

砂糖製造における pH 測定

糖液の炭酸化工程におけるハミルトン ポリライトプラスの使用

業種：製糖・食品飲料

日本語訳・編集：株式会社ティ・アンド・シー・テクニカル

砂糖は多くの国で主要な甘味料であり、高品質の砂糖を確実に供給することが求められています。

平均含量 20%の甜菜（テンサイ）は、世界中で砂糖スクロスの主要な供給源です。ビートからのスクロス（ショ糖）の精製は、精製所で多段階のプロセスを経て行われますが、可能な限り低コストで高品質の製品を生産するには効率の最適化が不可欠です。

収穫されたばかりのビートは製糖所で洗浄され、スライスされ、熱水でスクロスが抽出されます。得られた生果汁を炭酸化工程で精製し、薄い液を製造します。薄い液を蒸発させて濃縮し、結晶化を経て最終的な結晶化糖製品が製造されます。

炭酸化と pH

生果汁には、約 99%のビート由来の糖が含まれていますが、いくつかの有機および無機非糖化合物も含まれています。それらは、焼石灰（酸化カルシウム）と二酸化炭素による沈殿によって除去できます。

炭酸化プロセスでは、まず生の果汁に生石灰を加えます。水酸化カルシウムと非糖化合物の緩やかな沈殿が形成され、生果汁に二酸化炭素ガスが加えられます。二酸化炭素は水酸化カルシウムと反応して炭酸カルシウム（石灰）を生成し、非糖化合物を含む安定した沈殿物を形成します。生果汁から沈殿物を濾過により除去し、薄い糖液にします。

炭酸化は 2 つのステップで実行され、どちらのステップでも pH 値に影響を与える二酸化炭素の添加が必要です。pH 測定は、炭酸化における二酸化炭素の添加を調整するために使用されます。

