

## Extruders

# フレーバーと成分のカプセル化

## 著者

Matthias Jährling and Dirk Hauch

## キーワード

フレーバーのカプセル化、連続プロセス、二軸スクリューコンパウンド

## はじめに

フレーバーは、製薬、化学、化粧品、食品などのさまざまな業界で使用される繊細で高価な添加物です。過去数十年にわたり、これらのフレーバーと有効成分は、酸化からの保護、風味の損失、味のマスキング、放出の制御、製品の取り扱いの改善など、さまざまな目的でポリマーマトリックスにカプセル化されてきました。

マトリックスポリマーとして、デンプン、さまざまな糖、セルロース誘導体、脂質、タンパク質、および特殊ゴムが用いられます。最も用いられているのはデンプンと砂糖です。フレーバーをカプセル化する従来の方法はバッチプロセスに基づいていますが、二軸スクリュー溶融混練押出でさまざまな改善ができます。

## 従来のプロセス

ポリマーは水を加えて溶融します。次に、香料または有効成分を加え、強く混練、混合します。配合によっては、余分な水分を真空下で除去する必要がある場合があります。その後、溶融物をプレートとしてキャストし、冷却します。

このプロセスは非常に面倒で時間がかかります。また、必要な材料量はバッチミキサーのサイズによってあらかじめ決められているため、融通が利きません。

フレーバーをカプセル化するためのもう一つの伝統的な方法は、スプレードライです。この複雑で連続的なプロセスの欠点は、プロセス温度が高いためフレーバーと有効成分が失われやすいことです。材料が酸化したり、貯蔵寿命が短くなったり、一部の材料では防爆対策を講じなければならない場合もあります。また、このプロセスでは乾燥に高いエネルギーを消費するため、経済的にも好ましくありません。

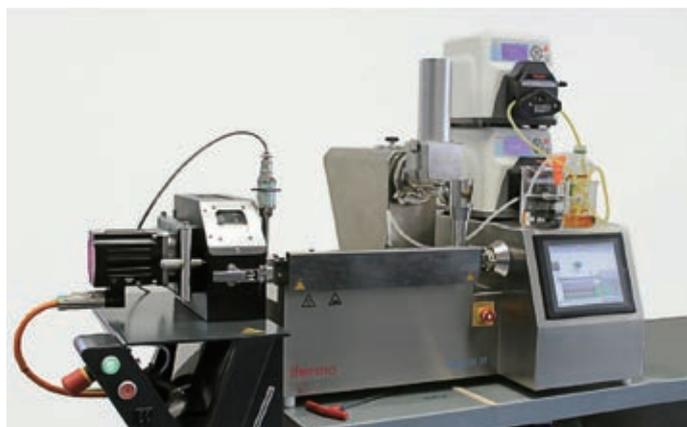


図1. Thermo Scientific™ Process 11 Hygienic  
二軸スクリューエクストルーダー

## 二軸スクリー溶融混練押出を用いたカプセル化

ポリマーはエクストルーダーで処理されることが多いため、この技術をフレーバーのカプセル化に拡張することは当然の選択です。

二軸スクリーエクストルーダーでの分散混合と分配混合の柔軟な組み合わせは、フレーバーの連続カプセル化に最適です。二軸スクリーエクストルーダーはバレルのゾーン毎の温調機能と、セグメント式のスクリーデザインにより、カプセル化のプロセスに必要なせん断および熱エネルギーを与えることができます。これにより、繊細な材料の望ましくない劣化を防ぐことができます。

押出機の供給セクション(図2、材料は右から左に流れる)では、ポリマーマトリックス材料が一定の速度で投入され、最初の混合ゾーンに運ばれます。熱とせん断により、ポリマーは均質な溶融物に変化します。二次供給ゾーンでは、液体供給ポンプによってフレーバーが追加されます。

その後の混合ゾーンにおいて、フレーバーはポリマーマトリックス中に均一に分散されます。エクストルーダーの最後では、サンプル圧力を上昇させてダイに押し込み、多数の小さなストランドに成形し、フェースカットペレタイザーの回転ナイフで直接細かいペレットに切断します。別のオプションでは、溶融物をチルロールに直接押し出して凍結し、材料をフレーク状に成形することもできます。

