

黒大豆エダマメ, 「紫ずきん」の熟成と遊離アミノ酸及びミネラル含有量の変化

李 温 九¹⁾, 河 合 哉²⁾, 坪 井 秀 樹³⁾, 和 田 正 夫³⁾,
佐 藤 健 司¹⁾, 南 出 隆 久¹⁾, 大 谷 貴 美 子¹⁾

(¹⁾京都府立大・人間環境*, ²⁾京都農業総合研究所**, ³⁾日立サイエンスシステムズ***)

Change of free amino acid and mineral contents during the maturation of *Murasakizukin*, immature black soybean.

Onkoo RHEE¹⁾, Takeshi KAWAI²⁾, Hideki TSUBOI³⁾, Masao WADA³⁾,
Kenji SATO¹⁾, Takahisa MIMAMIDE¹⁾, and Kimiko OHTANI¹⁾

¹⁾Department of Food Sciences and Nutritional Health, Kyoto Prefectural University

²⁾Kyoto Prefectural Agricultural Research Institute

³⁾Hitachi Science Systems. Ltd.

Summary

The change of free-amino acid and mineral contents during the maturation of *Murasakizukin*, immature black soybean (*Glycine Max Merrill, Forma Kuromame* Makino) were examined.

The contents of free-amino acids, especially asparagine, γ -Aminobutyric acid (GABA), glutamic acid and alanine, were high in the early stage of maturation, but they decreased according with to maturation. The GABA content of the early stage of *Murasakizukin*. was 15 times high, comparing with that of yellow soybean. Mineral contents were increased according with to maturation. Especially magnesium content (mean content of all stages of maturation) was 4 times high in *Murasakizukin* compared with that of yellow soybean.

In the view points as functional foods, the best season of *Murasakizukin* were thought to be the early stage of maturation.

「紫ずきん」は、京都伝統野菜の一つである新丹波黒大豆 (*Glycine Max Merrill, Forma Kuromame* Makino) をエダマメ用に品種改良して作られた黒大豆のエダマメであり、我々は先に、「紫ずきん」が黄大豆エダマメには含まれていない機能性オリゴ糖の1つであるスタキオースを多く含んでいることを報告している^{1), 2)}。本研究では、「紫ずきん」のおいしさに関連がある遊離アミノ酸に着目し、黄大豆エダマメとの比較を行った。併せて熟成に伴うミネラル含量の変化及び子葉中のミネラル分布についても検討を行い、「紫ずきん」の最適食味時期の検討を行った。

実験方法

1. 実験試料

「紫ずきん」は、2001年10月京都農業総合研究所で栽培、収穫されたものを用いた。熟度¹⁾により3段階に分類し試料とした。

*所在地：京都市左京区下鴨半木町1-5 (〒606-8522)

**所在地：亀岡市余部町和久成9 (〒621-0806)

***所在地：大阪市淀川区宮原3-3-31 (〒532-0003)

2. アミノ酸分析

アミノ酸の組成は、佐藤らの方法³⁾に従って行った。遊離アミノ酸を含む試料をPITC誘導体にして逆相HPLC（カラム, Superspher 100 RP-18(e), カラム温度は43℃）で分離した。溶離液は、A液（5%アセトニトリル/150mM酢酸アンモニウム, pH6.0), B液（60%アセトニトリル）で、流速は0.8ml/minである。検出は254nmで行った。

3. ミネラル測定

原子吸光光度計（HITACHI508A型）を用い、マグネシウム、カルシウムは原子吸光分析法で、カリウムは炎光光度分析法により測定した。リン含有量はモリブデン青吸光光度法⁴⁾により測定した。子葉中のミネラル分布については、日立の走査電子顕微鏡（Variable-Pressure SEM）X-線マイクロアナライザを用いて測定した。

結果及び考察

1. アミノ酸含量について

Fig. 1に、「紫ずきん」の総遊離アミノ酸含有量とγ-アミノ酪酸（以下GABAとする）の熟成に伴う変化を示した。総遊離アミノ酸とGABAの含有量は、ともに熟成初期段階であるステージ1で最も多く、熟成に伴い減少した。総遊離アミノ酸の含有量はステージ1で黄大豆エダマメの3倍、ステージ3では黄大豆エダマメとほぼ同じであった。しかし、GABAは熟成初期段階で、黄大豆エダマメの約15倍量含まれており、総遊離アミノ酸含量がほぼ同じであるステージ3においても約4倍多く含まれており、「紫ずきん」にはGABAが多いことが示された。

