



ひょうごの農業技術

No.107 2000. 1. 特集 柑橘類の商品性向上と技術対策

ゆめ千年 花の早春賦

迎春の光りきらめく さざ波の瞬きは
二十世紀のフィナーレを飾る 光の乱舞
新しいミレニアム 印す一步のときめきか
未踏の ゆめ千年への想いをこめて
世界の人たちに贈る 花の早春賦
淡路花博〈ジャパンフローラ2000〉



兵庫県知事

貝原俊氏

小さな花は 頬寄せあい肩を組み
大輪の花は 芳香ふりまきあでやかに
共に和してひろがる 花園の大パノラマ
浦風にそよぐ 花々のひとひらにも
震災復興五年の息吹 凜とみなぎり
ほとぼしる県民の汗 花卉に露と光り輝く

いま ひと束の花 高々とかかげて
足並みそろえ 望みはるかに
歩むは 万代かわらぬ快適社会への道
めざす わがふるさと「こころ豊かな兵庫」

平成12年 元旦

・ 知事年頭メッセージ	・ 研究成果の紹介	7
・ 特集 柑橘類の商品性向上と技術対策	・ 普及情報	15

特集 柑橘類の商品性向上と技術対策

1 技術実証への取り組み

1 はじめに

兵庫県の柑橘類の作付け面積は491haで、クリに次いで第2位となっている。その内、淡路地区は県内作付け面積の94%を占め、温州ミカン、夏ミカン、ナルトオレンジが栽培されている（1998年度調査）。その他、赤穂市のミカンと神崎町・大河内町・安富町など中山間地でのユズ栽培10数haとなっている。柑橘類の粗生産額は4億7600万円で、ブドウ、ナシ、イチジクに次ぐ第4位を占めている。

温州ミカンは、皮剥きが簡単で手軽に食べられることから、ながら族には「TV」オレンジとも言われている。また、独特の香があるユズは料理を引き立てる素材として重宝がられている。最近、柑橘類の持つ機能性成分が注目され、がんの化学予防ではアブラナ科、セリ科に次いで柑橘類は発がん抑制効果が期待される成分の多いことが見出されている。

本県産の柑橘類は、概して産地規模が小さいため、有利販売につながる技術開発が望まれている。温州ミカンでは糖度表示した店頭販売が行われ、果実糖度を確保する栽培技術が求められている。

ユズは、香酸果実として市場の要望に応えるために、果汁の品質向上や単価の高い生果の出荷期間の延長などの技術組み立てが急がれる。

この特集では、淡路農技センターで取り組んだ特定農産物緊急技術開発事業（平成1～5年）をもとに温州ミカンの高品質化対策の成果並びに北部農技センターで地域産業間連携技術開発事業「ユズ果実の総合利用技術の開発（平成9～11年）」で得られた成果の一部を紹介する。

2 温州ミカンの商品性向上

おいしさは糖と酸の濃度とバランスの影響が大きい。露地栽培の場合は夏から秋にかけての養水分吸収調節、適切な摘果処理、根域制限、完熟栽培等が果実糖度を増加させる要因であり、温州ミカン市場で競争力強化の対策技術の事例紹介としたい。

また、単に糖度を増加させて、嗜好性の向上をはかるだけでなく、 β -カロテンより発がん抑制効果が高いと言われる温州ミカン特有の β -クリプトキサンチン含有量の向上に期待が持たれている。

3 ユズの生果貯蔵・出荷調節と用途拡大

生果での販売単価は、冬至の日が特異的に高く、貯蔵果が減少する翌年の3～4月初めには高騰する。収穫期はほぼ11月末に終了するので、有利販売には生果貯蔵技術の組み立てが産地課題の一つである。

果汁はポン酢や清涼飲料に使用されるが、着色度（収穫熟度）により果汁に精油成分の混入度合いが異なり、原料果実の選別によっては特徴のある果汁を商品化できる。果皮のフラベドと呼ばれる黄色の部分に精油を含む油室があり、ユズの搾汁工程でも精油成分が混入する。この精油の主成分は、(R)-リモネンで香料、工業用原料、溶剤に利用される。

リモネンは抗腫瘍性や発がん抑制効果の報告もあるが、発泡スチロール製緩衝材（箱）のリサイクル回収溶剤として使われ始めている。果汁中のナリンジンやヘスペリジンは特有の苦味の原因物質となるが、有効な機能性成分でもあり、風味を形成する物質でもある。また、リモニン、ノミリンは遅延性の苦味原因物質であるが、有効な機能性成分であることが知られている。

搾汁工程で得られる果汁は果実全体の11%で、産業廃棄物の扱いとなっている種子5%、果皮（搾汁残さ）84%を、地域資源として新たな活用を模索する必要がある。

ここでは、一例として、せんべい加工への利用法を紹介する。この他、地域加工グループとの果皮糖菓の共同開発、民間企業との連携による乾燥果皮の入浴材、炭化処理したエコ製品の開発、抽出シースズオイルを利用したリュウマチ、関節炎、血行障害によい健康補助食品の商品化が期待される。

中川 勝也（北部農技・加工流通部）

2 栽培管理による温州ミカンの糖度向上

温州ミカンは、果皮の色が美しく、糖度の高い果実が好まれる。このことから、非破壊で果実内部の品質を評価できる光センサーを組み入れた選果ラインが、カンキツ産地でも普及し始めており、糖度等を保証した果実が出荷され、市場でも高く評価されている。

露地栽培において、温州ミカンの高品質果の生産を図るには、適地で、優良な系統を栽培することが前提となる。しかし、現実には気象条件、特に夏から秋にかけての降水量に果実品質が大きく影響されることから、主としてこの時期の養水分吸収量を調節する技術が開発され、普及している。

1 フィルムマルチ栽培

根群域の土壌表面に資材を被覆し、降雨を遮断して乾燥させる栽培法である。果実の肥大は抑制されるが、糖度、酸濃度は高くなる（表）。降雨が多い九州地区を中心に広く実施されている。資材は、反射光による果実の着色促進効果もねらって、主として白色の透湿性のシートが利用されている。被覆期間は、おおよそ8月上旬から11月で、土壌条件や系統によって調整する。土壌の乾燥程度が強すぎると、樹勢を低下させ、減酸も抑制するため、状況によっては被覆期間中にかん水を行う。

2 エチクロゼート散布

摘果剤としても広く利用されている薬剤である。散布により養水分の吸収が抑制され、糖度の上昇、着色の促進が図れ、また酸濃度が減少する傾向もみられる（表）。開花後10～80日の間に2000～3000倍液を2回散布する。根や夏秋梢の発生も抑制するた

め、連年処理すると樹勢が低下する。

3 根域制限栽培

樹冠がコンパクトになるため、栽培管理の省力化もねらって実施されている。現場で広く行われているのは、コンテナなど70ℓ程度の容器を用いたボックス栽培と高さ50cm程度の畝に栽植する高畝栽培である。容器の場合、糖度は非常に高くなるが、収量や樹勢が低下しやすいこと、また高畝栽培の場合は、根が畝外に伸長し、品質向上効果が低下することに注意する必要がある。

4 完熟栽培

温州ミカンは、通常の収穫期以降も樹上に残しておくことで、糖度が上昇しやすい。特に、早生系統は顕著であり、酸濃度が減少し、じょうのう膜も薄くなるので、食味が非常に良好になる。着果負担による樹勢低下と鳥害対策等を兼ね、残す果実は樹冠内部の2～3割以内にとどめる。また、鳥害や果皮障害対策として袋かけを実施する。