Process 11 Hygienic 二軸スクリーエクストルーダーは、コンパクトな卓上押出機の利点と製造レベルに必要な機能を兼ね備えているため、ラボスケールでのカプセル化プロセスの試験に理想的な装置です。モジュラー設計により、エクストルーダーのバレルとスクリーを用途や製品のニーズに合わせて最適に調整できます。全ての製品接触部品は、衛生グレードのステンレススチール製です。

食品用機械は水性洗剤で洗浄されることが多いため、ポリマープロセスでの装置で通常使用されるものよりも優れた高品位鋼を採用しています。

## 試験装置

- **エクストルーダー**: Process 11 Hygienic 二軸スクリーエクストルーダー
- **冷却水循環装置**: Thermo Scientific™ Polar シリーズ Accel 500 LC
- **プレミックス材料用フィーダー**: 減量式 MiniTwin MT0 for Process 11
- **液体用フィーダー**: Masterflex P/S ポンプシステム
- **サンプリングシステム**: フェースカットペレタイザー

フレーバーを糖マトリックスにカプセル化するために、減量式二軸スクリーフィーダーを使用して、砂糖がエクストルーダーの冷却された最初の供給ゾーンに投入されるよう設定しました。次に、砂糖は押出機スクリーによって最初の混合ゾーンに運ば

れます。そこでは、ミキシングエレメントによって発生するせん断と熱により砂糖が溶融します。この後、溶融された砂糖は搬送エレメントにより運ばれます。同方向回転二軸スクリーエクストルーダーでは、搬送エレメントは完全には充填されず、溶融物は加圧されません。ここで MasterFlex P/S ペリスタルティックポンプによって溶融糖にフレーバーが加えられます。

次に、搬送エレメントによって混合物が後続の2つの混合セクションに運ばれ、そこでフレーバーが糖マトリックスに均一に分散されます。押出機の最後に圧力がかかり、最終的なサンプルがダイヘッドを通してフェースカットペレタイザーに押し込まれます。

## 最終製品の設計

図3はフェースカットペレタイザーのサイクロンシリンダーで冷却、回収された最終製品です。

エクストルーダーを用いたプロセス開発後は、下流工程のためにアクセサリーを交換するだけで異なる形状の材料を作成することができます。図4は、フェースカットペレタイザーの代わりにチルロール(図5)を使用して同じプロセスから製造されたフレークを示しています。エクストルーダーから押し出された溶融物は、温度制御された2本のロール間で圧縮・冷却され、薄いシート状に成形されます。冷却されたシートは、チルロールの最後にあるキブラ装置によってフレーク状に破碎されます。

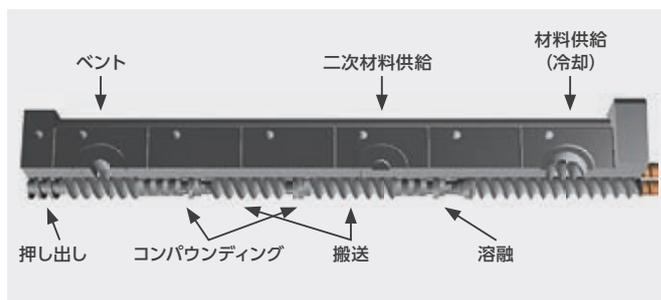


図2. 二軸スクリーエクストルーダーの概略図



図3. ペレタイズされたカプセル化フレーバー



図4. フレーク状のカプセル化フレーバー

## 結論

二軸スクリュエエクストルーダーを使用してフレーバーや成分を糖やポリマーマトリックスにカプセル化することは、従来のプロセスに比べていくつかの利点があります。

エクストルーダーは連続プロセス装置であり、最終製品の量はプロセス時間によって決定されるため、従来のバッチ操作のように異なるサイズの生産設備を用いる必要はありません。エネルギーを大量に消費するスプレードライブプロセスと比較して、混練押出はプロセス条件が穏やかで、製品の変性のリスクを低減します。

また、必要に応じてダウンストリームの機器にフェースカットペレタイザーまたはチルロールを選択でき、希望する形状の最終製品を製造するのに役立ちます。



図5. チルロール

詳細はこちらをご覧ください [thermofisher.com/extruders](https://thermofisher.com/extruders)

研究用のみ使用できます。診断用には使用いただけません。  
© 2024 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.  
All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.  
実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。  
価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。  
標準販売条件はこちらをご覧ください。 [thermofisher.com/jp-tc](https://thermofisher.com/jp-tc) **MC074-A2403OB**

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL: 0120-753-670 FAX: 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

[thermofisher.com](https://thermofisher.com)