

大根の成長と辛味成分

岐阜県立大垣東高等学校 理数科 2年
飯國高弘・宇野由佑子・河村知侑・丸井愛美

要 旨

本校は簡易吸光度計「からみ君1号」を用いて大根の辛味成分含量を測定した。本年度は品種・部位・成長日数の違いにおける辛味成分含量の違いを測定した。

その結果、測定した中で伊吹大根が最も辛い。成長が進むにつれて辛味成分含量が少なくなる。下部に近づくほど辛味成分含量が多くなるということが分かった。

1. 目的

大根は日本で最も高い生産量を誇り、研究に適した材料である。その辛味成分であるイソチオシアネートの含量を定量することは大根の多様性を理解するための重要な基礎情報となる。そこで、簡易吸光度計「からみ君1号」を用いた比色定量法により品種・部位・成長日数の違いにおける辛味成分含量の測定を行った。

2. 実験

(1) 試薬の調整

- ・エタノール・アンモニア混合液の調整

エタノール 390mL と市販の 28%アンモニア水 10mL を混合する。

- ・50%酢酸の調整

蒸留水 10mL と氷酢酸 10mL を混合する。

- ・3%臭素水の調整

蒸留水 9.7mL と市販の臭素水 0.3mL を混合する。

- ・グロート試薬の調整

① ニトロプルシドナトリウム 0.5g と塩酸ヒドロキシアミン 0.5g を蒸留水 10mL に溶解する。

② 炭酸水素ナトリウム 1.0g を加える。

③ 蒸留水を加え 21mL に定量する。

(保存容器で、遮光・低温保存する)

④ 使用前に④の溶液と 3%臭素水を 21:4 で混合する。

(2) 実験方法

【実験 I】 品種による辛味成分含量の違い

品種による辛味成分含量の違いについて、守口大根、伊吹大根、耐病総太大根の 3 種を上・中・下の内部・外部の 6 部位に分けて測定。

守口大根は細長く、内部と外部に分けることが困難だったため、内部と外部に分けずに 5 等分にした。

【実験Ⅱ】各部位の成長過程における辛味成分含量の違い

成長過程における辛味成分含量の違いについて、桜島大根、守口大根、耐病総太大根、和歌山大根の4種を上・中・下の3部位に分けて測定。

※この実験にはすべて私たちが栽培したものを使用し、播種後50日、60日、70日、80日、100日に収穫し測定。

実験手順

- ① すり下ろした大根をガーゼで搾り、搾汁液を得る。
- ② 搾汁液 5.0mL を試験管に入れて密栓し、30℃の恒温槽で10分静置する。
(イソチオシアネートは揮発性のため密栓する。)
- ③ ②の溶液 1.0mL とエタノール・アンモニア混合液 4.0mL を混合し、30℃の恒温槽で60分静置する。
(イソチオシアネートをチオウレアに変化させる。以下チオウレア溶液とする。)
- ④ チオウレア溶液に50%酢酸 0.2mL を加え大根の繊維を除くためにろ過する。
(チオウレア溶液のアンモニアと中和させる。)
- ⑤ ④の溶液 0.2mL と25倍希釈グロート試薬 0.8mL を1.5mL マイクロチューブに入れ、マイクロチューブを37℃の恒温槽で10分静置させ、溶液を発色させる。
- ⑥ ⑤の溶液 2.0mL をセルに移し、簡易吸光度計「からみ君1号」で測定する。

(3)簡易吸光度計

発光ダイオードの光が溶液を透過し、硫化カドミウム受光体に当たる。チオウレアを多く含む溶液は青色となり、波長 605nm の赤色の光をよく吸光し、受光体に当たる光は少なくなる。したがって、溶液にチオウレアが多いと抵抗値が高くなる。

受光体は温度によっても抵抗値が変化するので、空のセルの抵抗値を 200Ω に調節して測定した。

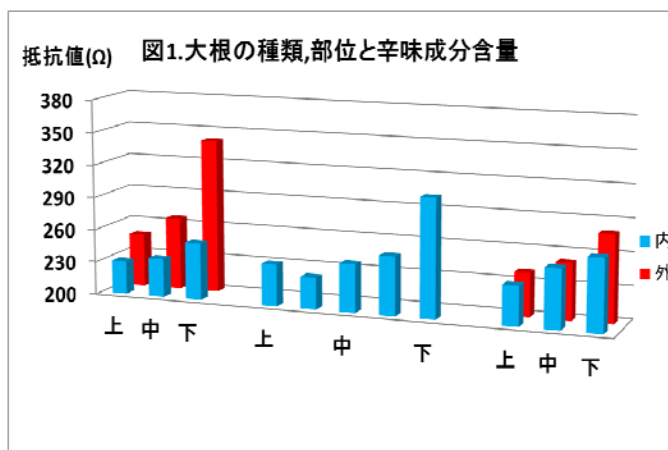
3. 結果

【実験Ⅰ】

図1より、どの大根においても、上部から下部に近づくにつれ辛味成分(チオウレア含量)の増加がみられた。

3種類の大根(伊吹大根、守口大根、耐病総太大根)を比較した結果、伊吹大根の辛味成分含量が最も多く、下部の外側が 340.6Ω と群を抜いて高い抵抗値を示した。

5部位に分けた守口大根の全体を平均した抵抗値は、耐病総太大根の全部位の平均値と 0.1Ω 程度の差しかみられなかったが、下部のみの比較では 35.5Ω の差がみられた。