上記の方法は、園地や労働条件等を考慮して選択する。また、いずれの技術も樹勢を低下させやすいため、堆肥や速効性の夏肥の施用、収穫後の尿素等の葉面散布を行うなど肥培管理に留意する。

今後の方向

本県で行われた調査によると、消費者は果実を購入するにあたって、食味のほか、健康や栄養も重視している。今後は、ガン予防に有効なβ-クリプトキサンチン等の機能性成分の豊富なカンキツ品種、剥きやすく、種子のない品種の育成等が期待される。

水田 泰徳（淡路農技・農業部）

表 フィルムマルチ処理及びエチクロゼート散布が温州ミカンの果実品質に及ぼす影響

試験区	果実重 (g)	果皮色 (a値)	果形 指数	果肉歩合 (%)	浮皮 程度	糖度 (Brix)	酸濃度 (%)
フィルムマルチ	127	26.4	1.29	81.4	0.3	11.2	1.02
エチクロゼード	136	27.5	1.29	80.7	0.3	11.0	0.98
無処理	136	24.8	1.29	80.4	0.5	9.9	1.05

注) 1989～1992年の平均、果皮色はハンター値、浮皮は無：0、軽：1、中：2、甚：3として評価した。

3 着色別ユズの品質と貯蔵、出荷調節

ねらいと成果

ユズの果皮及び果汁は冬の風物詩として重宝がられている。収穫時から翌年の4月初めまで消費の需要期は長い。ところが、生果の長期にわたる安定した貯蔵は難しいのが現状である。そこで、ユズ果実の着色程度（熟度）と果実品質との関係を明らかにし、貯蔵性を検討した。

その結果、ユズは収穫時の着色の進行に伴い、果皮の厚み、糖及びビタミンC含量が増加した。ショ糖/全糖割合の高い着色程度が緑色から5分着色果を、30℃で重量が4～5%減少するまで処理（予措）した後、フィルム包装を行い低温（1℃）で保存することで、収穫後5か月間、良品の状態での保存できた。

内容

1 着色別品質

ユズ果実の横径/縦径比並びに果皮の厚さは着色が進むほど増大した。果実に対する果皮の割合は浮き果皮の場合が最も高く、5分以上の着色果では果皮の割合が4割以上であった（表）。

じょうのう膜を含む果肉部の糖度は着色程度に関わりなく、10度程度であったが、浮き果皮では低下した。乾物率は完全着色以降のものは約13%に低下した。全糖含量は7～8分及び完全着色果が高かった。ショ糖/全糖割合は緑色果が最も高く、着色の進行にともない、その割合の低下が認められた。ビタミンC含量は着色の進行にあわせて増加した（表）。

果皮の色調は、収穫直後では完全着色果が最も明るく、鮮やかな色であった。貯蔵した後のものでは1℃の貯蔵期間が長くなるに従い完全着色果と浮き果皮は黄色の明度が低下し、緑色果、2～3分着色果及び5分着色果では貯蔵期間中に着色が進んだ。

2 着色別貯蔵性

収穫時にショ糖の割合が低く着色程度の進んだ果実ほど品質低下が早い。良品に保存するにはポリプロピレン（OPP）フィルムが好適で、1℃の貯蔵条件では浮き果皮は2か月、完全着色果は3か月、7～8分着色果は4か月、緑色果～5分着色は5か月程度良品を保持した。

活用面と普及上の注意事項

完全着色果・浮き果皮は貯蔵中に水腐れ果が発生しやすい。緑色果～5分着色果を酸素透過度4000ml/m²・日・気圧（15℃）のOPPフィルムで、密封包装した後、1℃で貯蔵すれば、翌年3月までユズ生果を良品の状態での保存でき、出荷調節が可能となる。貯蔵前の予措は1～2か月の貯蔵には2～3%、より長期の貯蔵には4～5%の重量減が必要である。

雨天日、高温時、朝露のある時の収穫果実や刺し傷、落下果実では貯蔵性が劣るので注意する。特に病虫害を受けたユズ果は貯蔵性が劣るので、適切な栽培管理を行った健全な果実を使用する。

永井 耕介（北部農技・加工流通部）

表 ユズ着色度別の形態および果肉部の内容成分

着色程度 (熟度)	外 観 品 質				果 肉 部 (じょうのう膜を含む) の内容成分							
	果実 重g	横径 縦径	果皮 割合%	果皮 厚mm	糖度 Brix	乾物%	糖の組成%		全糖%	ショ糖/ 全糖割合%	酸%	ビタミン C mg%
							還元糖	ショ糖				
緑色	92	1.12	34.0	4.20	10.2	15.8	0.77	2.14	2.91	73.5	2.96	19.6
2～3分着色	94	1.15	39.2	4.50	10.4	15.3	0.84	2.00	2.84	70.4	2.96	21.4
5分着色	109	1.23	41.8	4.57	10.6	17.5	1.04	2.16	3.20	67.5	3.08	28.8
7～8分着色	126	1.21	43.3	4.58	10.4	14.6	1.37	2.28	3.65	62.5	3.06	28.5
完全着色	129	1.26	42.1	5.36	10.0	13.1	1.45	2.18	3.63	60.1	3.18	33.4
浮き皮(参考)	119	1.39	47.0	6.11	7.9	12.7	1.24	1.86	3.10	60.0	3.19	38.0

収穫日並びに調査日は浮き果皮を除き10月25日、浮き果皮は11月25日
酸含量は1/10N NaOH滴定によるクエン酸換算値 調査個体数：各6個

4 ユズ果実の部位別成分が果汁成分に及ぼす影響

ねらいと成果

ユズ果実着色度別の香り成分、苦味成分、有機酸含量より果汁加工に適した果実着色度を検討した。

果汁加工では、香りや酸味の強い果汁を得るには着色度の進んだ果実が適しており、苦味や機能性の強い果汁を得るには着色度の進んでいない果実が適している。

内容

ユズ果汁の成分特性は搾汁液の主体となる砂じょうの成分だけでなく搾汁時に混入する果皮成分の影響を受ける。神崎町産のユズを用いて着色度別の砂じょうおよび果皮の成分含量を調査した。

香り成分（ α -ピネン、ミルセン、d-リモネン、 γ -テルピネン、p-シメン、リナロール）は果皮に多く砂じょうの31~46倍含まれていた。果皮中の香り成分含量は着色度が進むと微増した（図1）。

苦味成分（ナリンギン、リモニン、ノミリン）は果皮に多く、砂じょうの9~26倍含まれていた。果

皮中の苦味成分含量は着色度が進むと完全着色果で緑色果の約 $\frac{1}{3}$ に低下した（図2）。

有機酸（クエン酸、リンゴ酸）は砂じょうに多く、果皮の4~6倍含まれていた。砂じょう中の有機酸含量は着色度が進むと完全着色果で緑色果の約1.2倍に上昇した（図3）。

機能性成分（ナリンギンは抗炎症、ヘスペリジンは毛細血管強化、リモニン、ノミリンは抗腫瘍作用）は果皮に多く、砂じょうの14~27倍含まれていた。果皮中の機能性成分含量は着色度が進むと完全着色果で緑色果の約半分に低下した（図4）。

