

食材の蜜漬け作業の 自動化および高効率化

中井機械工業株式会社

代表取締役社長 中井 昭夫

中井機械工業(株)	技術部長	中川 義 則
中井機械工業(株)	技術部主任	渡 邊 高 行
中井機械工業(株)		秦 正 佳
中井機械工業(株)		藤 本 俊 宏
中井機械工業(株)		吉 見 民 治

はじめに

糖分を浸透させる事を目的に蜜の中に食物を漬け込む作業を蜜漬けと言う。通常蜜漬けでは、糖分が食物に浸透するには相当の時間が必要であった。この為、昔から食物の蜜漬け行程にかかる時間を短縮する方法は多く考えられて来た。

今回の開発では、その浸透のプロセスを解析し、時間を短縮して作業効率を高める手法を実験的に確認するとともにそれをマニュアル化して自動運転で作業を行える機械を開発した。

(図1)

開発のねらい

通常蜜漬けでは、タンクの中に入れた糖度の高い糖蜜が、漬け込まれた穀物に自然に浸透していくのを待って、更に糖分を追加しこれを繰り返すという伝統的方法がとられるが、この方法は時間と人手がかかる。現在では、糖度の高い糖蜜を順次追加する方法より、むしろ最初に糖度の低い糖蜜に漬け込み、時間の経過と共に糖蜜の水分のみを蒸発させて、少しずつ糖蜜の糖度を上昇させる方法がとられている。それは糖蜜の温度を高くする事で糖が穀物に早く浸透するという事や、糖蜜と穀物の糖度差をあま

り大きくとらず、穀物が糖を吸収しやすい糖度差にする事で糖の浸透速度が早くなる事などが分かって来たからである。

糖蜜の水分だけを蒸発させる方法はいろいろあるが、最も容易な方法は糖蜜の入ったタンクの圧力を減圧させることにより、水の沸点を下げて60～80度で沸騰させ、蒸発を促進させる方法である。しかし、穀物自身の型崩れやその周りにある糖蜜の沸騰により生じた気泡による攪拌作用により、製品が深刻なダメージを受けるという欠点がある。



図1 開発した装置の外観

この為、従来の減圧による方法に代わる、穀物の形が崩れない全く新しい手法の開発が当業界において広く期待されていた。

具体例として甘納豆を作るには、一定の時間ごとにタンク内における蜜の糖度を測定し、必要であれば蜜を追加しなければならない。近年各企業は深夜作業を削減する傾向にあるため、自動で深夜運転をする機械の開発の要望が多数寄せられていた。

このような要望に応えるため、甘納豆の状態を24時間連続的に監視し、従来の手法よりも早い時間で極上の美味しい甘納豆をつくる機械の製作を目指して、2年にわたり、実験に実験を重ねてついに実用化に成功した。

装置の概要

装置の原理の概要を図2に示す。図に示すように、タンク底部分から抜き出した糖蜜をシャワーの様に空中に散水させる事で大気中に水分だけを蒸発させる。糖分はそのままタンク内に残る為、結果的にタンク内の糖蜜の糖度は時間と共に滑らかに上昇する。蒸発量はシャワーの量と散水の勢いを制御する事で自由に設定出来る構造となっている。タンク内の糖蜜が急速に移動しない為に食材にかかる力がほとんど無く、型くずれのしない製品を作る事が出来る。

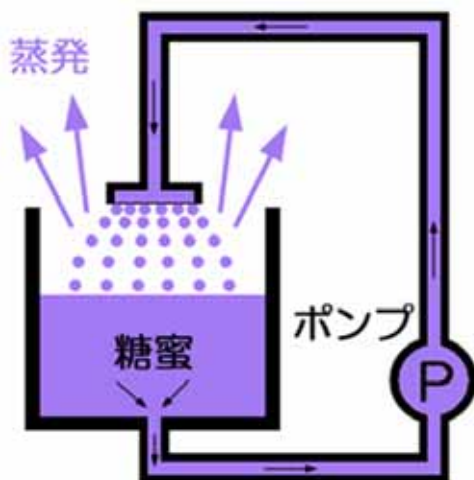


図2 装置原理の概要

技術上の特徴

通常の穀物は、甘納豆に代表される様により糖度の高い蜜に漬け込まれると、その糖分を吸収し、蜜と同じ糖度に近づいていく。しかし、蜜の糖度が、穀物の糖度と比べて高すぎると、逆に吸い込みを拒否する性質がある為、適切な糖度差を取る事が必要になる。