GABAは神経系における主要な伝達物であり、血圧降下作用を示すことから、GABAの高血圧症や脳血流改善効果に期待が高まっている⁵⁾。さらに、肝臓・腎臓機能改善、肥満防止作用、不眠・イライラなどの改善、精神安定などの作用が臨床学的にも認められている⁵⁾。GABAはもともと種実類や豆類などに多く含まれている遊離アミノ酸であるが、未熟な豆のまま食べる「紫ずきん」中にGABAが多く含まれていることは、「紫ずきん」の機能性食品としての可能性が期待される。

Fig. 2は、遊離アミノ酸を味の系統別に分類し⁶⁾、その割合を示した結果である。「紫ずきん」中に最も多く含まれている遊離アミノ酸は、アスパラギン、GABA、グルタミン酸、アラニンなどの甘味やうま味系のアミノ酸であった。しかし、熟成に伴ってこれらの遊離アミノ酸は減少し、苦味や酸味系の遊離アミノ酸の割合が高くなる傾向が示された。エダマメのおいしさには、甘味を示す糖含有量と甘味とうま味を示す遊離アミノ酸含有量が大きく関係している⁶⁾。先に我々は、成熟に従う水可溶性オリゴ糖の変化について報告した¹⁾が、それらの結果と総合して考えると、おいしさの点では「紫ずきん」の食用適期は熟成初期段階（ステージ3まで）と考えられた。

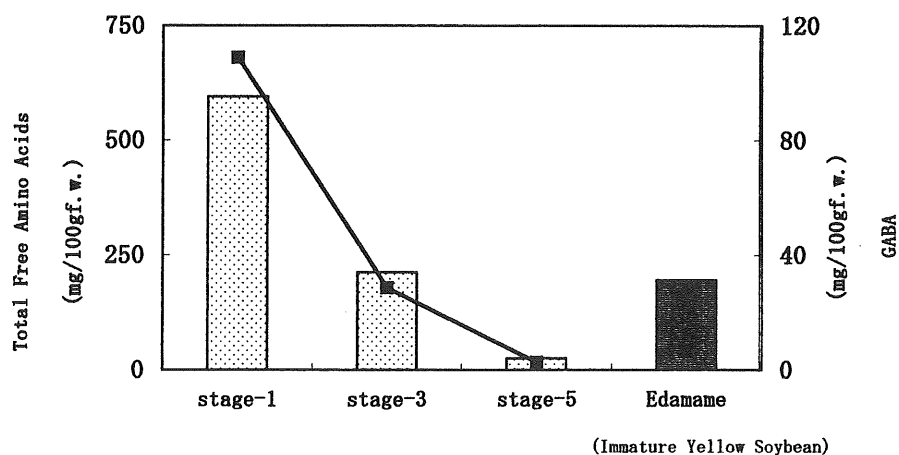


Fig. 1 Total Free Amino Acid and GABA Contents of *Murasakizukin* during Maturation and *Edamame* (Immature Yellow Soybean).

■ Total Free Amino Acids —■— GABA

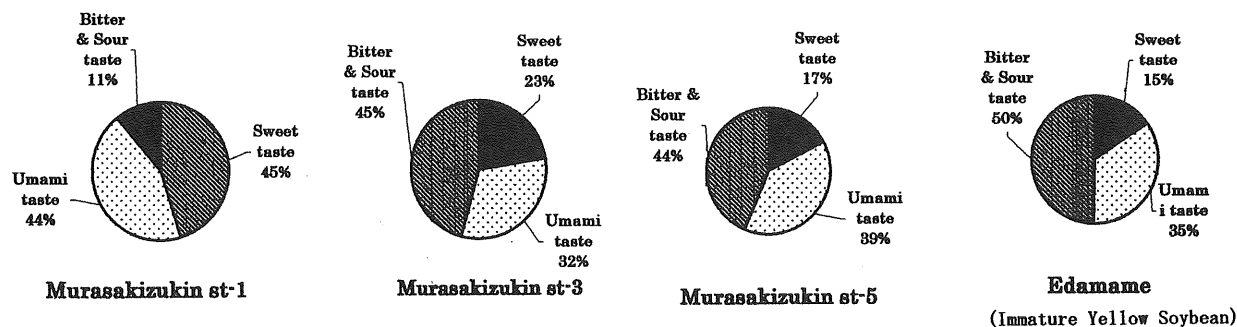


Fig. 2 Classification of Free Amino Acids of *Murasakizukin* According to Their Taste Properties.

sweet taste: total contents of Thr., Ser., Ala., Val. And Met.

umami taste: total contents of Glu., Asp.

bitter and sour taste: total contents of Asn., Arg., Leu., Lys., Phe. and Trp.