活用方法と普及上の留意点

果実着色度により成分特性が異なるので、特徴あるユズ果汁製品開発に利用できる。

果汁成分は、果実圧搾強度の影響も受けるため加工条件の検討も必要となる。

田畑広之進（北部農技・加工流通部）

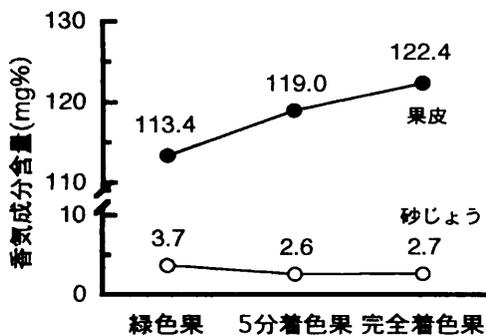


図1 香り成分含量（ α -ピネン、ミルセン、d-リモネン、 γ -テルピネン、p-シメン、リナロールの総和）

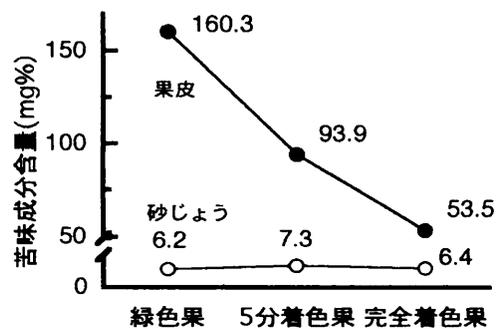


図2 苦味成分含量（ナリンギン、リモニン、ノミリンの総和）

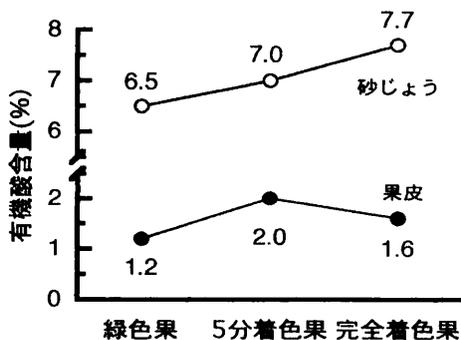


図3 有機酸含量（クエン酸、リンゴ酸の総和）

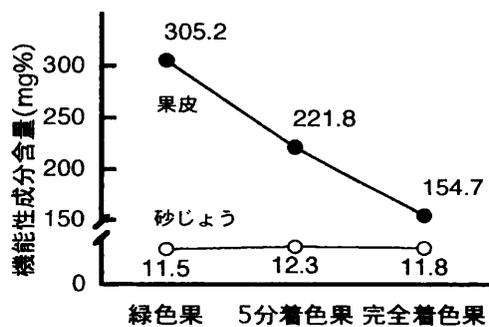


図4 機能性成分含量（ナリンギン、ヘスペリジン、リモニン、ノミリンの総和）

5 薄焼きせんべいにユズ搾汁カスを利用

ねらいと成果

近年、地域特産果樹の一つとしてユズの栽培が奨励され、県下各地でユズが栽培されている。ユズは生果として出荷される以外に、果汁ほか多様な加工品として利用されている。生果として利用できない傷物の果実や搾汁カス等の未利用資源が利用できれば廃棄物量を減らし、生産農家の収入安定にもつながる。薄焼きせんべいは難しい技術を要せずユズの様々な部分が使えらる。そのため、色、味及び機能性等のバリエーションを持たせることが可能なため注目されている加工法である。

ユズは果皮、種子等部位によって特徴的な味や機能を有するため、ユズの各種部分を配合した薄焼きせんべいを試作した。その結果、ユズ搾汁後の種子を含まない残渣を利用することで風味の高いせんべいが得られた。

内容

神崎町で栽培された完熟ユズを用いて薄焼きせんべいを作成した。薄焼きせんべいの配合は既存の成果からタピオカデンプン100g、コーンデンプン50g、砂糖5g、食用油2.5g及びジャガイモデンプン2.5gの薄焼きせんべいの基本生地に加え、全果、果汁、果皮、搾汁カス（種子なし）及び搾汁カス（種子あり）を100gそれぞれ配合し、生地の水分含量を52～55%に調整した5種類の生地を作成した。生地を「うすやきせんべい焼機（福山製菓機械株式会社）

で140℃、4分間焼成した。焼成した5種類のせんべいについて22名で官能評価を行った。

その結果、薄焼きせんべいの表面色は果皮のみを配合したせんべいが最も評価が高く、次いで搾汁カス（種子なし）を配合したせんべいの評価が高かった。風味の評価は生地に果皮の部分が多く含まれるほうが風味が強くなる傾向がみられ、特に果汁のみを配合したせんべいは風味が弱いと評価された。種子を含む全果及び搾汁カス（種子あり）を配合したせんべいは苦味が強いとされる傾向にあった。酸味は生地に果汁を配合したせんべいが酸味が強いとされる傾向にあり、特に果汁のみを配合したせんべいの酸味が強くと評価された。総合的な評価では果皮のみを配合したせんべいと種子を含まない搾汁カスを配合したせんべいの評価が高く、果汁のみを配合したせんべいの評価が最も低かった。

官能評価の高いせんべいの製造には、果皮を多く含む種子を除いた、表面の黄色や風味が強くと、苦みの少ない部分が適している。経済的には種子を除いた搾汁カスを利用することが適当であると考えられる。

普及上の注意事項

搾汁カスを利用することによってせんべいの製造コストは下がるが、種子が生地中に入ることによって、かなりの苦味が生じるため、種子の混入に注意する。

小河 拓也（北部農技・加工流通部）

表 ユズの各部位を用いた薄焼きせんべいの官能評価

配合部位	色	風味	苦味	酸味	総合評価
全果	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
果皮のみ	4.5	3.4	2.5	2.7	3.9
果汁のみ	3.0	2.1	2.3	4.5	2.4
搾汁カス（種子なし）	3.6	3.2	2.4	2.4	3.7
搾汁カス（種子あり）	3.0	3.1	3.2	2.4	3.4

注) 全果利用せんべいを3として相対評価した値、パネリスト22名
 評価方法) 色、総合評価 よい：5～悪い：1
 風味、苦味、酸味 強い：5～弱い：1

研究成果の紹介

1 枝垂れ性球根ベゴニアの組織培養による大量増殖

ねらいと成果

球根ベゴニアは豪華な花をつけるため人気の高い花きであり、兵庫県フラワーセンターでも常設展示を行っている。茎が直立するタイプと茎が下方に垂れるタイプ（枝垂れ性）があり、共に人気がある。

球根ベゴニアは、挿し木などによる栄養繁殖の効率が低い。また、遺伝的に純系ではないため、種子繁殖を行うと様々な形質の個体が現れ、優良な個体はわずかしか得られない。特に枝垂れ性のものは繁殖効率が低く、市販されているのは直立性のものばかりである。

そこで、組織培養技術を用いて優良個体を大量増殖できないかを検討した結果、系統によって増殖効率に大きな差があることが判明した。増殖効率の高い系統を選抜することによって、枝垂れ性球根ベゴニアの商品化の可能性がでてきた。

内 容

兵庫県フラワーセンターから、優良な形質の枝垂れ性球根ベゴニアの若い葉（葉長2～4 cm）の提供を受け、それを実験材料とした。

採取した葉は、まず70%エタノールを噴霧し、次いで次亜塩素酸ナトリウム水溶液（有効塩素1%）で約10分間滅菌した後、滅菌水で数回水洗した。それを無菌条件下で5～10mm角に切り分けて切片とし、