通常、炊いて柔らかくなった豆の糖度は20~40位である。これを糖度70超の蜜に漬け込む事で、時間と共に図3に示すような変化が生じる。

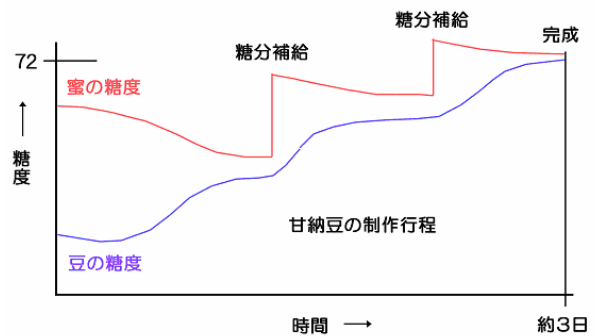


図3 従来の手法による甘納豆の製作工程

これから分かるように、蜜の糖度を豆の糖度より十分に高く取れば、途中で蜜を追加する回数が少なくて済む。しかし糖度差が大きすぎるため、糖が豆に吸収される速度が遅くなる。その結果、完成する迄に、3日間前後という長い時間を必要とする。

当該装置では、図4に示すような適切な糖度差をとり続ける事で、豆に吸収される糖の速度を飛躍的に短縮する事が可能となった。

従来の方法が、高糖度の蜜を順次追加して行く方法であるのに対し、今回の開発では、最初に低糖度の蜜で豆を漬け込み、時間と共に蜜の水分だけ蒸発させて蜜の糖度を上昇させて行く方法を採用している。

この方法では、適切な糖度差を確保する為にマイコンを利用して糖度差を管理している。装置は蜜をポンプで装置上部まで搬送し、図5に

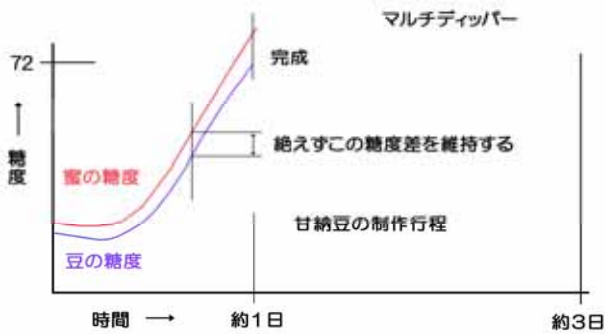


図4 開発機による甘納豆の製作工程

示すように網カゴを回転させて蜜を散布する。その時に蜜が小さな水滴状で空中を飛散するため、表面の水分が蒸発する。飛散する糖蜜が増加すると、水分の蒸発量も増加する。

網カゴの回転速度、ポンプの吐出量、及び糖蜜の温度を調整し、周囲に散布される糖蜜の量を制御できれば、水分の蒸発量が調整可能となる。装置はタンク内部に設置してある糖度計で、現在の糖蜜の糖度を測り、目標の糖度に近づける為に、ポンプの吐出量・網カゴの回転速度・糖蜜の温度・の3要素をマイコンで自動的に調整する。



図5 糖蜜が網カゴから飛散する様子

装置のマイコンは、甘納豆の場合最終的な目標糖度（70）と糖度上昇率を設定し、図6に示すような直線（目標とする糖度勾配）を作る。運転中は、絶えずこの直線と実際の糖度の値を比較しながら、その差が無くなる様にポンプの吐出量・網カゴの回転速度をマイコンが自動的

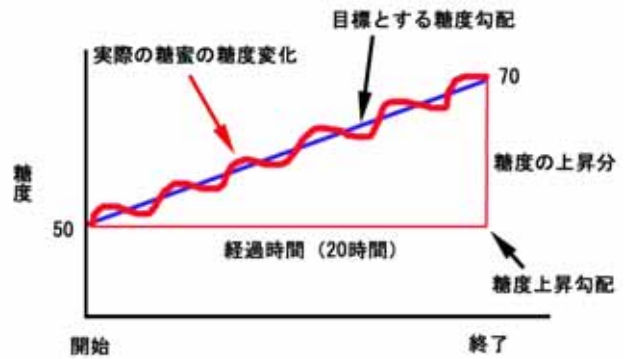


図6 マイコン制御による糖度上昇の様子

に調整する。糖蜜の温度は、ユーザーの設定した温度になる様に温度調節機能が働く。また、糖分を最も吸収する糖蜜と穀物の糖度差は、穀物によって各々異なるため、調節が可能となっている。

