

愛媛県産雑穀の機能性比較

誌名	愛媛県農林水産研究所企画環境部・農業研究部研究報告
ISSN	18837395
著者名	野中,稔 石々川,英樹
発行元	愛媛県農林水産研究所
巻/号	2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 29-36
発行年月	2010年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



愛媛県産雑穀の機能性比較

野中 稔 石々川英樹

Comparison of Functional Components in Millets Harvested in Ehime Prefecture

NONAKA Minoru and ISHIISHIKAWA Hideki

要 旨

総ポリフェノール含量, ラジカル消去能, フィチン酸, GABA (Gamma-aminobutyric acid: γ -アミノ酪酸), 胆汁酸吸着割合等の機能性について, 県内産の8品目の雑穀(シコクビエ, 赤米, 緑米, モチキビ, モチムギ, モチアワ, タカキビ, 黒米)を供試して, 比較検討を行った。

その結果, 雑穀は玄米(ヒノヒカリ)に比べ, ポリフェノール, ラジカル消去能ともに多く含むが, フィチン酸については黒米以外の雑穀は玄米より含有量が少なかった。発芽処理を行った場合, 玄米は他の雑穀に比べGABAが著しく増加した。胆汁酸の吸着性能については, 二次胆汁酸は一次胆汁酸より多く吸着され, タカキビ, モチムギ, 黒米, モチキビは吸着割合が高く, 玄米, 白米(ヒノヒカリ), 緑米では低くなり, 品目により吸着割合が異なった。

キーワード: 機能性, GABA, 雑穀, 胆汁酸吸着度, フィチン酸, ポリフェノール, ラジカル消去能

1. はじめに

食生活の西洋化に伴い, 日本人の死亡要因の3分の2が生活習慣病に起因するものとなり, 食生活における消費者の健康志向が高まってきている(厚生労働省, 2007)。

また, 伝統的な食材や料理, 質の良い食品を守り, 質の良い食材を提供する生産者を守るとともに, 消費者に食育をすすめることを目的としてスローフード運動が展開されている。

このように美味しいだけでなく, 栄養・安全を兼ね備えた「本物の食」が求められる時代であり, 昔から食されてきた雑穀も再び消費者に受け入れられつつある(及川, 2003)。

これまで, 食品の品質は, 一次機能(栄養性: 体に対する栄養素の働き)や二次機能(嗜好性: 美味しさ感覚器官に対する香味成分の働き)を中心に評価または論じられてきたが, 生活習慣病の防御対策として, 人間の体調調節・生体防御・疾病の予防回復などの三次機能についても, 食品の機能として注目されはじめた。

2006年10月に愛媛県農業試験場(当時)で開

催された農林参観デーの一般来場者(男性64人, 女性79人)を対象に, 県内産雑穀を白米に混ぜた雑穀ご飯(A: 白米90%+押し裸麦7%+モチキビ3%, B: 白米90%+押し裸麦7%+モチキビ2%+黒米1%, C: 白米90%+押し裸麦7%+黒米3%, 対象: 白米100%)を成型器により直径3cm, 長さ4.5cmの俵型おにぎりにして試食を行い, 雑穀に対するアンケート調査を行った(表1)。

その結果, 女性の方が雑穀に対して高級感, 味, 栄養, 価格ともに評価が高かった。また, 食味評価も女性の方が高く, 雑穀に対して求めるものは, 愛媛県産, 安全, 国内産, 美味しさ, 無農薬, 食品機能性などであった(図1)。

そこで, 雑穀の消費拡大と有利販売に資するため, その機能性を比較検討したので報告する。

2. 試験方法

2.1 供試材料

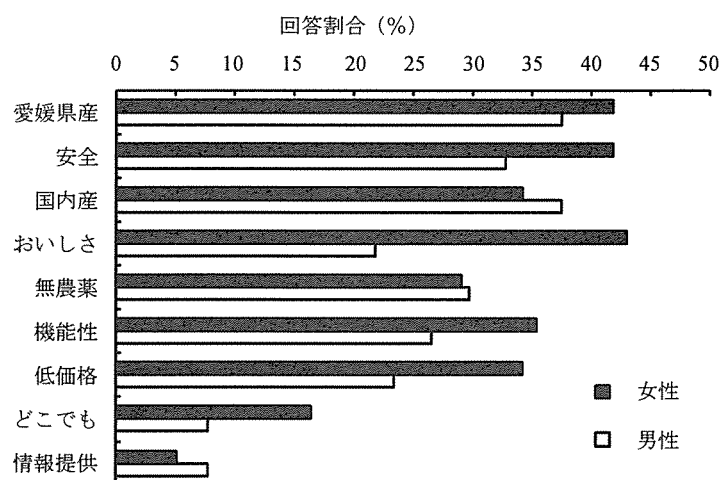
供試材料は, 2005年に愛媛県内で生産されたシコクビエ(愛媛農試産), 赤米, 緑米, モチキビ, モチムギ, モチアワ(以上, 東温市産), タカキビ