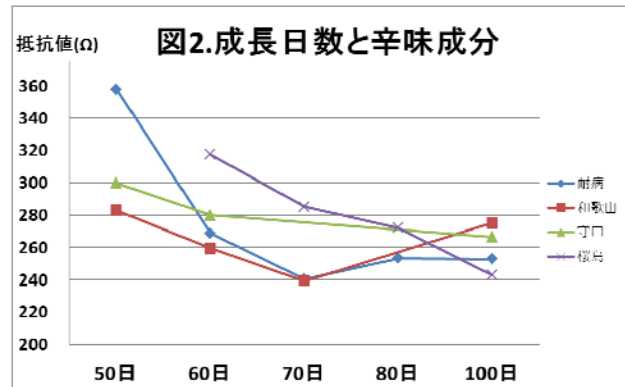


また上部から下部に近づくにつれ辛味成分含量が増加傾向にあるが、守口大根の最上部が上部よりも若干辛味成分含量が多かった。

【実験Ⅱ】

図2より、グラフが右下がりになることから成長が進むにつれて辛味成分含量が少なくなるということが言える。特に、耐病総太大根ではこの変化が顕著であった。

耐病総太大根以外の大根は、60日目から70日目の結果は、ほぼ同じ傾きとなった。しかし、その後の70日目から100日目にかけて和歌山大根の抵抗値が増加した。



4. 考察

【実験Ⅰ】

伊吹大根をすりおろしたとき耐病総太大根に比べ水分が少なかった。滋賀県農業試験場の報告に、「伊吹大根の辛味成分含量は栽培圃場により差はあるものの青首大根に比べ 1.6~2.3 倍量含まれており、大根おろしの辛味は、青首大根に比べ顕著に辛い。また、伊吹大根は水分含量が少ない特徴がある。」とあることから、水分含量が少ないことが辛味成分含量に大きく関与することが考えられる。本実験においても水分が少ない伊吹大根は、辛味成分含量が多いことが検証された。

大根の部位における辛味成分含量の違いでは、内側・外側の比較の場合、形成層を含む外側のほうが 1.0~1.4 倍多い結果が得られたため外側の部位が辛いことが言える。外部に含まれる形成層は細胞の密度が大きいいため内側より細胞の数が多い。そのため辛味成分がより多く作られているのではないかと考えられる。

また上・中・下の3部位の比較では、下部には頂端分裂組織が存在するため他の部位に比べ細胞の数が多く、他の部位に比べ細胞の密度が大きい。そのため多くのイソチオシアネートが作られ下部が辛くなっているのではないかと考えられる。

【実験Ⅱ】

大根の成長に従い、大根全体の大きさに対して形成層が含まれる割合が小さくなったことでイソチオシアネートが外部に比べ少ない内部の細胞の割合が大きくなったことが辛味成分含量が少なくなった要因としてあげられる。しかし、70日目以降の耐病総太大根と80日目以降の和歌山大根においては、辛味成分含量の増加がみられた。これは大根の大きさ、形、すりおろした量が異なったことや、同じ成長日数でも成長度合いの個体差が見られたことが、検出量に関係したのではないかと考えられる。ただし、本実験では成長過程における検体の大根が各1本ずつであったことが、イソチオシアネート含量が安定しなかった要因であったとも考えられる。

5. まとめ

今回 29 回の実験から 446 個の数値を得ることができた。

ほとんどのデータから上部より下部のほうが辛いということ、内側より外側のほうが辛いということが分かった。上部と下部の差の平均値は 41.4Ω で、最大値は畑で育てた桜島大根の 127.5Ω であった。また、外部と内部の差の平均値は 14.3Ω で、最大値は伊吹大根の 61.1Ω であった。

本実験における 4 回の測定値(抵抗値)は、全く変化しないものや、大きく違うものがあった。具体的には、大きいもので守口大根の 4 回の測定のうち 27Ω もの差があった。下部の数値のずれが大きいのに比べ、上部の数値は安定していたと言える。

桜島大根の 71 日目のとき大根の中に黒い部分が見られた。測定時黒い部分が含まれていた上部と中部の抵抗値が高くなるという結果になった。これには何か関係があるのではないかと思われる。

6. 今後の展望、課題

すり下ろした大根の量や保温する時間が一定ではなく、すべての実験を等しい条件で行ったとは言えないため統一したい。

大根を収穫してから測定するまでの期間や保存する環境も等しい条件ではなかった。このことが測定に影響するか分からないため、対照実験で明らかにしたい。

今回大根の各部位から 1 つずつのデータしか取れなかった。小さい大根では搾汁液を多く得るのは難しいが大きな大根では何回か同じ搾汁液を用いて、安定した数値を求めたい。

大根を園芸用プランター(W85.0cm×D31.5cm×H25.5cm)で育てたため、縦にあまり伸びず、枝分かれしてしまった。そのため成長日数の実験において途中から大きさがあまり変わらず、部位の分け方が一様でないという問題が発生した。このことから大根の成長日数と大根の大きさの関係、それに伴う辛味成分含量の関係が不明であるため大根の成長に影響しない大きなプランターを使用する必要性を感じた。

また全国 SSH 大根多様性コンソーシアム(鹿児島大学)において

「部位に分けず、1 本を丸ごとすり下ろした結果があると良い。」

「すり下ろす量を同一質量で統一すると良い。」

「栽培において、腐葉土や砂に変えて測定してみると良い。」

と、ご指導いただきました。この内容については来年度以降の課題として取り組みたい。

7. 参考資料・文献

*九州大学薬学部「イソチオシアネートの新比色定量法」

*平成 17 年度指定スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書・第 5 年次

*平成 22 年度全国 SSH コンソーシアムダイコン多様性研究要旨集

*滋賀県農業試験場 HP

<http://www.naro.affrc.go.jp/topseika1998wenarcryutucgk98101.html>