このように、水の蒸発量をマイコンでコントロールしながら、豆に対して最も糖が入りやすい状態をとり続けて完成に至ると言う斬新な方法で作業時間が一気に短縮すると同時に手間が要らない便利な機械を完成する事が出来た。

実用上の効果

甘納豆の業界を例にとると、従来の製品加工では、最初に豆を炊く作業工程があり、その後蜜に漬ける作業を行う。さらに、豆が蜜を吸って甘納豆が完成するまでには3日ほど必要であった。本発明による装置では、豆を炊く作業から蜜に漬けて込む作業まで、一貫した作業が可能であるため、1つの機械で全ての作業が行える。

また、蜜を豆に漬けて込む作業において、糖度の管理をマイコンで自動制御するため、人手が少なくて済む。このことにより、人件費は節約される。

従来の真空引きによる強制的な水分蒸発による蜜の糖度の上昇方法では、食材が原型を保てない程のダメージを受けるが本発明では通常の大気中で自然に蜜の水分を蒸発させるため、食材に対してなんらダメージを与えない。

また、マイコンによる自動作業のため、バラツキの少ない安定性の高い商品が出来上がる。マイコンによる自動運転では、現在糖度・糖度の上昇率・糖蜜温度・は完全に管理されるため、従来の手作業に比べて格段に糖蜜の浸透のバラツキが少なくなる。制作日数が3分の1になると言う事は、従来に比べて3倍近くの製品を作る事が可能になる。つまり、同じ作業で、夜間作業をする事なく、3倍の生産量になると言う事である。製造に要する日数が3分の1になると言う事は、納入先からの注文に対する安全在庫を、減少させることが可能になる。つまり、在庫金額を削減させることが可能となる。

上記は甘納豆を例にその経済的効果について記載したが、実際にこの機械を利用している顧客や、今後、購入を予定している顧客は、甘納豆よりむしろ他の食材の蜜漬けを考えている。その食材として、芋・ミカン・栗・その他の果物や野菜・等々、どれも今まで時間と労力が必要であった物ばかりであるため、今後も更なる経済的効果が現れてくるものと思われる。

工業所有権の状況

特許は2件出願し、特許1件、公開1件である。

固形食材の漬け込み煮炊き方法とその装置

特許出願 2003 - 046002

出願日 2003年2月24日

特許 3740130

取得日 2005年11月11日

要約：各種調味液や糖蜜などの漬け込み液が浸透した固形食材の煮炊き熟成状態を効率良く得られるようにする。

甘納豆の蜜漬け方法とその装置

特許出願 2002 - 304764

出願日 2002年10月18日

特許公開 2004 - 135604

公開日 2004年5月13日

要約：甘納豆の原料となる豆類を、極めて安楽な作業のもとに、しかも効率良く蜜漬けできるようにする。

むすび

今回、蜜の糖度を自動制御することにより、従来困難だった機械による糖度の管理が可能となり、最大の懸案事項であった人手不足を解消すると共に、3日間かけて行っていた蜜漬け作業を、約1日に短縮でき、生産効率の大幅な向上、及び省エネを可能にした。

作業時間の短縮による人件費の節約

甘納豆の例では、当該装置を使用すると従来の夜間作業も含めて3日間の作業が夜間作業をすることなく1日で完了する。このつけ込み作業期間の短縮で、生産性の向上、人件費及び光熱費の削減、安全在庫の軽減が可能となった。

製品の質の向上

従来の真空引きによる糖度上昇の方法では、食材が原型を保てない程のダメージを受けたが、当該装置では通常の大気中で自然に蜜の水分を蒸発させるため、食材に対してなんらダメージを与えず製品の品質が向上した。

製品の安定化

手作業で作った甘納豆の場合は、豆の外側が仕上がりの判断基準の72の糖度であっても中心部分の糖は50~65位に分散している。それに対して、当該装置で作った甘納豆は、60~65位に収まり食味と口当たりが優れており製品が安定化した。