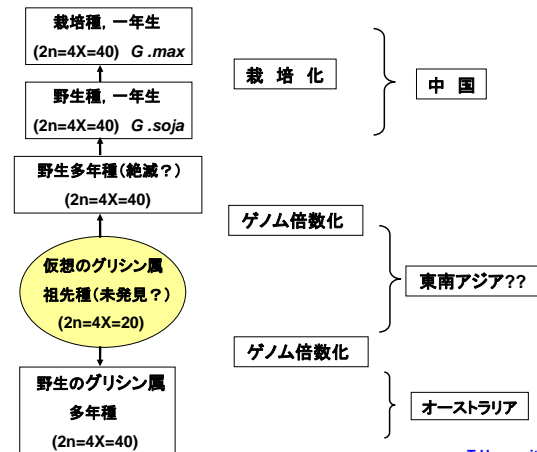


ダイズの機能性成分育種とその利用

- ・はじめに -ダイズとは-
- ・種子タンパク質成分の改変と利用
- ・リポキシゲナーゼ欠失変異の育種的利用
- ・脂肪酸組成, トコフェロール, ルテイン等の脂溶性の機能成分の改変
- ・その他

ダイズ属の起源

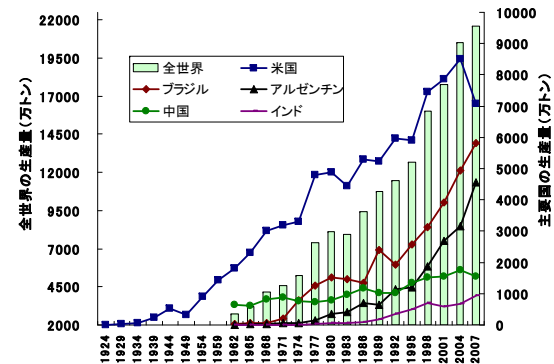


ダイズ, *Glycine max*

ツルマメ, *Glycine soja*



ダイズ主要生産国の生産状況

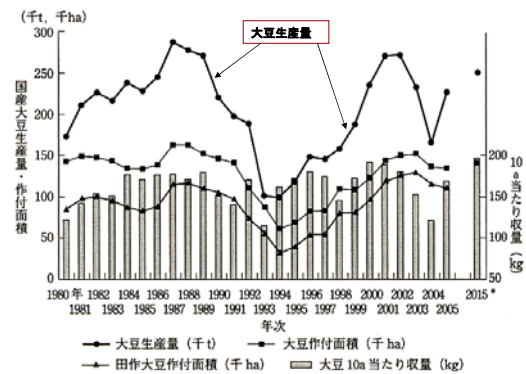


1962→2007 主要作物の生産量等の変化

| 作物 | 面積(100万ha) | | 生産量(100万トン) | | |
|--------|------------|-------|-------------|-------|---------------|
| | 1962年 | 2007年 | 1962年 | 2007年 | 増加率%('07/'62) |
| ダイズ | 23 | 94 | 27 | 216 | 800 |
| トウモロコシ | 103 | 157 | 204 | 784 | 384 |
| イネ | 119 | 156 | 226 | 651 | 288 |
| コムギ | 207 | 217 | 250 | 607 | 243 |
| オオムギ | 57 | 56 | 88 | 136 | 155 |
| パレイシヨ | 22 | 19 | 252 | 321 | 127 |

出典:FAOSTAT(2007)

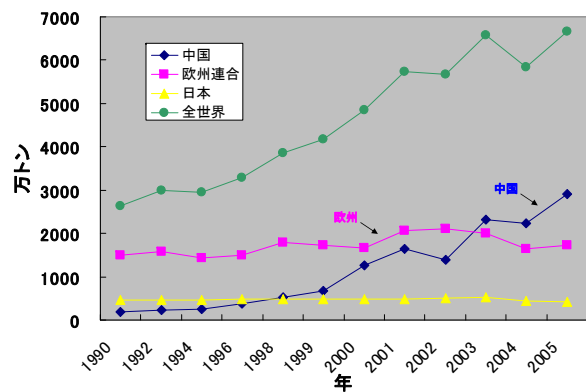
国産大豆の生産動向



*「食料・農業・農村基本計画」における2015年度の生産努力目標

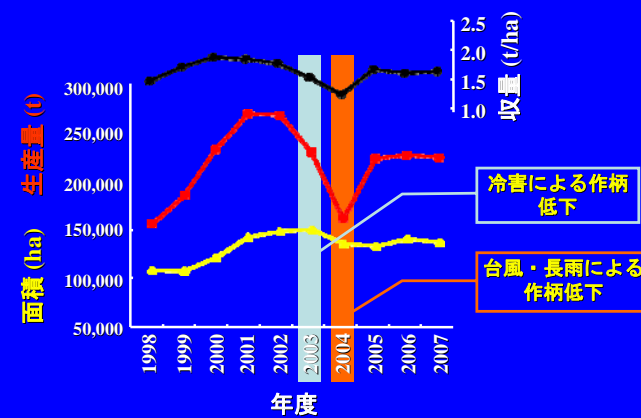
梅本 (2007) 日本人と大豆

主要国のダイズ輸入量の推移



出典:FAOSTAT (2007)

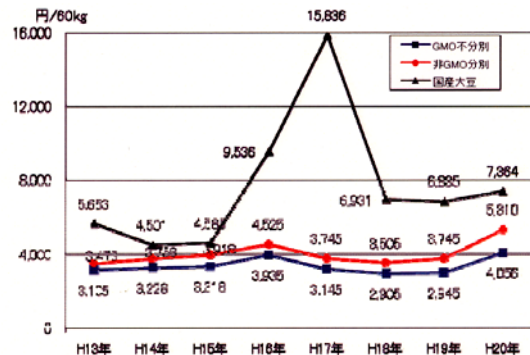
国内のダイズ生産の動向



資料: 農林水産省, 生産局(2008)