表1 性別、年代および白米以外のご飯を食べる頻度による傾向^{※2}

	総合	①性別		②年代別(%)				③白米以外食頻度別(%)			数値基準
		女性	男性	10-20代	30-40代	50代	60代以上	毎日～週2,3日に1回	週1回	月2回～食べない	
回答数	143	79	64	14	20	26	40	23	47	30	①は実数、②③は割合表記
白米食頻度(回/日)	2.6	2.6	2.7	2.4	2.5	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	
白米以外食頻度	3.1	3.2	3.0	2.9	2.9	3.1	3.3	—	—	—	1:毎日～5:食べない
雑穀のイメージ											
高級感	3.2	3.4	3.0	3.2	3.1	3.3	3.2	3.2	3.3	3.0	1:貧しい～5:高級
味	3.0	3.1	2.9	3.9	3.1	2.8	2.7	3.1	2.9	3.1	1:悪そう～5:おいしそう
栄養	4.3	4.5	4.1	4.3	4.3	4.4	4.3	4.3	4.4	4.3	1:悪そう～5:良さそう
価格	3.5	3.6	3.3	3.1	3.3	3.4	3.7	3.4	3.5	3.4	1:安価～5:高価
雑穀ごはん食頻度	2.5	2.5	2.3	2.7	2.9	2.3	2.3	2.5	2.5	2.4	1:ない～5:ひんばん
雑穀ごはん食味 ^{※1}											
A	1.1	1.2	0.9	1.3	1.1	1.2	0.9	0.7	0.9	1.6	白米と比べて,
B	1.0	1.1	0.9	1.2	1.2	0.7	1.0	0.8	0.8	1.4	-3:とても嫌い～3:とても好き
C	1.2	1.4	1.0	1.7	0.5	1.1	1.0	1.1	1.0	1.5	

※1 A: 白米90%+押し裸麦7%+モチキビ3%, B: 白米90%+押し裸麦7%+モチキビ2%+黒米1%, C: 白米90%+押し裸麦7%+黒米3%

※2 2006年10月, 愛媛県農業試験場農林参観デーにおけるアンケート結果による

図1 雑穀販売に求めること(男女別)[※]

※ 2006年10月, 愛媛県農業試験場(当時)農林参観デーにおけるアンケート調査結果による

(西予市産), 黒米(鬼北町産)を供試した(写真1～8). 比較対照としてヒノヒカリ(愛媛農試産)の玄米と白米を用いた.

2.2 試験項目及び方法

2.2.1 総ポリフェノール含量

総ポリフェノール含量は, フォリンーデニス法(篠原ら, 2000)に準じ, ミルサー(イワタニ社製)でサンプルを粉碎した粉末試料に, プロアントシアニンの抽出効率を高めるため, 80%エタノール(特級)の代わりに80%アセトン(特級)を加え, ホモジナイザー(ウルトラタックスT25)で攪拌し, 遠心分離処理(HITACHI himac CR5L 3000rpm × 15min)後, No.5 濾紙で濾過し定容した.

イオン交換水を入れた試験管にサンプル及び

フォリンーデニス試薬を加えてボルテックスミキサー(Scientific Industries)で攪拌した後, 飽和炭酸ナトリウムを加え発色させ30分間放置した後, 溶液を分光光度計(日立社製U-1000)で700nmの吸光度を測定した.

標準物質に, クロロゲン酸を用いて検量線を作成し, サンプルの総ポリフェノール含量を測定した. 単位はクロロゲン酸換算量(mg chlorogenic acid eq./100g)で示し, 測定は1点当たり3反復とした.

2.2.2 ラジカル消去能

ラジカル消去能は篠原ら(1999, 2000)に準じて分析を行った.

