

学 位 論 文 題 名

スイートコーンの香味に関する研究

学位論文内容の要旨

‘乾燥スイートコーン粉末’は洋風スープの原料として使用されている。その品質は原料スイートコーンの品質の影響を大きく受ける。そこで本製品の品質向上を最終目的として、スイートコーンの栽培から、加工処理に至るまでのスイートコーンの香味に関する研究を行った。

① スイートコーンの成熟時の種実成分の変化を研究した例はあるが、いずれも断片的であり、品種別に、香味に関与する成分を詳細に検討した報告は少ない。本論文では、まず、加工用スイートコーン数品種について、絹糸抽出(受粉)後の成熟時の種実の香味に関与する成分の量的変化、最適収穫時期および気象因子との関係について検討を加えた。栽培試験は北海道常呂郡訓子府町の圃場で1983から1985年度まで3ケ年に亘って実施した。

‘Golden Earlipak’ (sugary sweet type, 極早生種) では、成熟に伴い、種実(雌穂中央部10cmの部位)中の水分、遊離糖含量は急速に減少、でん粉(starch+phytglycogen)含量が増加した。官能試験で収穫適期は、種実水分含量=70~74% (wet basis) の範囲にあった。香氣成分前駆体として測定した S-MMS (S-methylmethionine sulfonium salt, dimethyl sulfide の前駆体) は、成熟に伴い種実中の含量は急速に減少したが、全種実中の S-MMS 総量は、固形成分の直線的増加とは異なり、収穫適期近辺で最大値を示した。本品種収穫適期付近は種実の成分変化が急速に進んでいる時期に相当し、数日の収穫の遅れが種実の香味に大きく影響した。

‘Delicious Bantam-90’ (カネコ種苗, super sweet type; 中生種) では、成熟時の種実成分の量的変化は、‘Golden Earlipak’ と比べると緩慢であった。従って、収穫適期(種実水分含量=73~77%)にある日数も比較的長かった。また、本品種の成熟初期の種実の成分変化は少なく、適熟期種実の成分組成は成熟初期にはほぼ決定されていた。ただ、過熟期に入ると遊離糖、S-MMS 含量が減少し、でん粉含量が増加し食味が急速に低下した。種実中の S-MMS は、

‘Golden Earlipak’ と同様に、収穫適期近辺で最大値に達した。本品種の種実の特徴は sucrose 含量が高いための甘味が強く、かつ、特有のコク味を有することであった。適熟期種実組

成を詳細分析し、その香味と関連づけて検討したが、本分析結果だけでは、本品種が有するコク味は説明しきれず、今後の研究課題とした。

‘Golden Earlipak’、‘Delicious Bantam-90’の3ケ年の栽培データより、成熟時の種実水分含量と他成分含量、量間の相互関係を調べた。その結果、種実水分含量の減少と遊離糖、S-MMS 含量の減少、固形成分量の増加の間に強い相関関係を認めた。成熟速度に差があっても、種実水分含量が同一の時は、種実の成分組成はほぼ同一であった。よって、圃場で適時種実水分含量を測定することにより、種実中の他成分含量を推測することが可能であった。

次いで、上記両品質の3ケ年の栽培時に採取した気象因子と種実成分の量的変化との関係を調べた。その結果、積算平均温度と積算日照時間との相関が強いことが判り、とくに、絹糸抽出後の毎日の平均気温から5℃を差し引いた値の積算値である Σ （平均気温-5℃）と、種実水分含量の変化との間に強い相関関係が存在した。すなわち、栽培年度で異なる種実水分含量の減少速度の違いは、気象因子、 Σ （平均気温-5℃）により説明可能であった。従って、本地方に限定すれば、 Σ （平均気温-5℃）の把握により、両品質ともその成熟状態をほぼ推測できた。

一方、収穫後のスイートコーン（‘Jubilee’）貯蔵時の種実中の香氣成分前駆体（S-MMS）含量の変化を調べたところ、S-MMS 含量は貯蔵間も減少を続け、常温（20～25℃）で約10時間の貯蔵で半減した。収穫後のブランチング処理は早ければ早いほど好ましかった。