東北農研センター・菊池彰夫氏 作成

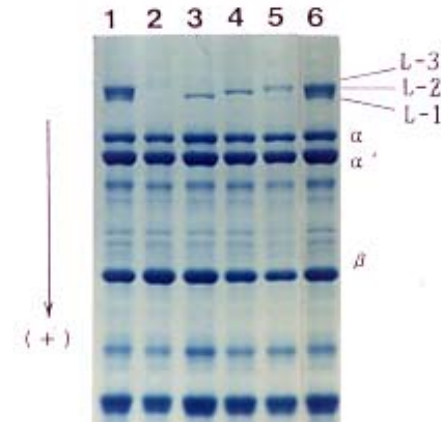
輸入大豆と国産大豆の価格推移



注1: GMO大豆及び非GMO大豆は、日経市中相場。20年は10月までの平均価格。
 注2: 国産大豆は(財)日本特産農産物協会の入札結果。

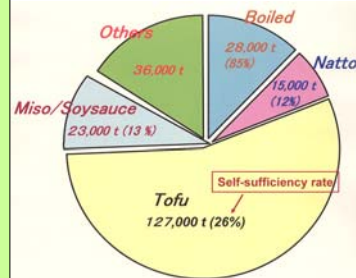
農林水産省 生産局生産流通課(2008)

リポキシゲナーゼ欠失ダイズ系統のSDS-PAGE分析



国産大豆の消費拡大のために解決すべき課題

- ①供給量を安定すること,
- ②大豆の食品加工性をより高めること,
- ③国際的な競争力のある価格にすること,



国産大豆の用途および自給率

リポキシゲナーゼ全欠ダイズは保存性に優れる!

室温で1年間



スズクタカ



ゆめゆたか (L-2,L-3欠)



いちひめ (全欠)

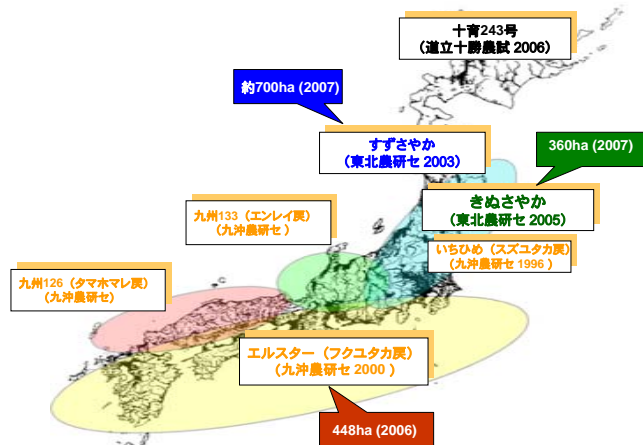
37°Cで1ヶ月



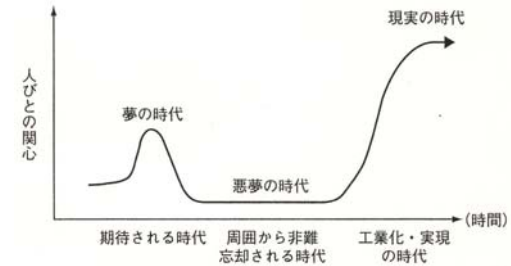
貯蔵ダイズの油揚げの伸びの比較

塚本ら (1994)

リポキシゲナーゼ欠失品種・系統の育成状況



研究の夢・悪夢・現実の時代



科学的発見が具体的な商品に転換され、そして最終的に社会へ出ていくプロセスに、ある共通のパターンがある。

このパターンを三つの時期に分け、新たな科学的発見によって社会から実用化への大きな期待が寄せられる「**夢の時代**」、しかし、実用化には時間がかかり、結果的に社会の期待が低下する「**悪夢の時代**」、そして最終的に研究した成果が社会へ出ていく「**現実の時代**」と呼んだ。

「産業科学技術」の哲学 吉川・内藤 著 (2005)