粉末試料に80%エタノール(特級)を加えホモ

ジナイザー（ウルトラタックスT25）で攪拌し、遠心分離処理（HITACHI himac CR5L 3000rpm × 15min）後、No.5 濾紙で濾過し定容した。

80%エタノールを入れた試験管に、0.2mM Trolox と分析サンプルをそれぞれ加え、次に400μM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)と0.2M MES (2-Morpholinoethanesulfonic acid, monohydrate) bufferの混合液を定量ずつ加え、ボルテックスミキサー（ジェニー2）で攪拌し、20分間放置した後にそれぞれ分光光度計（日立社製U-1000）で520nmの吸光度を計測した。

標準物質に、抗酸化物質である0.2mM Trolox-80%エタノール液を用いて検量線を作成し、DPPHの退色率からサンプルの抗酸化能を測定した。単位はTrolox 換算量（μM Trolox eq./100g）で示し、測定は1点当たり3反復とした。

2.2.3 フィチン酸含量

フィチン酸は、ウェード法（M.Lattaら、1980）に準じ分析を行った。

粉末試料に2.4%塩酸を加え、ボルテックスミキサー（ジェニー2）で攪拌し、遠心分離処理（HITACHI himac CR5L 3000rpm × 60min）後、上澄み液を採取し10倍に希釈した。希釈液をイオン交換樹脂（200-400mesh AG1 X8）で満たしたシリッジの中を通した後、0.1M塩化ナトリウム液で夾雑物を除去し、0.7M塩化ナトリウム液によりフィチン酸を抽出した。

試験管にサンプル液及び検量液を採取し、ウェード試薬（酸化第二鉄+スルホサリチル酸）を加えて発色させ、10分後に分光光度計（日立社製U-1000）で500nmの吸光度を計測した。

標準物質に、フィチン酸ナトリウムを用いて検量線を作成し、サンプルのフィチン酸含量を測定した。単位はフィチン酸ナトリウム換算量（mg / 100g）で示し、測定は1点当たり3反復とした。

2.2.4 GABA（γ-アミノ酪酸）

発芽処理によるGABAの含量の変化を把握するために、全粒試料をイオン交換水に浸漬し、30℃で20時間の処理を行った。発芽処理後の全粒浸漬液のエタノール濃度が80%になるようエタノールを加えた後、ホモジナイザーにより摩砕抽出を行い、遠心分離後の上澄み液をサンプルとした。なお、発芽処理前のGABAは、粉末試料から80%エ

タノールにより抽出した。

アミノ酸のラベル化は、サンプル液を濃縮乾固した後、蒸留水で一定量に希釈し、ダブシルクロリドの10μM/mlアセトン溶液を加え、攪拌しながら70℃で6分間反応させ、高速液体クロマトグラフ（HPLC）によりGABAの分析を行った。

分析に用いたHPLCは、TSKgel ODS-100V（150mm）とWakosil-II 5C8 RS（150mm）のカラムおよびUV検出器（波長430nm）を取り付けたものを使用した。カラム温度は40℃、溶離液は20mMリン酸溶液とメタノールの2液グラジエント条件とし、流速は1.0ml/minとした。発芽処理前後の測定は1点当たり2反復とした。

2.2.5 胆汁酸吸着割合

一次胆汁酸としてコール酸ナトリウム、二次胆汁酸としてデオキシコール酸ナトリウムを供試した。各5mM水溶液（5ml）と粉末試料100mgを試験管内で混和した後、ヒトの腸管内を想定して37℃のウォーターバス中に1時間保持し、混和前後の胆汁酸濃度をHPLCで測定した。

分析には、TSKgel ODS-100V（150mm）カラムおよびUV検出器（波長210nm）を取り付けたHPLCを使用した。カラム温度は40℃、溶離液は25mMリン酸緩衝液（PH 2.8）とアセトニトリルの2液グラジエント条件、流速は1.0ml/minとし、測定は1点当たり2反復とした。

3. 結果

各分析項目の測定値を表2～4に示す。

3.1 総ポリフェノール含量

総ポリフェノール含量が最も多かったのは、タカキビ（1809.3mg/100g）で、以下、黒米、シコクビエ、赤米、モチムギ、モチアワ、モチキビ、玄米、緑米、白米の順であった（表2）。