φ30mm試験管中の増殖用培地上に置床した。

増殖用培地の栄養組成はB5培地を基本に、それにNAA 1 ppm、BAP 1 ppm、ショ糖30g/l、寒天9g/lを加え、pHを5.7に調製した後、オートクレーブで滅菌した。

置床した切片の切り口からカルス（脱分化した細胞塊）が形成され、カルス表面にシュート（小さな茎葉）が再分化してくる。また、根が再分化してくることもある。表に一部の系統のデータを示したが、系統によりカルスの形成、シュートの再分化、根の再分化等の反応に大きな差が認められた。

シュートが1 cm程度になった頃に発根用培地（増殖培地からBAPを除いたもの）に移植して発根を促し、完全な植物体とする。発根培地への移植後に枯死する個体が見られるが、経験的観察によれば、シュートが小さすぎる場合に多いようである。

今後の方針

兵庫県フラワーセンターは日本でも有数の球根ベゴニアのコレクションを有しており、それらの中から組織培養による増殖効率のよい系統を選抜する。主要な花色の枝垂れ性球根ベゴニア系統を選抜することによって、それらの市販化、産地化を目指す。

山元 義久（中央農技・生物工学研究所）

表 枝垂れ性球根ベゴニア葉切片からの器官形成率（%）

系 統 名	切片当りシュート発生数				同カルス形成量			同発根量			
	0本	1～5本	6～10本	11本以上	少	中	多	無	少	中	多
SC-31	0.0	7.1	42.9	50.0	0.0	85.7	14.3	85.7	14.3	0.0	0.0
PicPW-PK-3	12.5	12.5	25.0	50.0	0.0	62.5	37.5	25.0	62.5	12.5	0.0
WH-PK-1	0.0	37.5	50.0	12.5	0.0	87.5	12.5	25.0	62.5	0.0	12.5
SC-17	16.7	33.3	50.0	0.0	50.0	50.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
PK-13	37.5	37.5	25.0	0.0	12.5	37.5	50.0	87.5	12.5	0.0	0.0
PicWH-PK-25	75.0	12.5	12.5	0.0	75.0	25.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0

2 フキのウイルスフリー個体の作出

ねらいと成果

津名郡一宮町は古くからのフキの産地であるが、近年、葉柄が細い、色が悪いなどの症状が一部の圃場で生じている。これらの原因については土壌条件の悪化、ウイルスの感染などが考えられる。このうちウイルスの感染について検討した。フキは栄養繁殖性であることから、感染した株から育成した種茎はすべてウイルスを保有している。そのため、感染の生育に対する影響をみるにはウイルスを保有していない個体を供試する必要がある。

そこで、ウイルスによる生育への影響をみることもに生産性の向上を図るため、現地で栽培されている系統を用いて組織培養を行い、ウイルスフリー個体を作成した。またフリー個体からの1次種茎の増殖が良好であることを確認した。

内容

津名郡一宮町よりフキ（品種「愛知早生」）の種茎の提供を受け、これを2カ月間冷蔵の後、萌芽させてその茎頂および頭花（花芽分化初期の未熟な頭花）を培養材料とした。

初代培養はMS培地を基本として、NAAとBAの濃度を変えた寒天培地に茎頂あるいは頭花を置床して、シュートの形成率を調査した。茎頂を培養した場合、汚染がひどくシュートが再生した個体数は少なかった。これに対して頭花を培養した場合、シュートの再生率は高かった（表1）。再生したシュートを発根用培地（ $\frac{1}{2}$ B5培地、植物ホルモン無添加）に置床し、25℃、16時間日長で培養した。発根用培地に置床したシュートの伸長・発根は良好で、

表1 茎頂および頭花からのシュート再生条件の検討

供試部位	培地	植物ホルモン		供試切片数	シュート再生切片数
		NAA (mg/l)	BA (mg/l)		
茎頂	MS	0.1	1.0	16	4
		1.0	0.1	15	3
		1.0	1.0	15	3
頭花	MS	0.1	1.0	15	3
		0.1	0.1	24	21
		0.1	1.0	24	18

新たなシュートの形成もみられた。

再生した個体のウイルス検定は、電子顕微鏡観察（ひも状ウイルスが対象）と、ササゲおよびセンニチコウを用いた生物検定（キュウリモザイクウイルスが対象）で行った。茎頂培養によって得られた12系統、頭花培養によって得られた24系統のうち、ウイルスフリーが確認されたのは前者が1系統、後者が7系統であった。

ウイルスフリーが確認された8系統180個体を鉢上げ・順化した。それらのうち、3系統（茎頂由来1系統、頭花由来2系統）140個体を、一部は1998年7月9日に現地圃場に植え付け、一部は淡路農技の冷房温室に置いた後に、9月4日に現地圃場に植え付けて、現地栽培試験に供試する個体の親株（種茎）を養成した。養成中の親株のうち、葉に斑紋が現れた2個体について電子顕微鏡観察したところ、ウイルス粒子は観察されなかった。

1999年7月13日に養成した株を彫り上げて、調整後、1次種茎の増殖をみた。7月定植では1個体当たり611g、9月定植では1個体当たり873gの種茎がそれぞれ得られ、夏の高温期に冷房処理をすることで種茎の増殖率が良くなることが判明した。また、系統によっても増殖の程度に差がみられた（表2）。

今後の方針

消毒、3カ月間の冷房の後、1次種茎を現地圃場に定植した。収穫時に総収量などを在来系統と比較する予定である。

松本 純一（中央農技・生物学研究所）

表2 ウイルスフリー苗からの1次種茎の増殖

供試部位	7月9日定植 ¹⁾		9月4日定植 ²⁾	
	定植 個体数 (個)	1個体当たり の種茎重量 (g)	定植 個体数 (個)	1個体当たり の種茎重量 (g)
茎頂	20	615	20	1100
頭花①	20	500	30	510
頭花②	30	683	20	1190

1) 直接圃場に定植した。

2) 淡路農技の冷房温室で2カ月間栽培した後定植した。

3 リン片剥離処理によるオリエンタル系ユリ類の葉焼け症軽減効果

ねらいと成果

オリエンタル系ユリ類の抑制栽培等において、葉焼け症が多発し、生産上の大きな問題となっている。そこで原因の究明と対策に取り組み、葉焼け症の発生には球根の重量や上位葉のカルシウム・リン栄養との関係が深いことが明らかになった。また、球根のリン片をあらかじめ2~4枚剥離してから定植することで、症状を軽減できた。

内容

ユリ葉焼け症は、主に生育後期の発蕾期以降に発生し、成長点付近の葉に白い斑点やかすれが生じ、最終的には褐変枯死にいたり(図1)、切り花品質を大きく低下させる。原因には、カルシウムの欠乏、過剰な日照、高温との関わりが指摘されているが、いまだ解明されていない。

試験はまず、品種「スターゲイザー」を用いてポット試験を行い、葉焼け症の程度と球根重との関係を調べた。その結果、球根が重くなるほど葉焼け症が激しくなる傾向にあった(図2)。そこで、球根のリン片を2~6枚剥離して定植すると、葉焼け症の発生率は明らかに減少した(図3)。この時、地上部の生育はリン片4枚以上の剥離で、茎長、重量などが減少し、過剰な剥離処理は育成に負の影響を与える。そのため、リン片の剥離は2~3枚の範囲が適性と考えられた。この時、花数には変化が見ら

