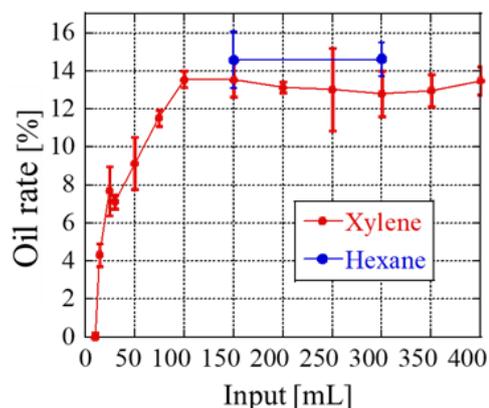


Fig.2 Oil content via organic solvent

ことが要因と考えられる。したがって、本実験方法では測定

が困難であることが分かった。そこで、得られた油の重量を基に含油率を導出し、十分な透過量が見込めるソクスレー法による含油率測定を検討することにした。

#### 4. ソクスレー法による含油率測定

##### 4.1 実験方法

実験装置を図3に示す。サンプルはユズ種子の胚乳を市販ミキサー(TESCOM製, TML162)で粉碎し、JIS850 $\mu$ mの目のふるいにかけた5gを使用した。本実験ではソクスレー抽出機と有機溶媒のヘキサン(純度97%)を用いて、胚乳の油を抽出した。その後、平底フラスコ内のヘキサンを十分に気化させ、油のみが残存した平底フラスコの重量を計測し、平底フラスコの単体重量との差から含油率を求めた。なお、本実験はソクスレー抽出機の稼働時間を2時間から10時間までの2時間間隔とし、各5回実験し、平均値を求めた。

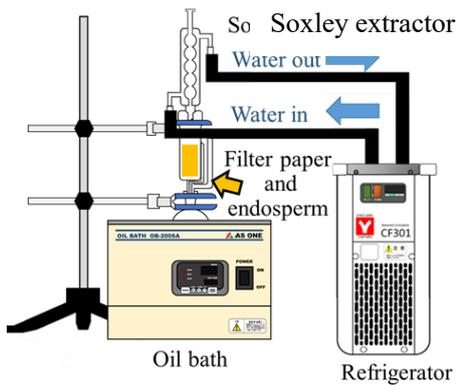


Fig.3 Experimentation equipment

##### 4.2 実験結果と考察

ソクスレー法による含油率を図4に示す。胚乳の含油率は、油抽出時間が2時間から10時間で31~34%の範囲となり、ピーク前後の6時間から8時間の平均値が含油率とすると、32.4%となった。また、「2. 胚乳と種皮の重量割合」と「3. ユズ種子の含水率、含油率測定」の結果と照らし合わせるとユズ種子全体の重量に対して26.2%の油が含有している。

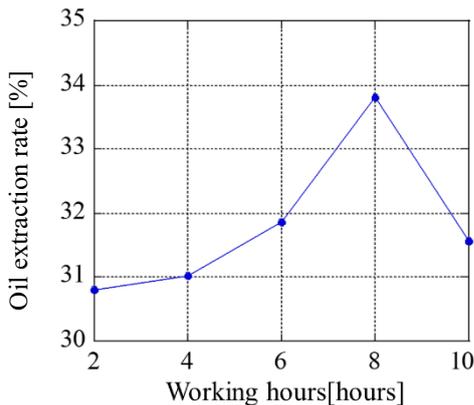


Fig.4 Oil content via Soxhley extraction method

また、先行研究よりユズ種子油の密度は0.888[g/cm<sup>3</sup>]であることを踏まえ<sup>2-3)</sup>、馬路村農協の搾油効率を試算すると1.42%となり、効率の改善が今後十分に見込まれる。

#### 5. 圧搾による油回収実験

##### 5.1 実験方法

実験装置を図5に示す。胚乳1gに一軸方向の圧力を加えた場合の油の回収率を求めた。サンプルはユズ種子の胚乳を市販ミキサー(TESCOM製, TML162)で粉碎したものを使用した。水分計で水分を除去した胚乳をろ紙に包み、ろ紙の上

から油圧プレス機を用いて加圧を行った。このとき、胚乳から抽出された油がろ紙に吸着される。これによりろ紙が増加した重量を搾油量とし、油の回収率を算出した。

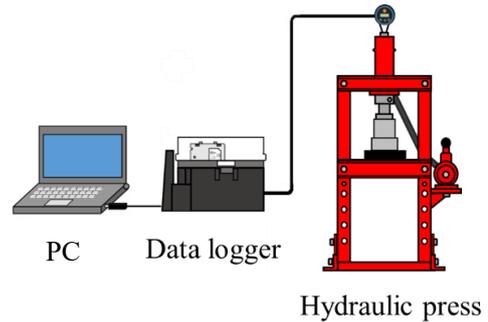


Fig.5 Experimentation equipment

##### 5.2 実験結果と考察

圧搾による油の回収率を図6に示す。回収率は40MPaから60MPaの範囲で圧力による値の変化はほぼ見られないことから、40MPa以上の加圧の回収率を平均すると、17.62%となる。しかし、胚乳の含油率はソクスレー法による含油率測定から32.4%であり、一軸方向の加圧では十分な油の回収が行えていないといえる。これは粉碎した胚乳の粒子間で油を保持する液体架橋を形成したために、回収率が低くなったのではないかと考えられた<sup>4)</sup>。

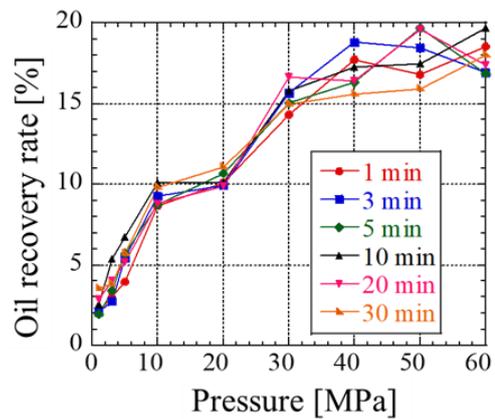


Fig.6 Oil recovery rate by pressurization

#### 6. 結言

ユズ種子の重量に対して胚乳が49.8%、油分が26.2%、種皮が19.2%、水分が4.86%を占めることが確認できた。また、一軸方向の加圧をした場合、油の回収率は加圧圧力の高さに依存する傾向が確認できたが40MPa以上の圧力を加えると回収率が15~20%の範囲で安定した。このことから、一軸方向の加圧では胚乳の粒子間で保持されてしまうことが危惧されている。しかし、せん断力を加えることにより積層した状態で、圧搾を行うことで油の回収率の増加が見込めるのではないかと考え、それに対応した装置の研究開発を行う必要がある。

#### 参考文献

- 溝渕俊二, 他, ユズ種子オイルの経口摂取による抗酸化能に関するヒト介入試験, 日本静脈経腸栄養学会学術集会(岡山), 2017.2.24
- 馬路村農協 オンラインショッピング [http://www.yuzu.or.jp/products/detail.php?product\\_id=509](http://www.yuzu.or.jp/products/detail.php?product_id=509)
- 高知工科大学 川村優太「ユズ種子油に含有する微粒子除去システムの構築」
- 粉体工学通論 2.2 湿った粒子群の特性 pp.42-46