玄米と比較すると、タカキビ（20倍）、黒米（15倍）、シコクビエ（10倍）、赤米（10倍）、モチムギ（4倍）、モチアワ（3倍）が多く、緑米（0.9倍）や白米（0.5倍）では少なかった。なお、モチキビと玄米、緑米と玄米の品目間差はなかった。

3.2 ラジカル消去能

ラジカル消去能が最も多いのは、赤米

表2 県内産雑穀の機能性比較

	総ポリフェノール含量 (mg chlorogenic acid eq./100g)	ラジカル消去能 (μ M Trolox eq./100g)	フィチン酸含量 (mg/100g)
シコクビエ	916.5 c [※]	644.1 c [※]	1251.1 e [※]
モチキビ	111.8 g	136.3 f	1368.8 cd
タカキビ	1809.3 a	974.9 b	1344.1 d
モチムギ	395.2 e	617.5 c	1411.4 bcd
モチアワ	255.5 f	114.9 fg	1373.7 cd
赤米	848.4 d	1080.0 a	1463.9 b
緑米	77.0 h	198.4 e	1448.9 bc
黒米	1311.5 b	1050.7 a	1718.9 a
玄米 (ヒノヒカリ)	89.3 gh	240.4 d	1679.2 a
白米 (ヒノヒカリ)	39.9 e	79.9 g	156.8 f

※ Tukey-Kramer法により検定, 異なるアルファベットは5%水準で有意差あり

(1080.0 μ M/100g)と黒米(1050.7 μ M/100g)で, 以下, タカキビ, シコクビエ, モチムギ, 玄米, 緑米, モチキビ, モチアワ, 白米の順であった(表2).

玄米と比較すると, 赤米(4倍), 黒米(4倍), タカキビ(4倍), モチムギ(3倍)が多く, 緑米(0.8倍)やモチキビ(0.6倍), モチアワ(0.5倍), 白米(0.3倍)で少なかった. また, 赤米と黒米, モチアワとモチキビ, モチアワと白米の品目間差はなかった.

3.3 フィチン酸含量

フィチン酸含量が最も多いのは, 黒米(1718.9mg/100g)で, 以下, 玄米, 赤米, 緑米, モチムギ, モチアワ, モチキビ, タカキビ, シコクビエ, 白米の順であった(表2).

玄米と比較すると, 黒米が同じぐらい含まれていたが, 品目間差はなかった. 赤米, 緑米が(0.9倍), モチムギ, モチアワ, モチキビ, タカキビ, シコクビエが(0.8倍)でやや少なく, 白米(0.1倍)では非常に少なかった.

3.4 GABA

発芽処理前後のGABA含量を表3に示す.

発芽処理前のGABA含量(100g当たり)は, 緑米(6.3 mg), モチムギ(6.7 mg), トウキビ(6.0 mg)などが多い傾向を示したが, 品目による差は小さかった. 一方, 発芽処理後のGABA含量(100g当たり)は, 玄米(52.1mg), 緑米(39.4mg)で特に多かった. 全ての品目で処理後のGABA含量が, 処理前と比較して高くなり, 特に, 玄米で22倍, 次いでモチアワ(15.5mg)と赤米(20.1mg)では9倍, 白米(16.0mg)では8倍であった. 一方, タカキビ(4.1mg), シコクビエ(6.3mg)の

表3 県内産雑穀の発芽処理前後のGABA含量比較

	GABA含量(mg/100g)		
	処理前	処理後	増加率
シコクビエ	2.3	6.3	2.7
モチキビ	4.6	19.8	4.3
タカキビ	2.5	4.1	1.6
モチムギ	6.7	18.5	2.8
モチアワ	1.7	15.5	9.1
赤米	2.3	20.1	8.7
緑米	6.3	39.4	6.3
黒米	1.5	8.3	5.5
玄米 (ヒノヒカリ)	2.4	52.1	21.7
白米 (ヒノヒカリ)	2.1	16.0	7.6

含量は少なく, また, 増加率も発芽処理前の2~3倍程度と低かった.

3.5 胆汁酸吸着割合

胆汁酸の吸着割合を表4に示す.

一次胆汁酸であるコール酸ナトリウムの吸着割合は, すべての品目で10%以下であり, 品目間の差もわずかであった.