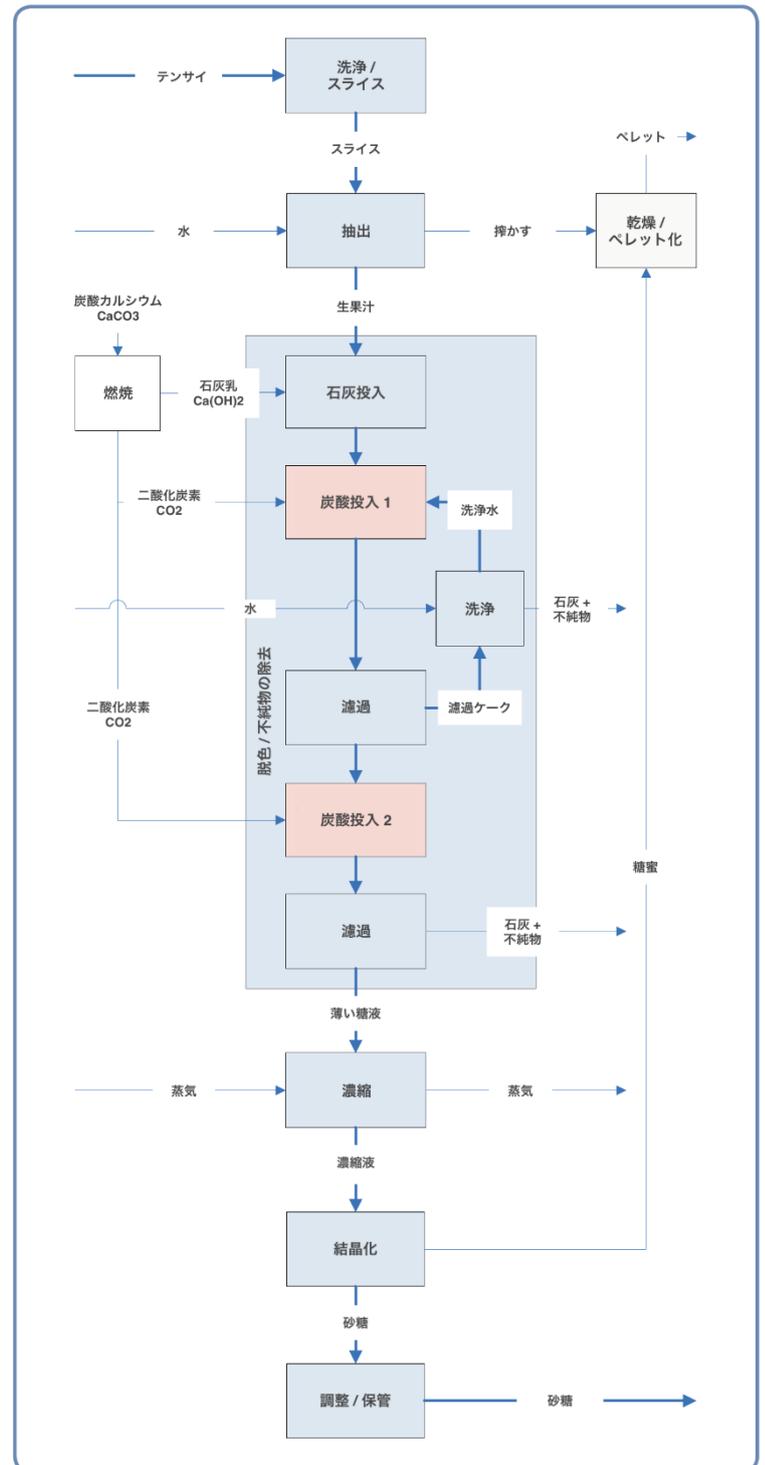


図 1：テンサイからの砂糖を作る生産工程の簡略図
本書では炭酸処理（背景アカ）に焦点を当てています。

最初のステップでは、生果汁の pH を 11.1～11.6 に保つために 90°C の温度で二酸化炭素が添加されます。ほとんどの石灰と非糖化合物、および一部の糖は沈殿物を形成し、濾過によって除去されます。濾過ケーキは糖を保持するために洗浄され、洗浄水は最初の炭酸化ステップに再導入されます。

2 番目の炭酸化ステップでは、残った石灰と不純物を除去する必要があります。90～95°C の温度で二酸化炭素を再度加えて、残りの水酸化カルシウムおよび残りの不純物を沈殿させます。適切な沈殿を確実に行うには pH9.1～9.2 を維持することが重要です。pH が高すぎるとフィルターがすぐに目詰まりしてしまいます。逆に低すぎると沈殿物の一部が再び溶解します。



図 2：炭酸化工程に設置された pH 電極

炭酸化工程で使用できるポリライトプラス

炭酸化における pH 測定は、プロセス温度が高く (90～95°C)、媒体中に固体で粘着性の化合物が含まれるため、センサーにとっては非常に厳しい条件が要求されます。

センサーは進行中の炭酸化を中断しないように、自動格納式ハウジングに取り付けられています。センサーは 90 分ごとに石灰や付着した化合物を酸で洗浄し、炭酸化を継続しながら校正を 1 日あたり 2～3 回実行します。

炭酸化工程におけるポリライトプラスの利点

- ▶ 耐久性が高い
- ▶ 信頼性の高い測定値
- ▶ 頻繁な洗浄に耐えられます
- ▶ ダイアフラムが単一細孔のため目詰まりしにくい
- ▶ 単一細孔により洗浄が容易

一般的な pH センサーで使用されているセラミックダイアフラムは汚染されやすいため、このようなプロセス条件では除去するのが非常に困難になる場合があります。ダイアフラムの汚れは測定値の低下につながり、汚れが続くとセンサーは使用できなくなります。

ポリライトプラス pH 電極は、セラミックダイアフラムの代わりに、ポリマー電解質と媒体の間に単一細孔 (シングルポア) の液体接合部を備えています。シングルポア構造は目詰まりしにくく、測定値の安定に貢献します。万一汚染が発生した場合でも、単一の細孔から破片を簡単に除去できます。さらに、ポリライトプラスの pH ガラスは、アルカリ性媒体でもほとんど誤差のない測定値に貢献します。

ポリライトプラスの性能

ドイツのユーリッヒ (Jülich) にあるファイファー&ランゲン (Pfeifer&Langen) の製糖工場では、ポリライトプラスが炭酸化工程で良い結果を示しました。各炭酸化タンクで 2 つのセンサー (メイン 1 つとバックアップ 1 つ) が使用されています。2010 年には、主要なセンサーは少なくとも 8 週間継続的に使用され、一部のセンサーは 3 か月間にわたって完璧に動作しました。

謝辞

ユーリッヒの製糖工場での製糖プロセスを案内し、このアプリケーションノートの作成をサポートしてくれた Pfeifer & Langen KG の Manfred Sußmann に感謝します。

Pfeifer & Langen Kommanditgesellschaft
Werk Jülich
Dürener Str. 20, D-52428 Jülich
Juelich@pfeifer-langen.com
www.pfeifer-langen.de



Pfeifer & Langen