

# 植物工場ビタミンファームの オペレーションと品質管理

菱熱工業株式会社 専務取締役 岡安 晃一

## はじめに

「ビタミンファーム」は完全閉鎖型人工光植物工場として、明治大学農学部池田研究室監修のもと、主に業務用市場に葉もの野菜を供給している。ここではその野菜栽培設備の概要と、実際に行っている品質管理を含めた実際のオペレーションを紹介する。

## 1. ビタミンファームの紹介

ビタミンファームは2014年5月操業開始の植物工場でリーフレタス類の栽培を行っている。福井県南越前町に立地し、福井市と敦賀市のちょうど中間地点に位置している。

事業主体は菱熱工業株式会社であり、植物工場野菜を生産するという事業のほかに、「ビタミンファーム・エンジニアリング」のブランドで植物工場建設も行っている。

### 1) 栽培設備

鉄骨造平屋建て 422 坪の建屋を植物工場に



図-1 ビタミンファームの外観

改修した(図-1)。栽培室は4室で、日産最大4,400株の栽培規模となっている(図-2)。

栽培室の温度、湿度、気流、CO<sub>2</sub>濃度、栽培養液のpH、EC、流速、栽培用照明などをPLC(制御盤)で管理している。稼働時間は平日、土曜の日中で、夜間と日曜は無人となっている。



図-2 栽培設備

### 2) 栽培方法

播種、発芽を発芽棚で行った後、緑化を行い、育苗、定植工程を経て35日で収穫する。固定式栽培ベッドに栽培パネルを浮かべ、パネルは栽培プールの上を移動可能となっている。

播種、植替え、収穫はすべて人の手で行って



図-3 主な栽培品種

いる。平均収穫重量は3種類のリーフレタスでそれぞれ120~140g前後。播種から35日目で収穫している(図-3)。

### 3) 照明設備

東京の本社にテストプラントを作り、工場建設前に各社の照明をテストした。結果的に有意な差が認められず、当時相対的に安価だった蛍光灯を採用した。創業当初から LED 栽培と同等以上の 140g 程度のレタスが収穫できた。

現在は、ビタミンファーム用に開発した、さらに野菜の生育が良い白色 LED を三菱電機から OEM で供給を受けている。同じ設置本数で当初のビタミンファームの蛍光灯を上回る収穫が得られている。

昨年建設を請け負った植物工場はすべてこの白色 LED で設計し、すでに累計 8 万灯を出荷した(図-4)。



図-4 白色LED照明

### 4) 温湿度管理

温湿度は栽培室毎に部屋の中央部分で計測して制御している。栽培液や気流の分布が偏ると生育に差が出るため、細かい不具合箇所はミーティングで情報を共有して、その都度正常な生育になるよう改善している。ほかの栽培棚でも傾向が同じ不具合が発生するときは、顧問の明治大学・池田敬教授に指導を仰いでいる。

IoT 機器を栽培棚に設置して温湿度を計測すると、栽培室の中央部分で計測した値と栽培棚では大きく違い、一日のうちで 5°C 程度温度差があることがわかった。この温度差については生育には影響を与えていないようで、均一な

生育が続いている。さまざまな環境を是正して、野菜を安定して生産ができるようになった成果は大きい。

### 5) 野菜出荷先

リーフレタスの出荷先は、大手コンビニエンスストアにサラダやサンドイッチを製造している加工工場 7 工場を中心に、百貨店向け惣菜工場、東京都中央卸売市場(築地市場)、地元青果商など業務用が中心となっている。

### 6) 品質目標

サラダやサンドイッチなどの加工用の野菜は、加工工場に納入後、泥や虫を落とすバブリング、黄変や褐変を除去するトリミング、塩素などによる殺菌工程、水洗い工程、脱水工程があり、野菜にはそれに耐える耐性或強度が必要である。

したがって、品質の第一条件は洗浄や殺菌に耐えうる野菜の強度であり、これは重量に置き換えて表現することもできる。次に黄変や褐変がなく正常に生育していることが重要である。

また、客先からの要求として、加工工場での殺菌は前提となるものの、消費者がその健康に危害を受ける可能性を極力低くする生産管理を求められている。さらに最近の動向から、毛髪や昆虫の混入といった消費者の不快感を取り除くことも食品の品質管理として求められている。

## 2. ビタミンファームのオペレーション

### 1) 栽培管理の概要

野菜の栽培や生育について、特別なことは行



図-5 手指の洗浄風景

っていないが、当然のことながら病原菌の混入防止、一般生菌数の削減、異物混入の防止などのために、従業員の入場管理を厳密に行っている（図-5）。

工場で使用する水はすべて水道水で、飲用にも適合している。裁培養液には殺菌システムを設置しているが、殺菌装置で一般生菌を完全に除去することは現実的ではなく、あくまで菌類の繁殖を抑制するという観点で使用している。

収穫はハサミでカット、包装作業ではトリミングや重量計測、梱包などを行っている（図-6）。



図-6 収穫工程

一方、栽培棚の管理では、収穫後に行う栽培プールと栽培パネルのサニタリーフローを重視。栽培プールに残る収穫後の残渣を取り除きクリーニングしている。スクレーパーで水分を除去し、栽培プールを乾燥したあと殺菌する。



図-7 栽培プールの洗浄工程

面倒な作業だが、品質維持には必要な工程である（図-7）。

栽培パネルは菱熱工業で自社製造したパネル洗浄機で洗浄、その後殺菌を行っている。人手で行っていた洗浄作業はパネルごとにムラがあり、藻類の除去にバラツキがあった。機械化により使用水量も削減しながらジェット水流が均一にパネルに当たって洗浄効果が高まり、品質の向上に寄与した。180枚/hという処理量により作業時間も大幅に削減できた（図-8）。