「ゆめゆたか」の新ダイズ製品開発の試み

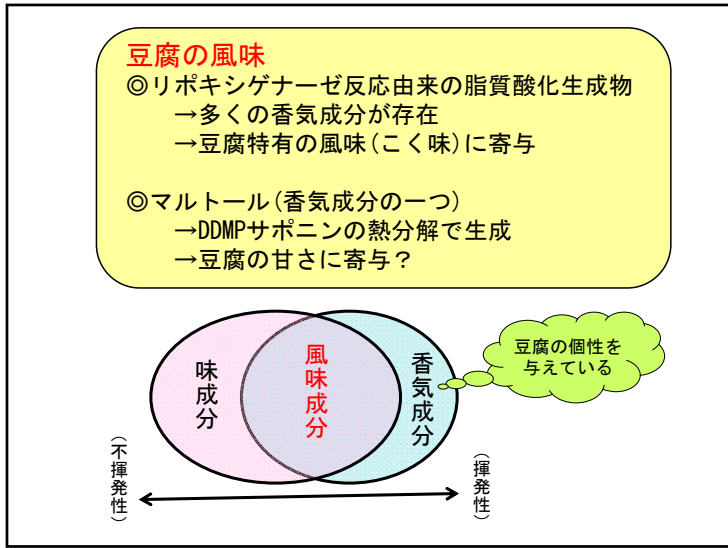
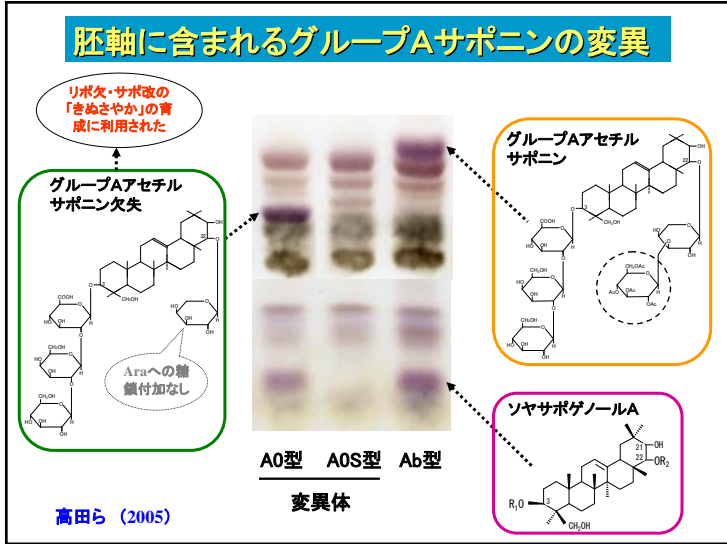
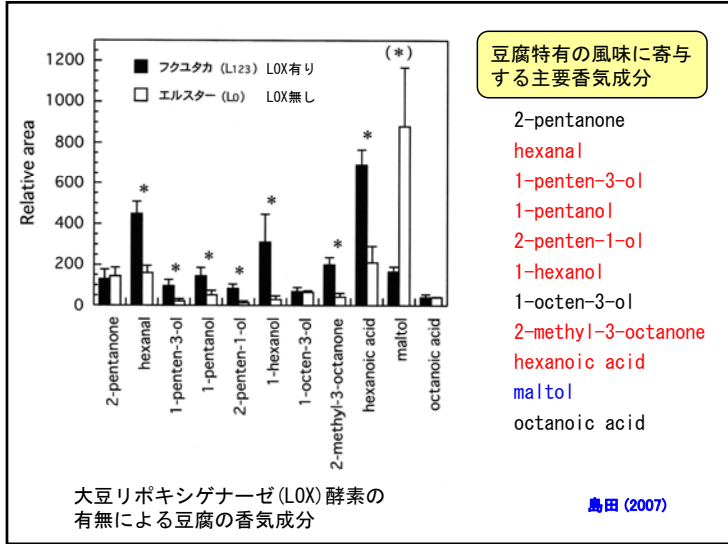


ゆめゆたか:L-2, L-3 欠失ダイズ (1992年農林品種登録)

“すずさやか”の新用途製品



東北農研センター・大豆育種研究室



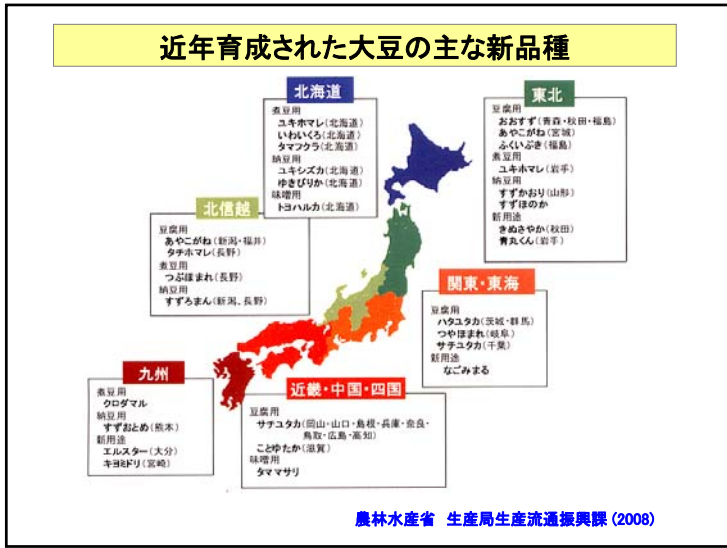
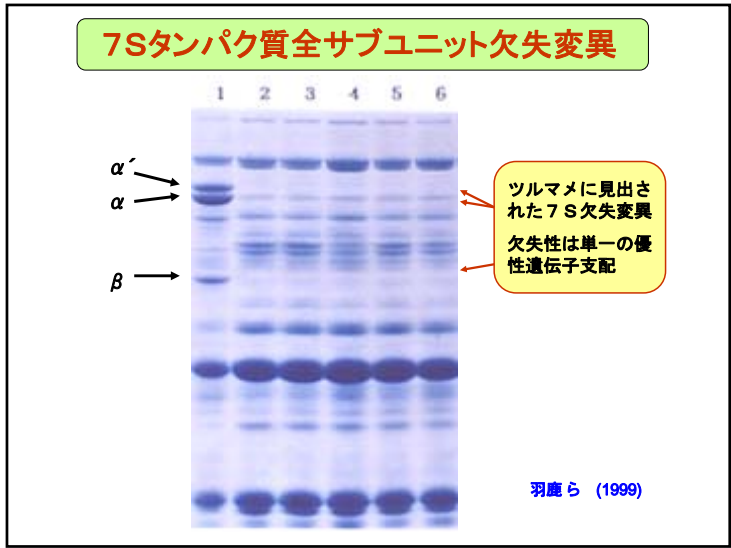
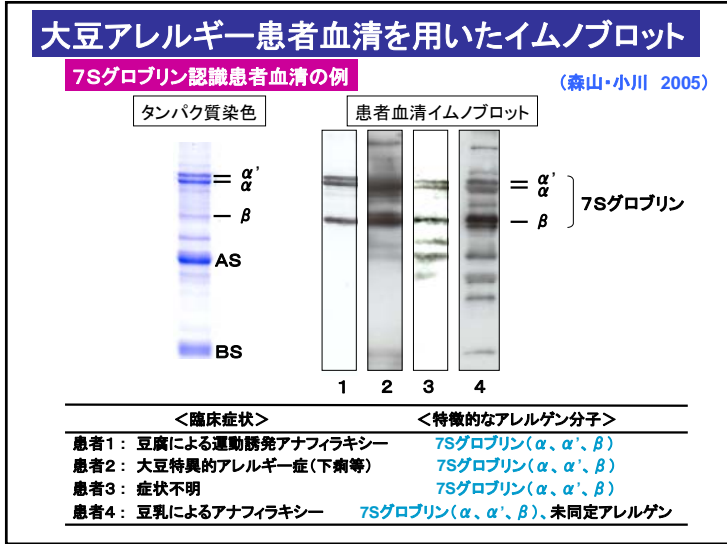
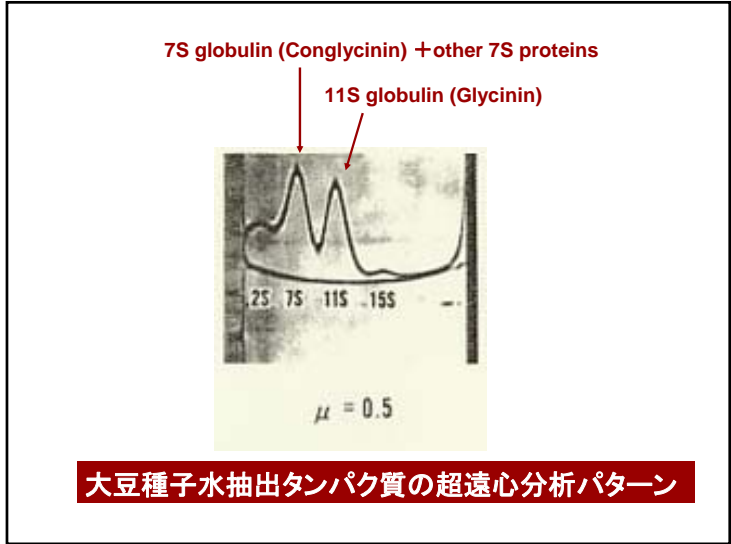
だいた「東北151号(きぬさやか)」の豆乳は 渋みや不快味が少ない!