二次胆汁酸であるデオキシコール酸ナトリウムの吸着割合は, 品目により大きく異なり, タカキ

表4 県内産雑穀の胆汁酸吸着割合比較

	胆汁酸吸着割合(%)	
	コール酸	デオキシコール酸
シコクビエ	4.1	33.9
モチキビ	6.2	39.4
タカキビ	7.5	60.9
モチムギ	6.6	45.3
モチアワ	5.6	29.5
赤米	7.7	23.6
緑米	5.6	13.9
黒米	5.0	41.4
玄米 (ヒノヒカリ)	4.3	15.3
白米 (ヒノヒカリ)	3.4	13.6

ビが61%と最も多く、次いで、モチムギ、黒米、モチキビが40%前後であったが、玄米、白、緑米では10%台と低かった。

4. 考察

雑穀類に含まれる機能性成分として総ポリフェノール含量、ラジカル消去能、フィチン酸含量、GABA、胆汁酸吸着割合を測定した。

ポリフェノールは、植物自身の酸化ストレス防御機能の一つとして存在するもので、一つの植物種が10種類以上のポリフェノール類を含むことがある。ポリフェノール類のような抗酸化成分の摂取が動脈硬化の予防に直接つながるかどうかは証明されていないが、疫学的研究によると、抗酸化成分の摂取量と環状動脈硬化疾患による死亡率との間に逆相関が見られている(東, 2001)。

今回分析した雑穀の殆どは、玄米以上のポリフェノールを含んでおり、特に、タカキビ、黒米、シコクビエ、赤米では豊富に含まれていることが明らかになった。

また、野菜や果物には、アスコルビン酸など活性酸素を捕捉・消去して酸化を抑える作用(抗酸化作用)を持つ成分が含まれている。これらの抗酸化成分は、活性酸素がもたらす様々な疾病の予防に役立つものとして期待されている。苦味やアクの成分でもあるポリフェノール成分を多く含む野菜ほど抗酸化活性が高い傾向がある(東, 1999; 須田ら, 2005)。

今回分析した雑穀の中で、玄米以上のラジカル消去能を含んでいるのは、赤米、黒米、タカキビ、シコクビエの4品目であることが明らかになった。また、雑穀も野菜同様にポリフェノール成分を多く含むものほどラジカル消去能を有する傾向があることが明らかになった。

フィチン酸は、植物種子にあるリンの貯蔵形態で、特に、穀類、豆類の種子に多く含まれている成分であり(齋尾ら, 1979)、金属キレート作用を持ち、抗酸化性や抗腫瘍活性を示す一方、腸管からのカルシウムや鉄イオンの吸収を阻害することが知られている(加藤ら, 2002)。

フィチン酸を多く含む食事を摂ることで、大腸ガンや大腸の炎症を抑制できる可能性がある。また、フィチン酸は、その他に、酸味料、pH調整剤、保存剤などの食品添加物として用いられている

(石川(高野), 2008)。

今回供試した雑穀の中では、玄米に比べフィチン酸含有量の多いのは黒米だけで、他の雑穀についてはやや少ないことが明らかになった。

GABAは抑制性の神経伝達物質として、哺乳動物の脳や脊髄など中枢神経に高濃度に存在するほか、腸管などの末梢神経にも存在することが知られている。また、GABAの降圧作用については、動物を用いた数多くの実験がなされており、継続投与によって自然発症高血圧ラットの血圧の上昇を抑えたことが報告されている(大森ら, 1987)。アンジオテンシンⅡなどによって引き起こされる血圧上昇を抑制する効果を持つ物質である(梶本, 2004; 石川(高野), 2008)。

GABAは、発芽処理後で増加することが明らかになった。また、玄米と緑米において増加の幅が大きく、種類によって増加の幅が異なることが明らかになった。

胆汁酸は、肝臓の肝細胞でコレステロールから合成され、脂肪などの食事を摂ると十二指腸に分泌される。胆汁酸は、水の表面張力を低下させ、脂肪を乳化し小腸での消化・吸収を助長する働きがある。体内での働きを終えた胆汁酸は小腸で再吸収され肝臓に戻り再利用される。また、一部は食物繊維とともに体外に排出される。ヒトの胆汁酸には、肝臓で合成される一次胆汁酸(コール酸)と小腸の腸内細菌により一次胆汁酸から生成される二次胆汁酸(デオキシコール酸)がある(山田ら, 1977)。