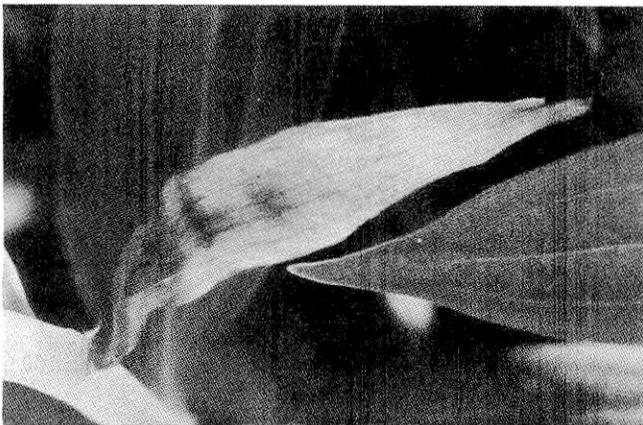


図1 葉焼け症の症状

れず、小球を植え付けるよりも開花数が多くなった。

葉焼け症の原因の一つにカルシウム欠乏が指摘されているが、これまでの研究からはリンとの比率が重要で、上位葉のP/Ca当量比が高いと葉焼け症が激しくなる関係が認められている。リン片の剥離処理によってもP/Ca当量比は低下しており、リン片の剥離処理によりユリの養分要求量に変化して、葉焼け症状を起こし難くしているものと考えられた。

今後の方針

他の葉焼け症状に有効な対策との組み合わせにより効果を高めて、普及を図る。

牧 浩之(中農技・環境部)

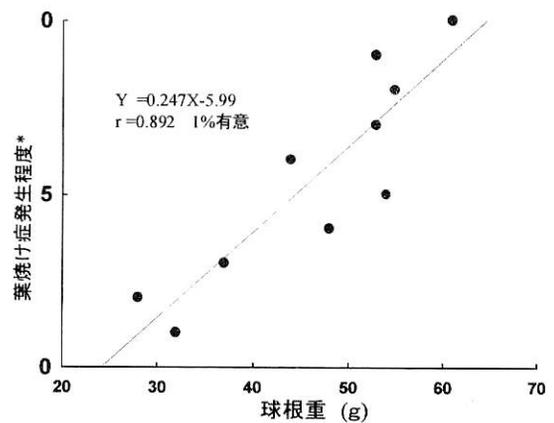


図2 葉焼け症の発生程度と球根重の関係
* 数値が高いほど症状が激しい

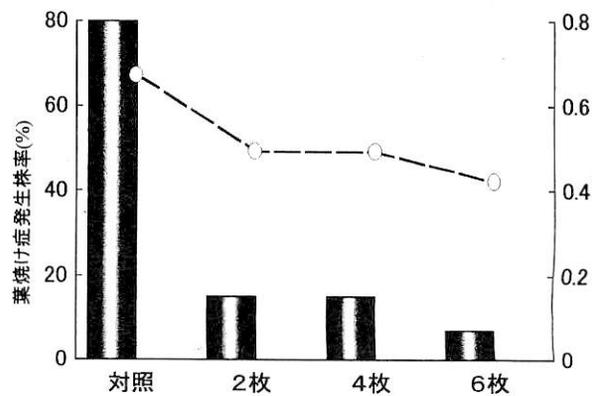


図3 リン片剥離による葉焼け症の軽減効果
○-----○-----○ 上位5葉中のP/Ca当量比

4 酵素免疫測定法 (ELISA) を利用した残留農薬分析

ねらいと成果

残留農薬の分析には、一般的にガスクロマトグラフや高速液体クロマトグラフが使われている。

しかし、この手法では設備、機器等が整った場所が必要で、圃場や出荷場など生産現場で分析を行うことは困難である。

近年、生物体が外部からの異物を識別する抗原抗体反応を利用した免疫測定法が進歩し、残留農薬についても測定が試みられている。

この測定方法は、測定機器としては簡易な比色計があればよく、測定キットも携帯可能で、測定時間も数時間で終了するため出荷物の検査等への利用が考えられる。そこで、今回市販の測定キットを用いて作物残留農薬分析への可能性を検討した。

内容

測定の手順は、以下の通りである (図1)。

- ①抗原となる残留農薬を試薬中の抗体と結合させる。
- ②その後、残った抗体に酵素を結合させた抗原を結合させる。
- ③発色試薬を加え酵素により発色させ、その色の濃淡により残留農薬の量を求める。

今回は分析対象農薬に殺虫剤ダイアジノンを用いた。まず、測定キットのダイアジノンに対する反応を見た (図2)。縦軸は吸光度、つまり色の濃さを

- ①抗体に抗原(農薬)を添加。

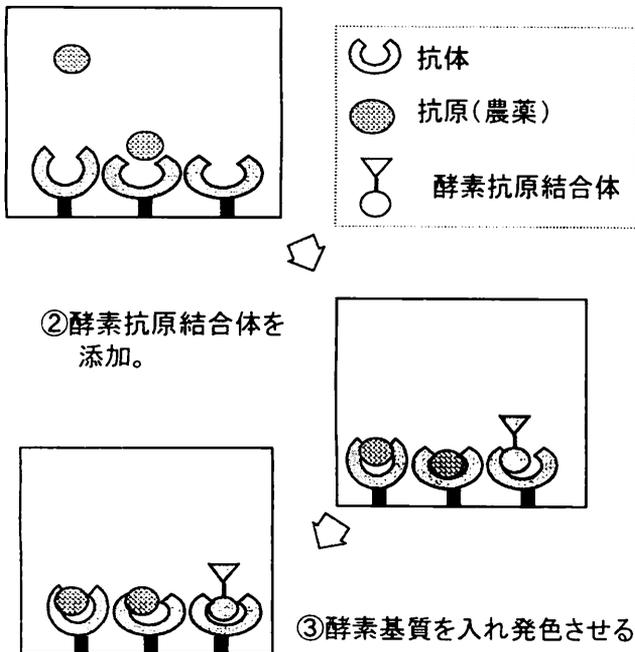


図1 酵素免疫測定法の模式図

を示し横軸はダイアジノンの濃度を示している。この手法では抗原(ダイアジノン)の量が多いほど発色量は少なく、試験液の発色は淡くなる。結果は、ダイアジノンが1 ppbから100ppbの範囲で濃度と発色量に直線性を持ち、検出感度もppmの1000分の1のppbと高く、定量及び残留基準値を用いた評価が可能であることがわかった。

次に、キュウリとコマツナに既知量のダイアジノンを加え測定を試みた。結果は予め添加した濃度に対してキュウリでは約10倍、コマツナでは約2倍の高い分析値が出た。これは、今回通常の分析と同じように分析試料をミキサーで破碎し、有機溶媒で抽出、濃縮したために作物に含まれる成分が抗体を覆い、発色量が低下したため見かけ上濃度が高く出たと考えられる。

このように酵素免疫測定法による作物残留農薬の分析には、測定キット操作までの試料の調製法などを改良する点が多くある。また、現在の生産現場で使用されている農薬は多く、市販されている測定キットで測定できる農薬は、ごく少数であるなど課題は多いが、操作の容易さや迅速性など優れた点も多く、これからの研究が期待されている。

今後の方針

酵素免疫測定法に合った作物等からの残留農薬の抽出法を検討し簡易残留農薬分析法を開発する。

清水 克彦 (中央農技・環境部)