熟成に伴うミネラル含有量の変化を Fig. 3 に、またミネラルの分布を写真1に示した。ミネラル含有量は熟成に伴い増加する傾向を示したが分布については子葉部に一様に分布しており（マッピングによりその成分が多く含まれている部分が明るくなる）熟成に伴う変化は認められなかった。中でもマグネシウム含有量はリン、カリウム、カルシウム量と比較して有意に増加した。「紫ずきん」の熟成段階におけるミネラル含有量の平均値と黄大豆エダマメのミネラル含有量とを比較してみると、マグネシウムとカリウムは約4倍、リンは約1.5倍多く含まれていた。マグネシウムは神経伝達やタンパク質の合成を助けるなどの生理機能を持ち、不足の場合食欲不振や高血圧症などを誘発することが知られている⁷⁾。また、マグネシウムは普段の食事からの摂取量が少なく潜在的な欠乏が比較的多く見られる栄養素の一つともされている⁷⁾。従って「紫ずきん」にマグネシウムが多く含まれていることは、「紫ずきん」の食品価値を高めるものと考えられた。

ミネラル含有量は熟成につれ増加しているが、このことは細胞壁構成多糖量の増加とともに豆の硬さにも関係する⁸⁾と考えられ、テクスチャー上好ましくない影響を与える。我々が行った官能検査結果においても、熟成末期の「紫ずきん」の評価は低かった¹⁾。

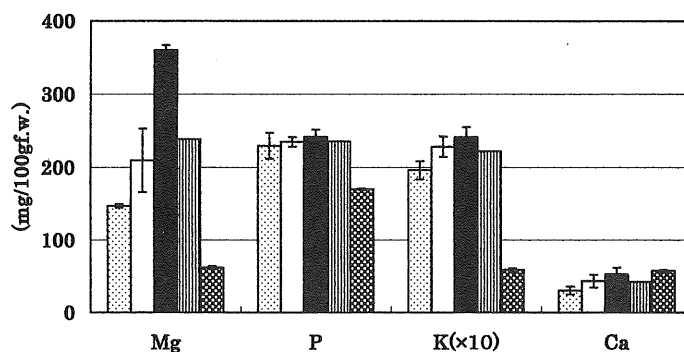


Fig. 3 Minerals contents of *Murasakizukin* during Maturation and *Edamame* (Immature Yellow Soybean)

- | | |
|--------------------|----------------------|
| Murasakizukin st-1 | Murasakizukin st-3 |
| Murasakizukin st-5 | Murasakizukin (mean) |
| Edamame | |