② 収穫後のスイートコーンを加工して得られる‘乾燥スイートコーン粉末’のヘッドスペースガス（top note）中の揮発性香氣成分を、Hewlett-Packard CC/MS Model No.59983を用いて検討し、31の微量揮発性香氣成分を同定した。主成分はdimethyl sulfideであり、その他、3-methylbutanal, 2-methylpropanal, acetaldehyde, propanethiol, hexanal 等であった。次いで、本製品ヘッドスペースガス中の揮発性香氣成分パターンと官能試験での香氣の特徴について検討を加えた。その結果、本製品のコーン風味は、前駆体（S-MMS）の加熱分解生成物であるdimethyl sulfideの含量（約0～20ppm）が高いほど明らかに良好であった。また、dimethyl sulfideと、他成分のうち、3-methylbutanal, 2-methylpropanalがある程度含有されているものの方がコーン風味としては良好であった。すなわち、本製品の香氣パターンを、dimethyl sulfideと3-methylbutanal+2-methylpropanalの両者の含量により、コーン風味が非常に良好のものから、焦げ臭様風味が顕著なものまで、4-グループ程度に分類すると可能であった。

以上の様な‘乾燥スイートコーン粉末’の香氣生成に影響する因子を、収穫後の種実加工処理工程に沿って検討を加えた。とくに、キーとなる工程は加熱処理の伴うブランチング（swept

surface heat exchanger) と、乾燥 (single drum dryer) 工程であった。そこで、まず、ブランチング温度条件 (85~120℃, 15min=固定) と S-MMS の分解生成物 (dimethyl sulfide) と 3-methylbutanal, 2-methylpropanal の量的変化について検討を加え、次いで、ドラムドライヤー乾燥条件 [蒸気圧力: 2.0~3.0 kg/cm², 滞留時間 (回転数): 11~24 sec] とドラム表面での S-MMS の分解=dimethyl sulfide の生成, dimethyl sulfide の飛散そして乾燥物への残留の様子を詳細に調査した。その結果、ブランチング温度条件は、酵素失活に必要な最低温度条件、85℃ (15min) 程度で行う方が、その後、ドラム乾燥して得られる製品の dimethyl sulfide, 3-methylbutanal, 2-methylpropanal の含量が最適となり、風味良好なものが得られた。ブランチング温度条件を 110℃ (15min) と高温にすると、本工程での熱負荷で S-MMS は相当量分解し、かつ、aldehydes 生成もあり、ブランチング後のペースト (ドラム乾燥前原料) の香気は良好となったが、ドラム乾燥時に、すでに遊離している dimethyl sulfide は瞬時に飛散し、乾燥製品の香気は、aldehydes の香気 (焦げ臭様香気) が顕著なものとなり不良であった。要するに、乾燥時の加熱 (ドラム表面上) で前駆体 (S-MMS) の分解を促進した方が良好な結果が得られた。ドラムドライヤー乾燥では、蒸気圧力を上げ、ドラム表面での滞留時間を長くして (回転数を遅くする)、熱負荷を上げるほど、結果的には、乾燥製品水分含量を減少させるほど、製品中の遊離 dimethyl sulfide 含量は増加することを認めた。乾燥前原料中の前駆体含量が低水準の場合は困難であったが、高水準の場合には、ドラム乾燥条件を制御することにより、ある程度、乾燥製品の香気を改善することが可能であった。ただし、余り熱負荷を上げ過ぎると焦げ臭様風味が増加するため、自ずと限界はあった。なお、最も重要な因子は、原料中の前駆体 (S-MMS) 含量であり、スイートコーン収穫適期の管理と、貯蔵期間を極力短縮して加工処理することが極めて重要であった。

応用例として、液状コーンスープの滅菌方式 (連続滅菌)、条件と原料由来の S-MMS と dimethyl sulfide の量的変化を検討した。製品の dimethyl sulfide 含量測定値は、連続滅菌方式、条件により異なった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 市 原 耿 民

副 査 教 授 水 谷 純 也

副 査 教 授 伊 藤 和 彦

本論文は第Ⅰ編4章、第Ⅱ編3章からなる総ページ188頁の和文論文であり、表19、図43、引用文献52を含んでいる。ほかに、参考論文8編が添えられている。

乾燥スイートコーン粉末は洋風スープ等の原料として広く利用されているが、この品質は原料となるスイートコーンの影響を大きく受ける。本研究は乾燥スイートコーン粉末の品質向上を目的として、原料スイートコーンの栽培から加工処理に至る過程での香味の変動に関して、詳細な検討を行ったもので、内容の概要は次のとおりである。