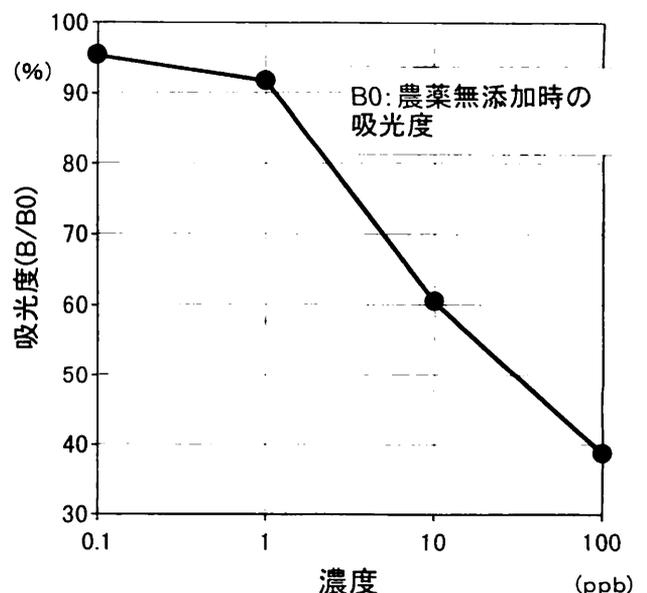


図2 酵素免疫測定キットによるダイアジノンの反応

5 高圧と加熱の併用処理によるリンゴカットフルーツ製造

ねらいと成果

リンゴカットフルーツ（生果スライス袋詰）を製造するため、カットフルーツへの高圧処理と加熱処理との併用を検討した。

高圧処理のみによる品質保持は難しいが、高圧処理に酵素失活のための最小限の加熱処理を加えれば、冷蔵保存1か月くらいまで生果に近い品質が保持できた。

内容

リンゴ生果スライスをビタミンC溶液とともに袋詰め後、高圧処理（400MPa・20℃・10分間）、高圧と加熱の併用処理（400MPa・20℃・10分間+80℃・5分間）、加熱処理（75℃・15分間）の3処理を行い、冷蔵（5℃）保存中の品質変化を調査した。

いずれの処理も生菌数は0で殺菌は達成されていた。色調は高圧処理と高圧・加熱併用処理は黄色、加熱処理は白っぽい黄色で、保存中はいずれの製品もわずかに暗色化したが色の評価は高かった。硬さ

は処理後いずれの製品も生果の40～50%まで柔らかくなったが、保存2か月で高圧・加熱併用処理と加熱処理の製品は軟化し食感の評価が低下した。PPO（ポリフェノールオキシダーゼ）活性は高圧処理のみでは活性が残っており、開封後速やかに褐変した。高圧・加熱併用処理と加熱処理は失活し、開封後の変化はなかった。味の評価はいずれの製品も保存2か月で低くなったが、高圧処理と高圧・加熱併用処理は加熱処理に比べて評価が高かった。

以上のように、リンゴカットフルーツでは高圧処理による殺菌が可能で、高圧と加熱の併用処理により開封後色調変化のない食感の良い製品が得られ、1か月の冷蔵保存が可能である。

普及上の注意事項

リンゴカットフルーツの製造では、高圧処理と最小限の加熱処理の併用が実用的であるが、製品の保存方法や品質保持期限を把握しておく必要がある。

田畑広之進（北部農枝・加工流通部）

表 リンゴカットフルーツ製品の高圧処理、高圧・加熱併用処理、加熱処理の処理直後および5℃保存中の生菌数、PPO活性、色調、硬さ、官能評価

保存期間	処理方法	生菌数	PPO 活性	色調*4			硬さ kgf	官能評価*5		
				L	a	b		色	食感	味
	生果(参考)		28.6	69	-0.4	13	0.46	3.6	4.1	3.9
処理直後	高圧処理*1	0	21.8	31	-1.5	5	0.22	3.6	2.9	2.4
	高圧・加熱併用*2	0	0.2	32	-1.9	4	0.21	3.4	3.2	3.0
	加熱処理*3	0	0.1	56	-2.1	11	0.19	3.4	3.0	2.6
5℃ 1か月	高圧処理	0	16.5	30	-2.4	5	0.19	3.9	4.1	3.7
	高圧・加熱併用	0	0.1	32	-1.9	4	0.19	3.6	3.6	3.9
	加熱処理	0	0.1	55	-2.4	10	0.16	4.0	3.2	3.6
5℃ 2か月	高圧処理	0	14.8	29	-0.6	2	0.27	3.4	3.4	3.1
	高圧・加熱併用	0	0.1	31	-2.1	3	0.09	3.9	2.6	3.0
	加熱処理	0	0.1	50	-1.1	6	0.04	3.9	1.8	2.3

*1 高圧処理:400MPa、*2 高圧・加熱処理併用:400MPa+80℃・5分間、*3 加熱処理:75℃・15分間

*4 色調 L値:明度、a値:(+)赤色度、(-)緑色度、b値:(+)黄色度、(-)青色度

*5 5点評価(5:よい～1:わるい)、パネリスト8人

6 肥育豚用飼料のアミノ酸バランスの改善によるふん尿中への窒素排泄量の低減

ねらいと成果

肥育豚がふん尿中に排泄する窒素量を減らして、ふん尿の土地還元等による地域への環境負荷を軽減するために、飼料中の粗蛋白質（CP）含量を低くし、不足するアミノ酸を添加した飼料を給与することにより、窒素排泄量を減少できることが明らかになったが、この飼料では肥育豚の枝肉が厚脂になることが問題とされてきた。そこで、1998年に改訂された日本飼養標準・豚で採用された、より適正なバランスに基づくアミノ酸添加を行った飼料を肥育豚に給与した結果、窒素排泄量の低減と合わせて枝肉の厚脂を抑制する効果が認められた。

内容

肥育豚16頭を1区8頭ずつ2区分して、体重30～113kgまで発育試験を実施した。1区には1998年版日本飼養標準に基づいた飼料〔前期：可消化養分総量（TDN）76%、CP16%、後期：TDN76%、CP14%〕を給与し、2区には前後期ともにCPを1区よりも3%低くし、アミノ酸のうち養分要求量に対して給与量が不足するリジン前期に0.15%、後期に0.1%、トレオニン前期に0.02%、メチオニン前期に0.02%添加した飼料を給与した。また、別試験として肥育前期（体重40kg）、中期（70kg）及び後期（90kg）に分けて、各区3頭の供試豚に10日間試験飼料を給与する窒素出納試験を2回実施した。

1日平均増体重は、1区が多い傾向を示したが両

区に有意差はなく、飼料要求率も両区に有意差はなかった。発育試験中の背脂肪の厚さの増加量は、肥育前期は1区が多く、肥育後期は2区が多い傾向を示したが、両区に差はなく、総増加量は1区が15.5mm、2区が15.7mmで有意差は認められなかった。枝肉における背脂肪の厚さは、カタ、セ及びコシともに両区に有意差は無く、平均では1区が31.2mm、2区が31.9mmであった。窒素排泄率は前・中・後期ともに1区に対して2区で有意に減少し、1区に対する2区の窒素排泄低減率は前期で14.1%、中期で10.7%、後期で14.2%であった。供試豚1頭当たりの飼料費は、1区が17,361円、2区が17,237円で差がなかった（表）。