一次胆汁酸は、脂肪を乳化し腸管からの吸収を助け(嶋田ら, 1983)、二次胆汁酸は腸内細菌の作用を受け一次胆汁酸から変化する。二次胆汁酸が長らく大腸に滞留すると大腸癌等の発生を促進する働きがある(岩見ら, 1995・2002)。

穀類が一次胆汁酸を吸着する割合は低いが、二次胆汁酸は、一次胆汁酸より吸着割合が高く、タカキビ、黒米、モチムギなどで高いことが明らかになった。

このように、雑穀がもつ食品の機能性については、先に述べたとおり消費者の評価も高い傾向があり、本研究では、愛媛県産雑穀も高い機能性を持つことがわかった。

雑穀は、白米に混合して炊飯する調理法が一般的であるが、それだけでは消費が伸びるとは考え難い。むしろ雑穀の持つ機能性の高さを販売に生

表5 総耕作放棄地面積(2005年農林業センサスより)^{※1}

区分	総耕作放棄地面積(ha)		対前回増減率(%)	耕作放棄地面積率(%) ^{※3}
	2005年	2000年		
全国	384,678	342,789	12.2	5.8
四国	22,803	21,076	8.2	10.2
徳島	4,416	4,095	7.8	9.7
香川	4,755	4,961	-4.2 ^{※2}	9.3
愛媛	9,618	8,394	14.6	11.5
高知	4,014	3,626	10.7	9.6

※1 「総耕作地面積」は、「農家」の所有する耕作放棄地面積と、「土地持ち非農家」の所有する耕作放棄地面積の合計。「土地持ち非農家」とは農家以外の世帯。

※2 -印は減少を示す。

※3 耕作放棄地面積率＝耕作放棄地面積÷(耕作放棄地面積＋経営耕地面積)

かすためには、雑穀を原材料とした、茶(雑穀茶)、菓子(煎餅、饅頭)、パン(雑穀パン)、味噌等加工品の分野での活用が有望と考えられる(写真9, 10)。

また、2005年農林業センサスによると、全国の耕作放棄地面積は384,678haにおよび、全耕地面積に対する割合(耕作放棄地率)は5.8%となっている。耕作放棄地の拡大は深刻化しており、耕作放棄地率は、四国地域では10%と高く、また、愛媛県は11.5%と四国では最も高くなっている(表5)。雑穀は、荒地でもよく育ち土地を選ばず、無農薬栽培も可能であり、生産コストも比較的安価と考えられることから、これら中山間部の耕作放棄地の活用も可能と考えられる。

引用文献

東敬子(2001):健康増進に有効な抗酸化活性の高い野菜とその成分, 農業及び園芸, **76** (10), 1049-1056.

東敬子(1999):野菜の生体調節機能と機能性成分, 農業技術, **54** , 325-329.

石川(高野)裕子(2008):小麦・小麦加工品等の機能性とその活用, 日本食生活学会誌, **19** (2), 116-123.

岩見公和・金谷昌広・東直之・金本龍平(1995):二次胆汁酸捕捉指向性ポリペプチドの検索とそのマスキング活性測定法の確立, 大豆たん白質研究, **16**, 70-77.

岩見公和・藤井尚人・鈴鹿智彦・金本龍平(2002):糞中ステロイド排泄増加における大豆レジスタントプロテインの中心的役割と捕捉胆汁酸の構造特異性, 大豆たん白質研究, **5** , 58-62.

厚生労働省(2007):人口動態調査.

梶本修身・平田洋・中川聡史・梶本佳孝・早川和仁・木村雅行(2004):GABA含有はっ酵乳製品の正常高値血圧者に対する降圧効果, 日本食品科学工学会誌, **51** (2), 79-86.

加藤美樹・金東浩・永沼孝子・小川智久・村本光二(2002):分離大豆たん白質からのフィチン酸の酸抽出除去とそれのたん白質特性への影響, 大豆たん白質研究, **5** , 41-46.

M.Latta M.Eskin (1980): Simple and Rapid Colorimetric Method for Phytate Determination, J.Agric.Food Chem. **28** (6), 1313-1315.

及川一也著(2003):新特産シリーズ雑穀, 農文協, p.32-36.

大森庄司・矢野とし子・岡本順子・津志田藤二郎・村井敏信・樋口満(1987):嫌気処理緑茶(ギャパロン茶)による高血圧自然発症ラットの血圧上昇抑制作用, 日本農芸化学会誌, **61** (11), 1449-1451.