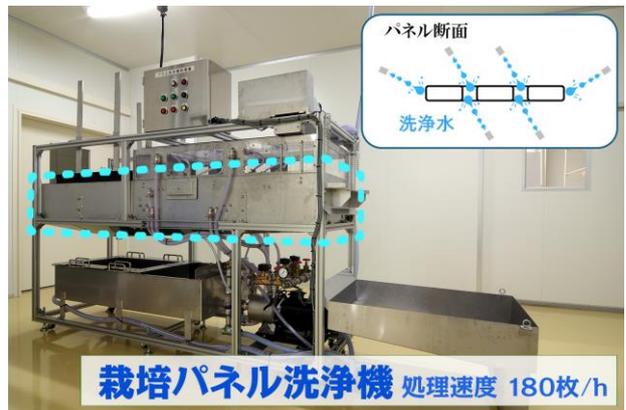


図-8 菱熱工業製の栽培パネル洗浄機

## 2) 品質管理のポイント

品質の維持には、品質に危害を与える要因を分析し、それを排除するフローが必要となる。危害要因として、物理的危害、生物学的危害、化学的危害に分類して、それぞれ可能性の高い

危害要因を検討して排除している。

物理的・化学的・生物学的危害要因の代表としては硬質異物の混入、生物学的危害要因は病原菌の混入、化学的・物理的・生物学的危害要因は薬品の混入などを主に想定している。毛髪や昆虫の混入も物理的・化学的・生物学的危害要因に分類される。

### 3) 品質管理の手法

物理的・化学的・生物学的危害要因の排除は、栽培室内に硬質異物を持ち込まないように備品の選定などを行う必要がある。これには工場内のすべてのエリア、事務室などで使用する備品まで含まれる。毛髪や昆虫の混入については、作業者の管理や建築的な対策を事前にとっておく必要がある。

化学的・生物学的危害要因については、使用水の管理や備品の一つである薬品の管理などがある。

生物学的危害要因の病原菌汚染について、いちばんリスクが高くさまざまな管理を組み合わせる必要がある。

ビタミンファームの栽培室は清潔な環境であるが、一般的に考えられるクリーンルームではない。ただ植物工場で塵埃を99.99%以上除去するクリーンルームを設備しようとする、栽培室全体の空気をHEPAフィルターで1時間に30回程度フィルタリングしなければなら

ず、設備が高額化して現実的ではなくなる。クリーンルームでなくても、空気など室内の環境から病原菌などに汚染される確率はかなり低いと考えている。

次に栽培液の付着による汚染はある程度リスクがあるため、コンタミネーションを避ける必要がある。栽培液には殺菌システムを設けているが、栄養がたっぷりありいつも適温に保たれているため完全に殺菌することは期待していない。

栽培液はサンプリングを行い病原菌類の発生をモニタリングすることとどまるが、通常工程では野菜に触れるものではないため、コンタミネーションの防止を基本に考えている。

病原菌汚染でいちばんリスクが高いのが、人による汚染である。とくに不完全な手洗いによる手指からの汚染リスクが、すべてのリスクを通していちばん高い。病原菌の危害についても危害分析を行い、畜肉や鮮魚、土壌に由来する病原菌よりも、ヒト由来あるいはヒトが運び込みやすく被害発生が多い、黄色ブドウ球菌、腸管出血性大腸菌などを想定した作業者の入退場管理を行っている。

なかでも日本の食品業界において被害件数がとびぬけて多いノロウイルスに対する対策



図-9 原因物質別食中毒発生状況（厚生労働省・平成28年食中毒統計資料をグラフ化）

が重要となっている（図一9）。そのため毎日の作業管理、複数の洗剤の選定などを行っている。

#### 4) 洗わないで食べられる植物工場野菜

加工工程における殺菌が前提の業務用の野菜のほかに、洗わないでそのまま食べられる植物工場野菜もテーマとして挙がってきている。

洗わないで食べられる植物工場野菜を販売するには、「工場生産された野菜類の衛生学的実態調査(東京都健康安全研究センター広域監視部)」の中で、植物工場野菜を生産している事業者向けに注意が述べられており、流通や保管の温度管理、消費者への管理温度の周知、消費期限の打刻などが必要とされている。しかし、具体的な品質管理手順や基準値は示されておらず、危害の分析から始まり、微生物管理まで精通している品質管理の専門家が設定することが想定されている。食品安全に携わったことのない事業者でそれを担保するのはかなり難易度が高いと言わざるを得ない。

#### まとめ

植物工場野菜を栽培し市場に販売するという企業活動において、食品の安全と担保することは欠かすことのできない前提条件である。

さらに近年は、消費者の不快感、風評までを考慮した“食品の安心”まで求められるようになってきている。

ビタミンファームは大手のコンビニエンスストアチェーンへの納入を通じて、いろいろな知見を得ることができた。衛生管理者の設置や、栽培棚の殺菌、備品の管理などいままでもななかった対応が必要だった。

また、洗わないで食べられる野菜の生産もその延長線上で実現は可能であるが、これにはより高度な衛生知識と食品安全に対する経験が求められる。

尚、ビタミンファームの詳細については、下記にお問い合わせいただくか、併せて情報公開サイトをご参照いただきたい。

#### <お問い合わせ先>

菱熱工業株式会社 専務取締役 岡安晃一  
okayasu@ryonetsu.com

〒143-0025

東京都大田区南馬込 2 丁目 29 番 17 号

<http://www.ryonetsu.com/documents/>

(関連資料サイト)