以上の結果から、CPを3%低くした低蛋白質飼料に新しいバランスに基づくアミノ酸添加を行った飼料を肥育豚に給与することにより、通常の飼料と同等の発育や枝肉が得られ、飼料費にも差がないことから、今後生産性を低下させずに、肥育豚からの窒素排泄量を低減させる技術として普及が期待される。

今後の方針

畜産経営において窒素とともに環境負荷が問題となっているリンの排泄量低減に向けて試験を実施していく。

設楽 修（中央農技・家畜部）

表 発育、背脂肪厚、飼料費及び窒素排泄率

区分	1日平均 増体量(g)	飼料 要求率	背脂肪増加量(mm)			枝肉背脂肪厚(mm)				飼料費 (円)	窒素排泄率(%)			1区に対する 窒素排泄低減率(%)		
			前期	後期	全期	カタ	セ	コシ	平均		前期	中期	後期	前期	中期	後期
1区	856.6	3.19	7.6	7.9	15.5	42.6	22.6	28.6	31.2	17361	73.8 ^a	84.2 ^a	86.1 ^a	-	-	-
2区	823.7	3.21	6.0	9.7	15.7	43.1	22.9	29.7	31.9	17237	63.4 ^b	75.2 ^b	73.9 ^b	14.1	10.7	14.2

a-b：異符号間に有意差（P<0.05）

7 老鶏の卵殻改善に天然鉱物が有効

ねらいと成果

採卵鶏では日齢が進んでからの卵殻改善は、非常に困難である。今回、珪酸を主成分とする天然鉱物が卵殻強度とハウユニット（鶏卵の鮮度指数）の改善に有効であるとの情報があり、その効果について検討した。また、鶏糞から発生するアンモニア濃度についても検討した。

その結果、この鉱物の1～1.5%の飼料添加が老鶏の卵殻を改善し、糞からのアンモニア発生を抑制することが明らかとなった。

内容

試験は3回行った。試験1は、粉状にした鉱物を0から0.5%きざみの4区分（0%、0.5%、1%、1.5%）を設け、84週齢のデカルブTXに4週間給与した。試験2は試験1の0%に割り当てた鶏を用い、試験1終了後直ちに粉状鉱物を1.5%添加した飼料を給与した。試験3は粒度が1.2～3mmの粒状鉱物を1%添加と無添加の2区分とし、82週齢の市販鶏3銘柄に4週間給与した。測定項目は産卵個数、産卵重量、破卵個数、飼料消費量、試験前と試験中の卵殻強度、ハウユニット、肉斑率（卵白内の肉様物質）、血斑率とした。試験1では糞から発生する

アンモニアと臭気及び糞の酸度を測定した。

試験1の卵殻強度は0%では試験開始前よりもやや弱く、1%と1.5%ではやや強くなる傾向であった。1.5%でハウユニットはやや改善され、肉斑率は高くなる傾向であった。産卵成績では、少なくとも鉱物添加による産卵への悪影響はみられなかった。1.5%では飼料消費量がやや減少し、破卵率はやや低くなる傾向であった。糞のアンモニア濃度は1%と1.5%で0%に対してほぼ半減した。臭気指数では0%と1.5%の間に差がなかった。試験2の7日目では卵殻強度がやや改善し、肉斑率が高くなるなど試験1の1.5%と同様の傾向がみられ、産卵成績についても1.5%と同様の傾向であった。試験3の卵殻強度は無添加区でやや弱くなり、添加区ではやや強くなる傾向であった。ハウユニット、肉斑率、血斑率に一定の傾向は認められなかった。産卵成績では、少なくとも鉱物の添加による悪影響はみられなかった。

今後の方針

育成期や産卵初期の利用法について検討中である。

藤中 邦則（中央農技・家畜部）

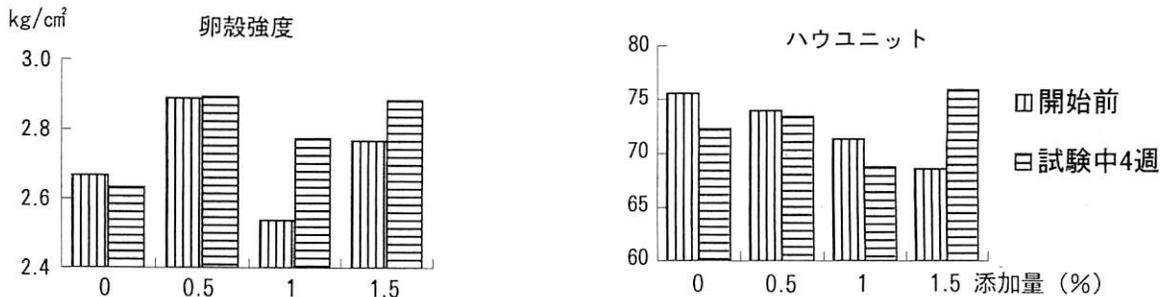


図1. 試験1の卵殻強度とハウユニット

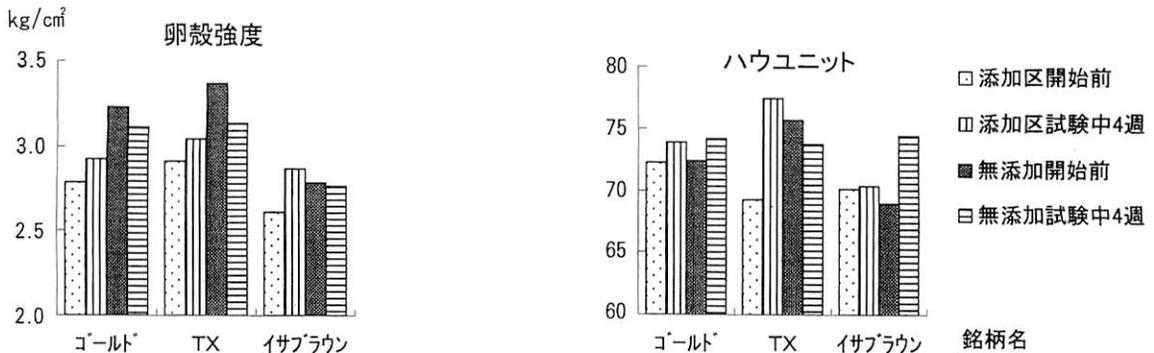


図2. 試験3の卵殻強度とハウユニット

8 米粉糖化粕の乳牛への飼料化試験

ねらいと成果

日本酒の製造副産物の一つである米粉糖化粕（糖化粕）は、粗蛋白質（CP）含量が多く、家畜の蛋白質源として期待されているが、消化性などは不明で現在はほとんど利用されていない。そこで、この未利用資源を乳牛の飼料として活用するために飼料価値について検討した。その結果、大豆粕と代替した試験では、第一胃内での分解速度はやや遅いものの、乳量や乳成分はほとんど変わらず、乳牛の飼料として利用できることが明らかとなった。

内容

1. 飼料特性

糖化粕の生産工程を図に示した。成分値は表1のように大豆粕に類似していた。糖化粕はブロック状で水分が40%程度と高く、そのままでは飼料として利用しにくいので、乾燥・粉砕したものをを用いた。