篠原和毅・井手隆・三輪操・矢野昌光(1999):食品の機能性評価マニュアル集, 16-18, 農林水産省食品総合研究所.

篠原和毅・鈴木建夫・上野川修一(2000):食品機能研究法, 218-220, 318-322, 光琳.

嶋田鉦・中川原儀三・工藤琢也・森田修平・中野明・石黒直樹・小林衛・土屋周二(1983):胆汁外瘻例の胆汁酸代謝, 日消外会誌, **16** (11), 71-77.

齋尾恭子・本堂正明(1979):市販植物性蛋白素材中のフィチン酸, 食総研報, **35** , 48-51.

須田郁夫・沖智之・西場洋一・増田真美・小林美緒・永井紗樹・比屋根理恵・宮重俊一(2005):沖縄県産果実類・野菜類のポリフェノール含量とラジカル消去活性, 日食工誌, **52** (10), 462-471.

津志田藤二郎, 鈴木雅博, 黒木槿吉(1994):各種野菜類の抗酸化性の評価および数種の抗酸化成分の同定, 日食工誌, **41** (9), 611-618.



写真1 シコクビエ

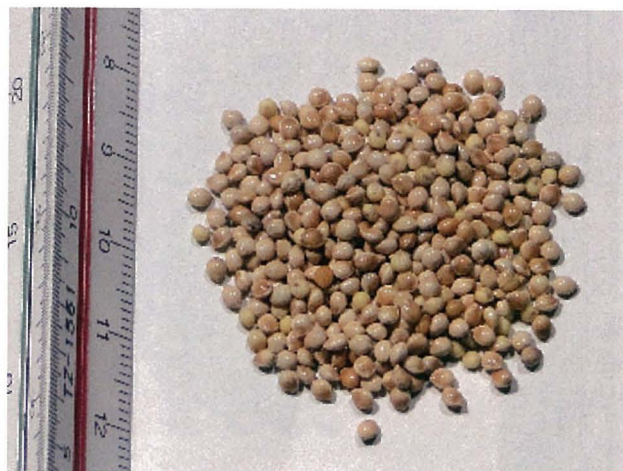


写真2 モチキビ



写真3 タカキビ

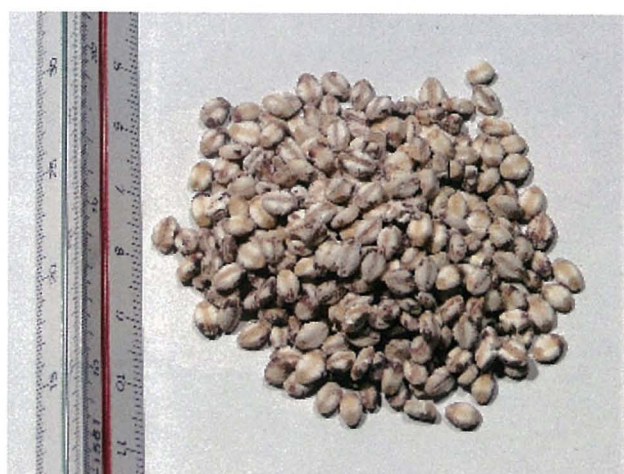


写真4 モチムギ



写真5 モチアワ

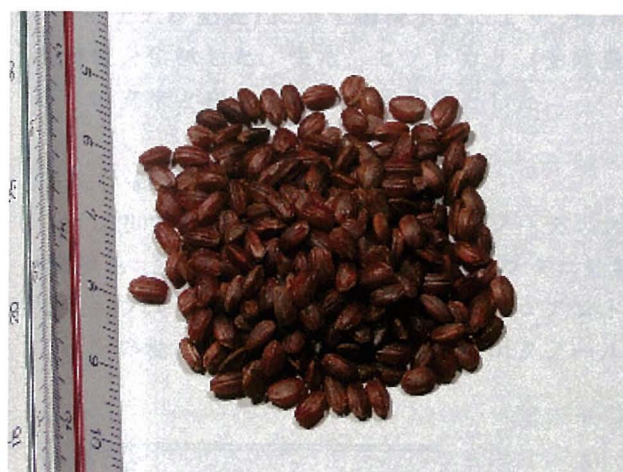


写真6 赤米



写真 7 緑米



写真 8 黒米



写真 9 モチムギの煎餅



写真 10 モチムギの鈴カステラ