表III-3-7-5 豆乳官能評価試験成績

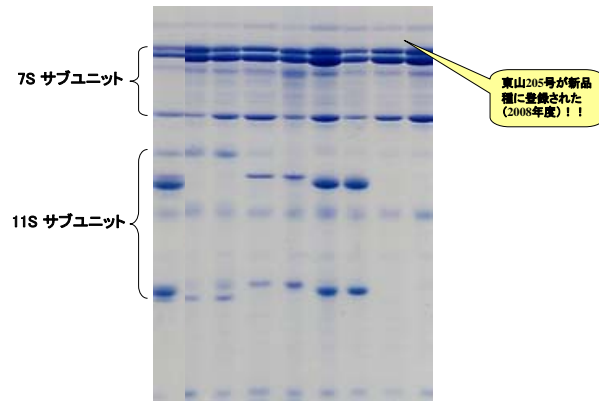
| 系統・品種名 | 甘み | こく | 青臭み | 渋み | 不快味 | 総合 |
|--------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 東北151号 | 3.6 | 3.6 | 2.9 | 3.4 | 3.7 | 3.4 |
| スズユタカ | 2.9 | 2.7 | 2.6 | 2.3 | 2.9 | 2.3 |
| すずさやか | 3.1 | 3.3 | 2.9 | 2.8 | 3.1 | 2.9 |
| 評価基準 | ↑5 ある | ある | ない | ない | ない | 良い |
| | 3 普通 | 普通 | 普通 | 普通 | 普通 | 普通 |
| | ↓1 ない | ない | ある | ある | ある | 悪い |

注) 1. 試験年次: 平成12年(刈系651号の成績)。
2. 表III-3-7-4で製造した豆乳について8名のパネラーにより官能評価を行った。

新品種決定に関する参考成績書
だいた「東北151号」(平成17年3月)



11Sタンパク質のサブユニット欠失変異



夫の健康。妻の計画。

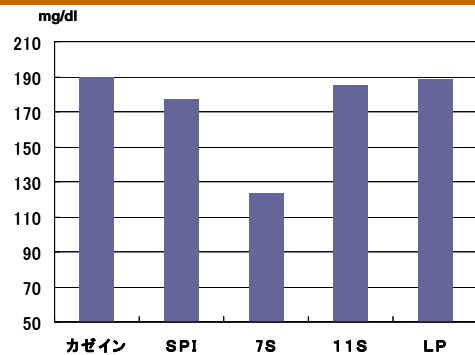
大豆の新注目成分「β-コングリシニン」って?

大豆全体の約5%

大豆

健康のために何かを始めたい方に。食生活の乱れを見直したい方に。クリーミーで飲みやすい豆乳飲料です。

各種ダイズタンパク質のラットの血清中性脂肪濃度低下作用



ラットの血清中性脂肪を低下する大豆タンパク質 (6週令)

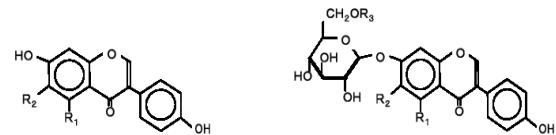
鬼頭 (2006)

ダイズの機能性成分とその生理作用

| 機能性成分 | 生理機能 |
|----------|---------------------------|
| ダイズタンパク質 | コレステロール低下, 中性脂肪低下, 抗血圧上昇 |
| 食物繊維 | 大腸がん予防 |
| オリゴ糖 | 整腸作用 |
| イソフラボン | 抗がん・がん抑制, 骨粗鬆症予防, 更年期障害予防 |
| サポニン | 抗酸化, 抗ウイルス, 肝機能障害改善 |
| フィテン | 抗酸化, 抗がん |
| レシチン | 脂質代謝改善, 循環器疾患予防 |
| トコフェロール | 抗酸化, 脂質代謝改善, 免疫増強 |
| ステロール | コレステロール低下 |
| α-リノレン酸 | 脳・神経機能維持, 抗アレルギー |