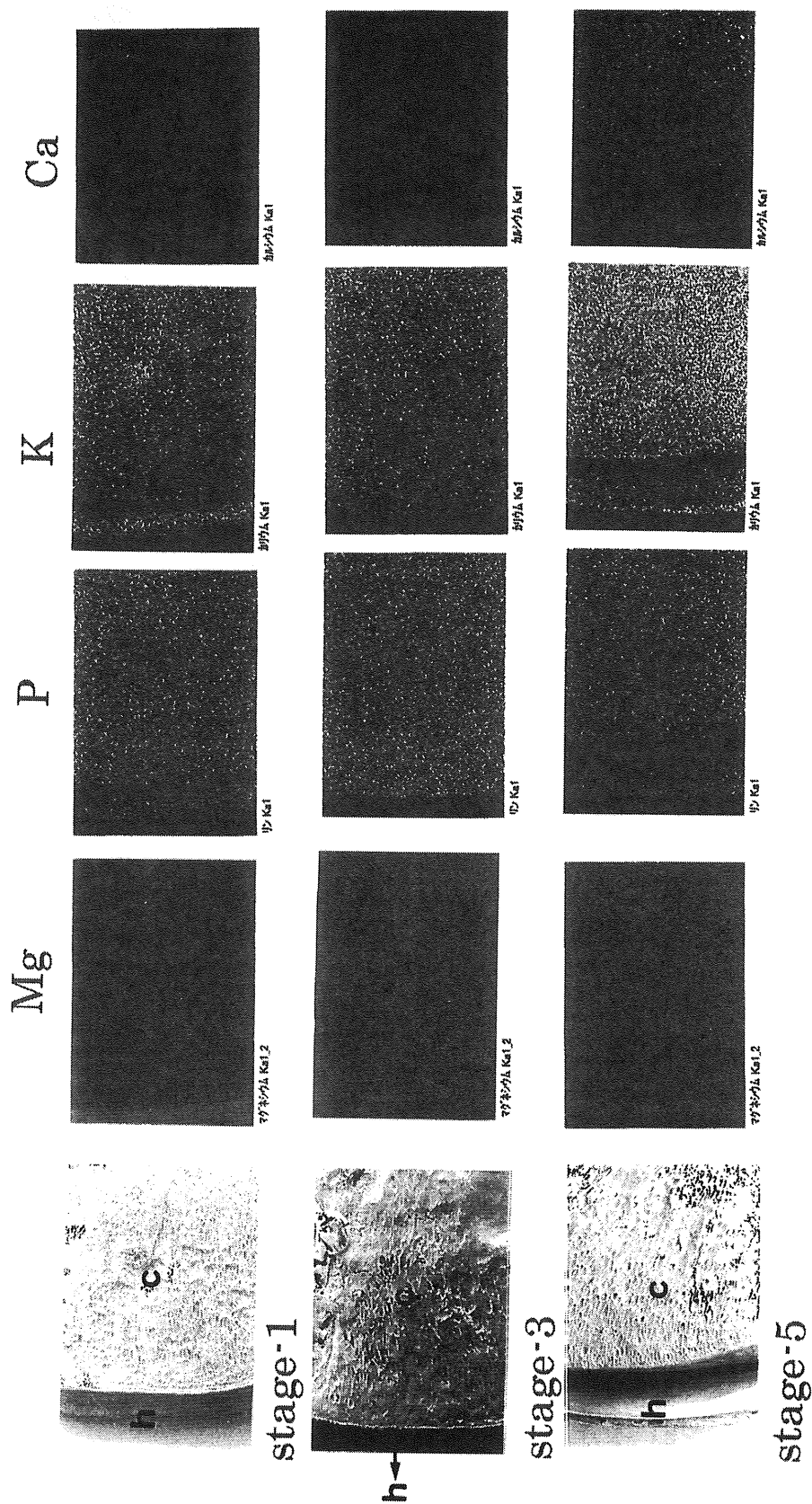


Fig. 4 Reflected Electron Image and Element Mapping of the Endosperm of *Murasakizukin*.
Analysis conditions are as follows:
accelerating voltage, 15kV;
vacuum, 30pa;
c.cotylendons; h.hull.

要 約

「紫ずきん」の機能性食品としての価値と食味の観点から食用適期を検討する目的で遊離アミノ酸とミネラル含有量を測定した。その結果、遊離アミノ酸含量は熟成初期段階で高く、熟成につれ減少したが、遊離アミノ酸の1つであり、その生理作用に期待が高まっているGABAは黄大豆エダマメと総遊離アミノ酸量が同じ程度のステージ3においても約4倍多く含まれることが示された。また、ミネラルでは、マグネシウムを黄大豆エダマメに比較して4倍多く含むことが示された。熟成に伴う遊離アミノ酸やミネラル含有量の変化などから「紫ずきん」の食用適期は熟成初期（ステージ1から3）のものと考えられる。

参考文献

- 1) 李 温九, 南出隆久, 大谷貴美子 (2000) 日本農芸化学学会誌, 74, No.4, pp.501～504.
- 2) 大谷貴美子, 李 温九, 南出隆久 (2000) 微量栄養素研究 17, 103～107.
- 3) K. Sato, Y. Tsukamasa, C. Imai, K. Ohtsuki, Y. Shimizu and M. Kawabata(1992), J.Agric.Food Chem., Vol.40, No.5, pp.806～810.
- 4) 日本食品工業学会 食品分析法編集委員会 (1986), 食品分析法, 光琳, 東京, pp.360～363.
- 5) 森山信雄, 篠崎 隆, 金山功, 矢富伸治 (2002) 日本農芸化学学会誌, 76, No.7, pp.614～621.
- 6) S.Omi, T.Fujii, T.Koizumi, M.Honma and R.Osawa. (2000) Gunma Horticultural Experiment Station.No.5, pp.39～52.
- 7) Otsuka Academy Reference Vitamins, Minerals & Herbs (2001), Otsuka Pharmaceuticals Co., Ltd., pp.87～97.
- 8) 李 温九, 南出隆久, 大谷貴美子 (2001) 微量栄養素研究 18, 123～127.