I. スイートコーンの成熟過程における種実成分の量的変化：ゴールデンアーリーパックでは成熟に伴い種実中の水分、遊離糖含量は急速に減少、でん粉含量が増加した。官能試験での収穫適期は種実水分含量が70～74%の範囲にあり、香氣成分前駆体として測定したS-メチルメチオニンスルホニウム塩(S-MMS)もこの時期に最大値を示した。つぎにデリシャスバンタム-90では成熟時の種実成分の量的変化はゴールデンアーリーパックに比べ緩慢であるため、適熟期にある日数が比較的長く、種実中のS-MMS総量も最大値に達した。本品種は遊離糖、遊離アミノ酸含量が高く、蔗糖による甘味と特有のコク味を有する点で特徴があった。

さらに両品種の3ケ年の巨る栽培データより、成熟時の種実水分含量と他成分含量、量間の相互関係を調べ、成熟に伴う種実水分含量の減少と遊離糖、S-MMS含量の減少、固形成分量の増加の間に高い相関関係のあることを明かにした。即ち、両品種の成熟速度に差があっても、種実水分含量が同一の時は他の成分組成もほぼ同じであり、圃場での適時水分含量を測定することにより、種実中の他成分含量を推測することが可能となった。

次いで、両品種の3ケ年の栽培時における気象因子と種実成分の量的変化との関係を調べ、積算平均気温や積算日照時間との相関が高いことが示され、特に絹糸抽出後の毎日の平均の気温から5℃を差し引いた積算値と種実水分含量の変化との間に高い相関がみられることがわかった。すなわち、栽培年度で異なる種実水分含量の成熟速度の違いは、この積算値を用いて説明可能であり、かつ収穫適期の判定も可能であった。さらに適熟期のジュビーリーで、収穫後貯蔵時の種実中の香氣成分前駆体S-MMS含量の変化を調べ、この含量は常温で約10時間経過すると半減

することがわかった。

Ⅱ. スイートコーン加工処理工程での香気成分の量的変化：収穫後のスイートコーンを加工して得られる乾燥スイートコーン粉末の揮発性香気成分を分析し、31個の微量成分を分離同定した。主成分はジメチルスルフィドで最も多量に存在した。その他、3-メチルブタナール、2-メチルプロパナール、アセトアルデヒド、プロパンチオール、ヘキサナール等が確認された。つぎに様々な乾燥スイートコーン粉末の揮発性香気成分のパターンと官能試験での香気の特徴について検討し、製品のコーン風味は加熱工程でS-MMSが分解して生成するジメチルスルフィドの含量が高いほど、また3-メチルブタナールと2-メチルプロパナールがある程度含有されるもののほうが良好であることがわかった。

さらに香気生成に影響する因子を、加工処理工程に沿って検討を加えた。特に重要な工程は加工処理を伴うブランチングと乾燥工程であると考え、ブランチング温度条件、85～120℃、とジメチルスルフィド、3-メチルブタナール、2-メチルプロパナールの量的変化について検討を加えるとともに、ドラムドライヤー乾燥条件でのジメチルスルフィドの生成、飛散、乾燥物への残留の様子を詳細に調査した。その結果ブランチング温度は原料中の前駆体がほとんど分解せず酵素が失活する温度、85℃、15分程度の低温で行う方が、その後ドラム乾燥して得られる香気成分含量が最適となり、風味良好なものが得られることがわかった。この温度を110℃と高温にすると両アルデヒドの香気が顕著となり不良なものとなった。ドラムドライヤー乾燥では蒸気圧力を上げ、回転数を遅くするほど、乾燥製品の水分含量を減少させ、ジメチルスルフィド含量を増加させることがわかった。従って原料中の前駆体含量が高いものはドラム乾燥条件をコントロールすることによっても、ある程度乾燥製品の香気を改善することが可能となった。しかし、良好な製品を得るための最も重要な因子は原料中の前駆体S-MMSの含量であり、そのためには最適収穫時期に原料スイートコーンを収穫するとともに、また貯蔵期間を極力短縮して適切な加工処理はほどこすことも必要であることを示した。

以上のように本研究はトウモロコシの食品加工上重要な知見を加えたのみならず、食品産業の基礎・応用面に貢献するところ大きく、高く評価される。

よって審査員一同は、別に行った学力認定試験の結果と合わせて、本論文の提出者宮西俊彰は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。