河村(2003), Food Style (1998)を参考に作成

イソフラボンの化学構造と機能性



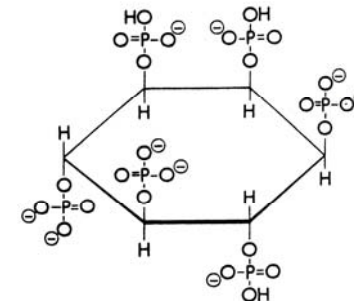
| | R ₁ | R ₂ |
|-----------|----------------|------------------|
| Daidzein | H | H |
| Genistein | OH | H |
| Glycitein | H | OCH ₃ |

| | R ₁ | R ₂ | R ₃ |
|----------------------|----------------|------------------|------------------------|
| Daidzin | H | H | H |
| Genistin | OH | H | H |
| Glycytin | H | OCH ₃ | H |
| 6'-O-malonyldaidzin | H | H | COCH ₂ COOH |
| 6'-O-malonylgenistin | OH | H | COCH ₂ COOH |
| 6'-O-malonylglycytin | H | OCH ₃ | COCH ₂ COOH |

機能性成分としてのイソフラボン

イソフラボンは抗酸化および女性ホルモン様作用を有し更年期障害の予防・改善や抗発ガン性などの薬理効果をもつ

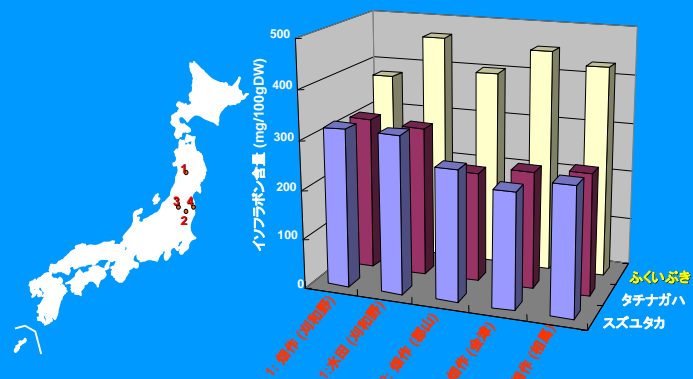
大豆種子は約0.5%のリンを含有し、その約7~8割はフィチン結合型である！



フィチン酸の化学構造

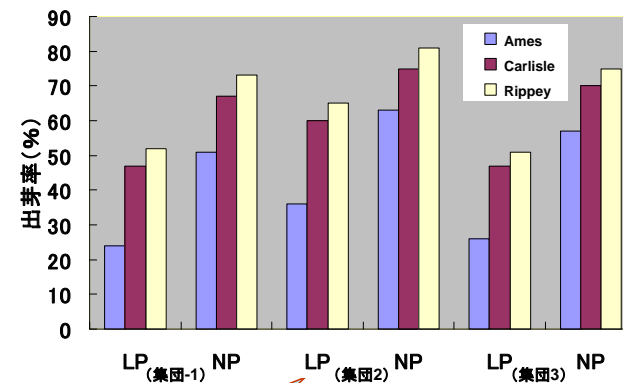


大豆3品種のイソフラボン含量(2000年、2001年)



東北農研センター・菊池彰夫氏 作成

低フィチン酸 (LP) 系統は出芽率が低い！



2個の劣性遺伝子 (*pha1*, *pha2*) によってフィチン酸含量が1/3に低下

Crop Sci. 45: 593-598 (2005)

ダイズはイソフラボンやサポニンなど特徴的な有効成分を含有し、機能性成分の宝庫と云われている。

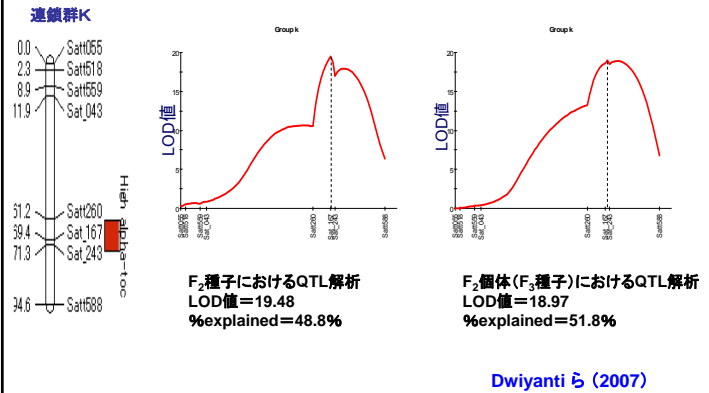
しかし、

✓ ビタミンE活性の高いα-トコフェロール含量が低い、

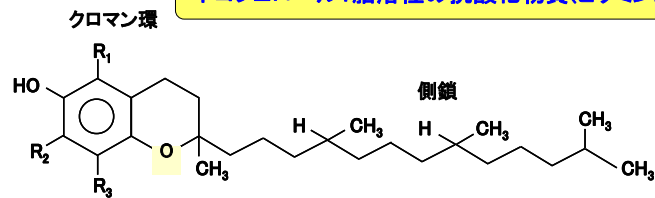
✓ β-カロテンなどのカロテノイドをほとんど含まないなどの欠点がある。

そこで、

連鎖群Kで効果の大きいQTLが確認された



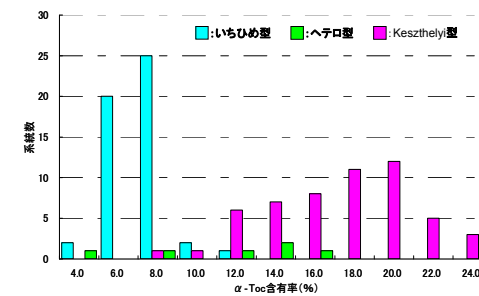
トコフェロール:脂溶性の抗酸化物質(ビタミンE)