2. 第一胃内の分解特性試験

第一胃にフィステルを装着したホルスタイン種乾乳牛3頭を用い、ナイロンバッグ法により糖化粕の第一胃内での分解特性を調べた。

糖化粕の各浸漬時間におけるCP消失率は大豆粕に比べてやや低かったが、8時間後のCP消失率は57.4%と比較的迅速な分解性を示した（表2）。

3 乳牛の給与試験

試験区は糖化粕を乾物給与量の9.5%給与し、対照区は糖化粕の代わりに大豆粕を同量給与した。試験には泌乳中～後期のホルスタイン種泌乳牛を4頭用い、1期間14日間3反復の反転試験法により実施した。採食状況は、試験区で糖化粕の残餌が1頭に見られたが、対照区では大豆粕の残餌は見られなかった。試験区は対照区に比べて乳量がやや多く、乳脂率がやや低かった（表3）。第一胃性状では、総VFA濃度、アンモニア態窒素濃度は試験区のほうが低かった。以上の結果より、試験区の糖化粕の第一胃での消化率は大豆粕に比べて低いことが推察されたが、対照区に比べて乳量や乳成分に差はなく、乳牛の飼料として利用できると思われる。

普及上の注意事項

糖化粕を使用する場合、保存性や扱い易さの点か

ら乾燥・粉砕したほうが良い。また、入手可能な時期が秋から春までに限られているので、農家の飼料給与と体系に効率的に組み入れていく必要がある。

福尾 憲久（洲本農林水産事務所，
前淡路農技・畜産部）

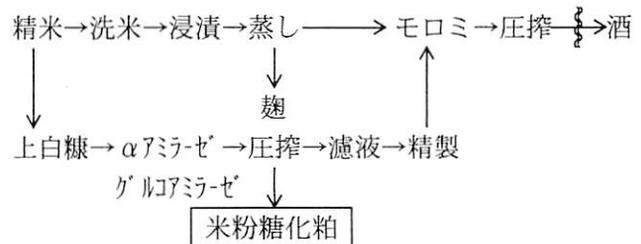


図 米粉糖化粕の生産工程

表1 米粉糖化粕と大豆粕の成分値（現物当たり%）

	DM	CP	推定TDN	粗脂肪	NDF	ADF
米粉糖化粕	86.2	43.8	64.8	5.6	14.1	1.4
大豆粕	88.8	46.6	78.4	2.3	7.4	5.8

DM：乾物率，TDN：可消化養分総量
NDF：中性デタージェント繊維
ADF：酸性デタージェント繊維

表2 第一胃内分解特性（消失率；%）

		浸漬時間 (h)				
		0	2	4	8	24
米粉糖化粕	DM	33.2	57.4	65.7	71.1	94.3
	CP/DM	21.1	45.3	53.8	57.4	91.6
大豆粕	DM	69.1	73.1	76.1	87.5	98.9
	CP/DM	63.5	72.5	79.2	99.8	—

表3 乳牛の給与試験成績（平均値）

		試験区	対照区
乳成分	乳量 (kg/日)	22.8	22.3
	乳脂肪率 (%)	3.9	4.1
	乳蛋白質率 (%)	3.3	3.3
	無脂固形分率 (%)	8.9	8.9
第性一状	pH	6.5	6.6
	総VFA (mmol/dl)	8.8	9.4
	A/P比	3.8	3.8
液	アンモニア態窒素 (mg/dl)	6.1	7.6
	総蛋白質 (g/dl)	7.7	7.5
血状	尿素態窒素 (mg/dl)	15.0	19.4
	血糖 (mg/dl)	66.9	67.5

普及情報

ユズの定着、更なる飛躍

現在神崎郡内においては、昭和50年に村おこしで始まった神崎町根宇野（みよの）地区でのユズの導入(6.2ha)をきっかけに、近隣の大河内町や市川町でも植栽が進み、現在10.1haの産地となっている。

当地区は、導入当初よりユズ果実の搾汁を中心として発展してきた産地である。しかし、近年搾汁量が需要量を上回り、また、農協の加工用ユズ買入れ単価の低下など厳しい中で、新たな販路の開拓はもちろんのこと、生果出荷への方向修正並びに有利販売が大きな課題となっている。

そこで、北部農業技術センター加工流通部の協力を得ながら、産地強化の普及活動を行っている。

1 生果出荷産地への取り組み

(1) 防除システムの整備

ユズ産地の中心である根宇野地区では、高齢化により病害虫防除等の管理が行き届かない農家が多かった。そこで、省力的な防除方法についてユズ部会で検討し、今年度農村資源活用農業構造改善事業で5.1haのユズ園地にロータリークラマーが整備された。

(2) 出荷期間の拡大

一般的には、8～9月の青玉出荷、11月～12月の黄玉出荷が通常の出荷形態であるが、これ以外の10月や1～3月にも市場出荷できるよう施設(早期着色及び高温予措兼用施設)の整備を進めた。

エチレン処理による早期出荷では、一ケース(量目1.5kg)当たりの平均単価は1,128円と高値で販売されている。(過去3年間の11月～12月出荷の平均単価は640円)

また、貯蔵用果実には高温予措を行い、冷蔵庫で貯蔵中である。

(3) 下級品の販売対策

これまでの箱出荷に加え、今年度から下級品の販

売にも力を入れている。下級品はパック(2個入り、3個入り)での出荷とし、冬至の頃を中心に量販店向けに出荷している。

ユズの出荷先は、姫路、神戸、大阪、京都の4市場である。

2 加工基盤強化への取り組み

今年度搾汁ラインの中に選果機を導入した。これにより、果実の大きさ別搾汁が可能となり搾汁率の向上が図れる。また、果汁の貯蔵のため規模にあった冷蔵庫が導入され、貯蔵果汁の品質低下を防ぐことが期待される。

3 今後の課題

- (1) 整枝せん定の徹底 … 管理作業の軽労化と品質の向上を図るため低樹高化を徹底する。
- (2) 新しい加工品の開発 … すでに商品化されたものに加えて新たな加工品が必要である。
- (3) 貯蔵技術の確立 … 貯蔵庫の整備と予措により適切な貯蔵ができるよう技術の確立を図る。

ユズ果実の用途はきわめて広く、加工、生果両面での産地化をさらに進めたい。

岸根 秀明(福崎普及センター)



図 ユズの早期出荷

柑橘類の商品性向上と技術対策

栽培技術からの取り組み／土壌水分制御による温州ミカンの糖度向上



フィルムマルチ栽培



畝立てによる根域制限と
フィルムマルチとの組合せ栽培



根域制限栽培（コンテナ栽培）

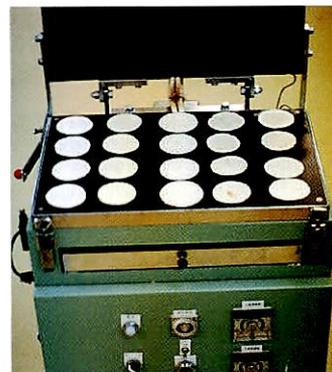
ユズ果実の貯蔵性向上とユズ加工品への取り組み



生果出荷期間を延長する予措



圧搾式果汁搾汁機とユズ果汁



うすやきせんべい焼き機
とユズせんべい試作品

ユズ搾汁カスからの試作品



圧搾オイルのカプセル製品
左（果皮＋種子） 右（種子）



果皮の炭化物

ひょうごの農業技術 No.107

平成12年1月1日（隔月刊）

1部250円（申込先・県立中央農業技術センター）

兵庫県立中央農業技術センター（0790）47-1117

兵庫県立北部農業技術センター（0796）74-1230

兵庫県立淡路農業技術センター（0799）42-4880