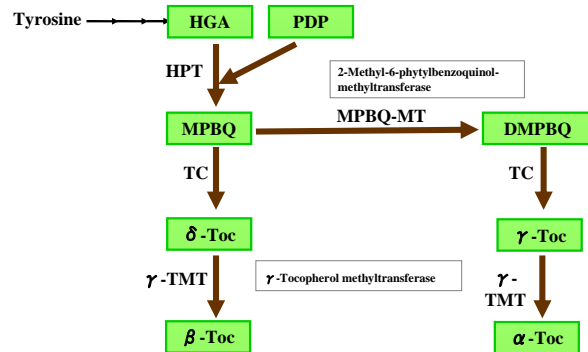
| | R ₁ | R ₂ | R ₃ | ビタミンE 活性 |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| α-Toc | CH ₃ | CH ₃ | CH ₃ | 100 |
| β-Toc | CH ₃ | CH ₃ | H | 30~50 |
| γ-Toc | H | CH ₃ | CH ₃ | 10 |
| δ-Toc | H | H | CH ₃ | >2 |

種子のα-Toc含量を高めてビタミンE活性を強化

F₅個体(F₅種子)のα-Toc含有率とSSRマーカー(K-SC138-10)の遺伝子型の関係

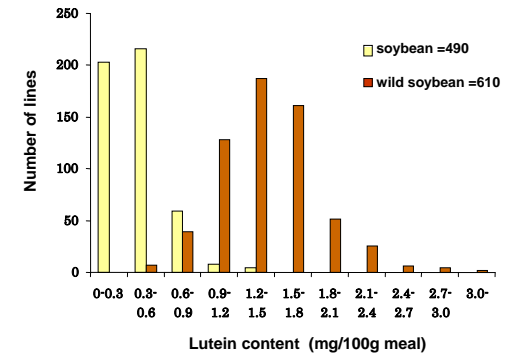


トコフェロールの生合成経路



HGA: homogentisic acid; PDP: phytyl diphosphate;
HPT: Homogentisate phytyltransferase; TC: Tocopherol cyclase

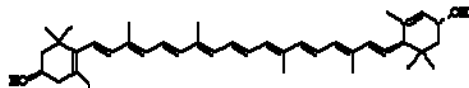
Frequency distribution of lutein contents in soybean and wild soybean accessions



Kanamaru et al. (2006)

ルテインの構造と生体防御機能

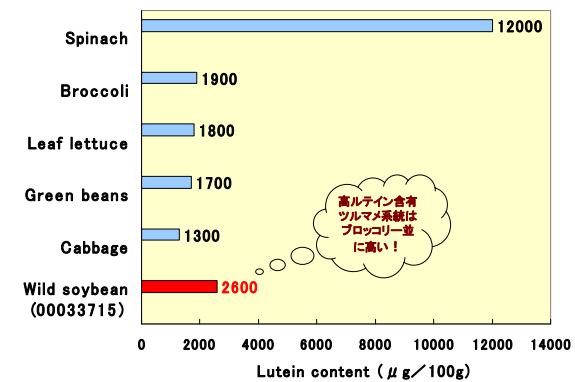
ルテインは、とうもろこしなどの野菜や果物に一般的に含まれる黄色のカロテノイドで、特異的に網膜や水晶体に存在する数少ないカロテノイドです。ルテインを多く含む食品の摂取は、その抗酸化作用と細胞損傷を促進する有害な青色光の吸収作用によって、加齢性網膜黄斑変性症や白内障にかかる危険性を低減するといわれています。



ルテインの化学構造

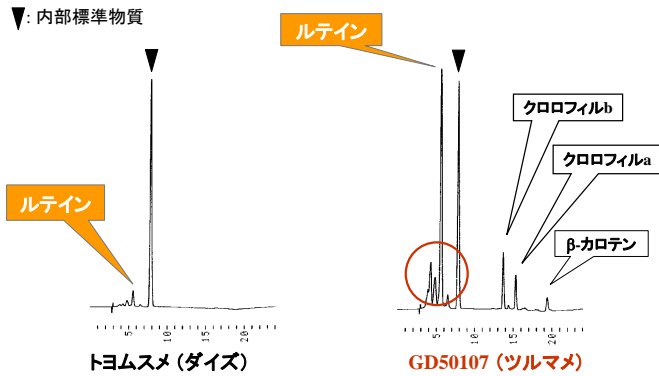
© Since 2001 Roche Vitamins Japan K.K. All Rights Reserved. See our Legal Statement

ルテインは黄緑色野菜類に多い



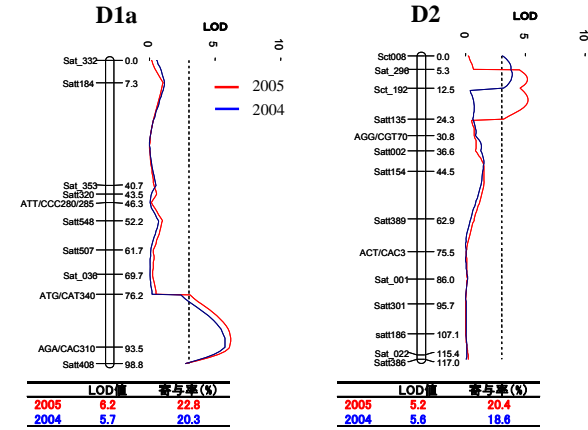
Luteinfo.jp

HPLCによりツルマメに高ルテイン形質を確認



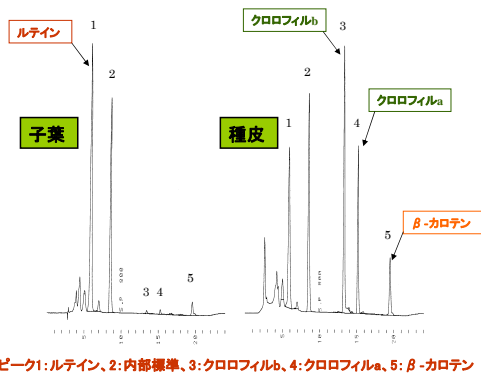
Kanamaru et al. (2006)

十系780×日高4号由来のRILsを用いて推定したルテイン含量に関与するQTLs



金丸ら (2007)

ツルマメ 00033715の子葉と種皮のHPLCクロマトグラム

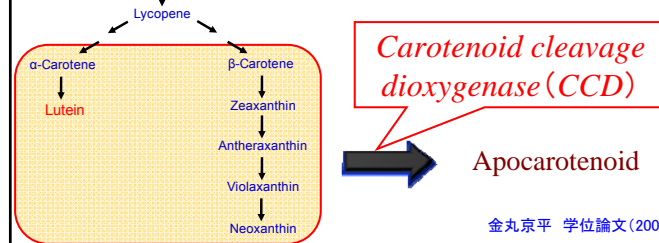


Kanamaru et al., (2006)

ルテインの蓄積とカロテノイド分解酵素との関連性に関する知見

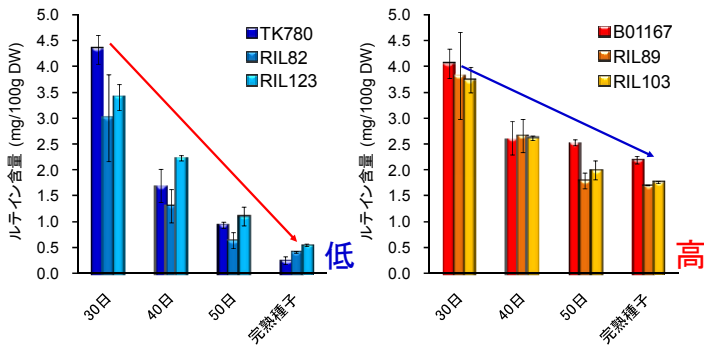
- ✓ シロイヌナズナの種子やキク黄色花卉におけるルテイン等のカロテノイドの蓄積にカロテノイド分解関連遺伝子(CCD)の発現の有無が密接に関与する

Geranylgeranyl diphosphate (GGDP) (Auldridge et al. 2006, Ohmiya et al. 2006)



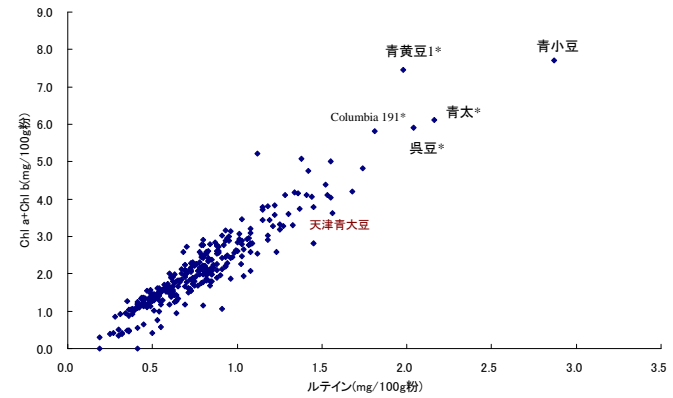
金丸京平 学位論文(2008)

未熟種子におけるルテイン含量の経時変化



金丸京平 学位論文 (2008)

子葉緑ダイズ品種のクロロフィル含量とルテイン含量の関係



クロロフィル含量: ChlaおよびChlb標準試料を用いて定量

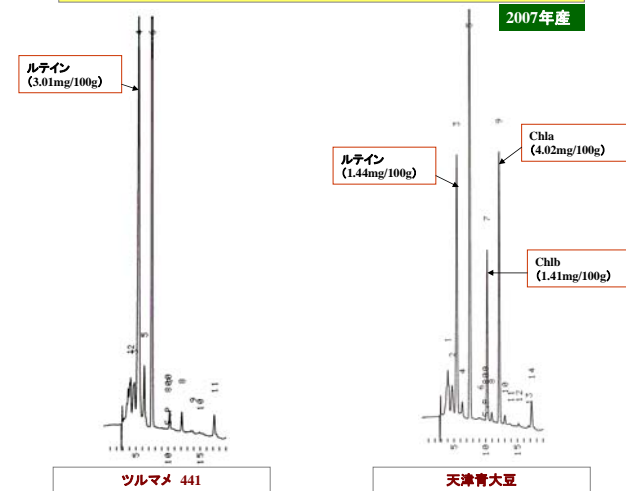
多数の子葉緑ダイズ品種が保存されている

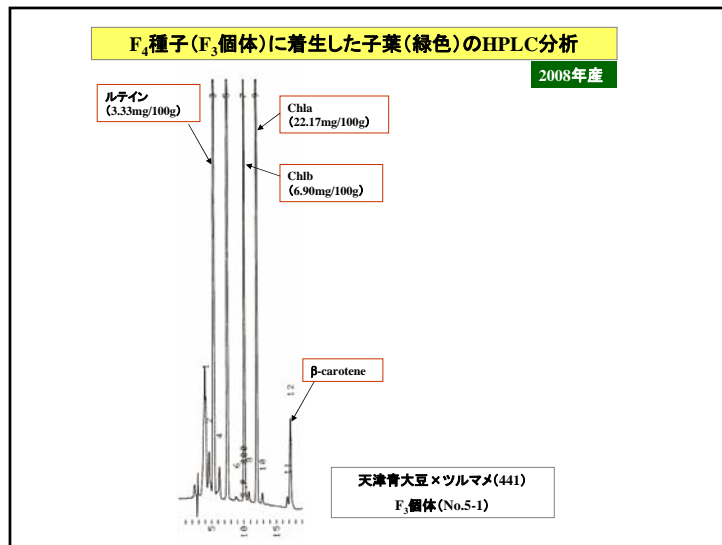
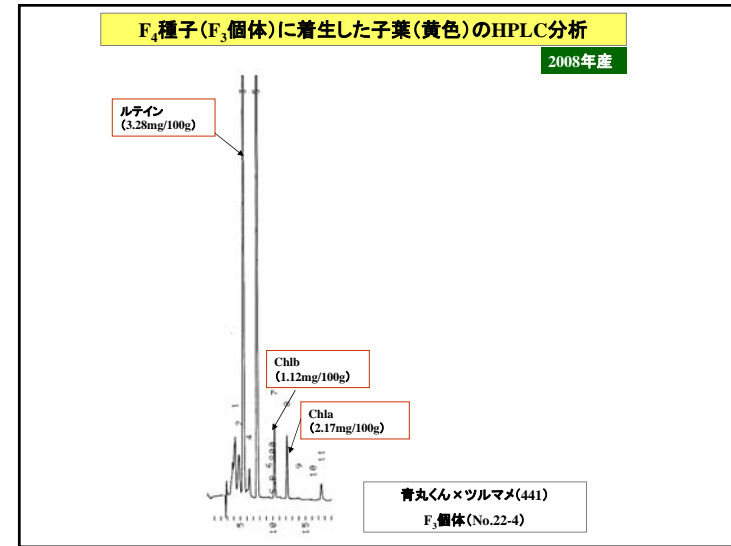
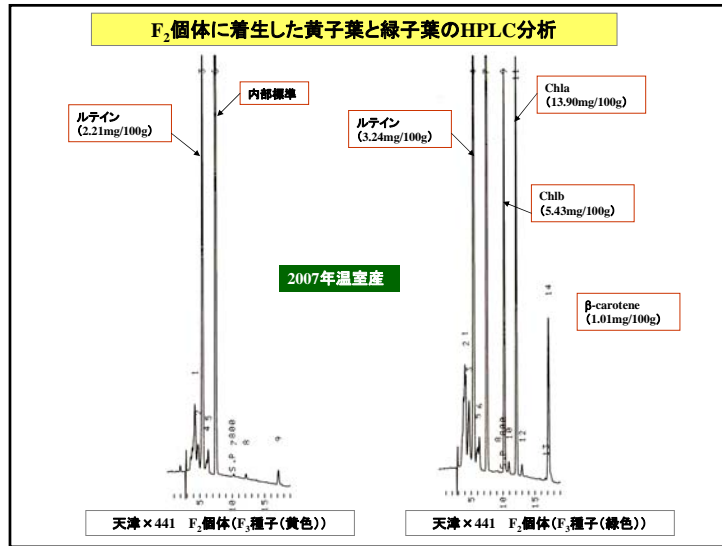


子葉緑ダイズ品種

- ・核遺伝 (2 因子劣性) 支配タイプ: 青丸くんなど
- ・細胞質遺伝支配タイプ: キヨミドリなど

天津青大豆, ツルマメ441のHPLC分析





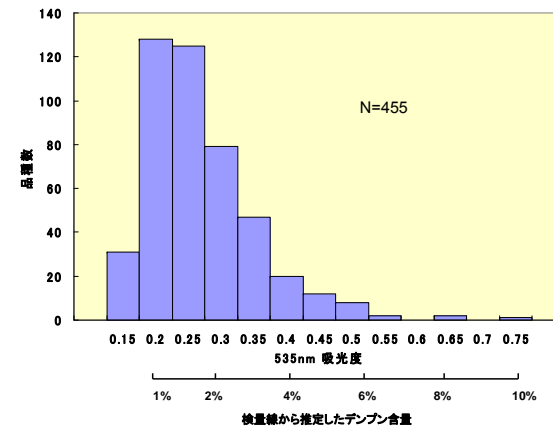
スーパー機能性ダイズの育成に向けて

ダイズの利用拡大を考えると、将来にわたって特殊な機能を有する品種を育成することが望ましい。そこで、高 α -トコフェロール、高ルテイン、高リノレン酸形質等の分子マーカーを開発し、既に利用が可能なリポキシゲナーゼ欠失、高イソフラボン品種にこれらの遺伝子を集積することにより、これらの機能性因子を合わせもつスーパー機能性ダイズの育成を試みる。

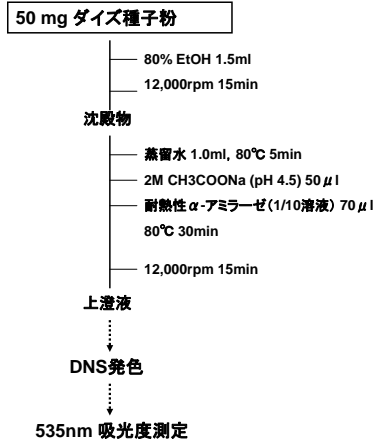
デンプンヨード反応によるダイズの検索



ヨード反応陽性ダイズ品種の簡易定量デンプン含量の分布



種子デンプン含量の簡易定量法



以上です。ありがとうございました。

北海道大学農学研究院
喜多村啓介