

味噌用高加工適性大豆の選抜に関する研究(1)

旧長野県中信農業試験場育成品種・系統の味噌加工適性と味噌醸造適性の評価

誌名	長野県野菜花き試験場報告
ISSN	02861321
著者名	元木,悟 大西,邦男 山田,直弘 田中,進久 高松,光生 矢ヶ崎,和弘 高橋,信夫
発行元	長野県野菜花き試験場
巻/号	15号
巻号補足	
掲載ページ	p. 19-23
発行年月	2013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



長野県野菜花き試験場報告
第15号: 19-23 (2013)

味噌用高加工適性大豆の選抜に関する研究
(第1報) 旧長野県中信農業試験場育成品種・系統の味噌加工適性と味噌醸造適性の評価

元木 悟*・大西邦男**・山田直弘・田中進久***・高松光生****・矢ヶ崎和弘・高橋信夫*****

Studies on Selection of Soybeans with High-Processing Suitability for Soybean Paste (miso)

1. Evaluations of soybean on processing suitability and brewing suitability for soybean paste (miso)

Satoru Motoki, Kunio Onishi, Naohiro Yamada, Nobuhisa Tanaka, Mitsuo Takamatsu,
Kazuhiro Yagasaki and Nobuo Takahashi

Abstract

In the use of domestic soybean, bean curd, boiled beans, soybean paste (miso) and natto are common products. In the process of developing miso, total sugar contents, flour color of soybean seeds, characteristic of steam boiled soybean (hardness, uniformity and moisture), seed coat rate and rate of water absorption are important factors. In the present study, the miso processing suitability of different soybean varieties and the local lines was evaluated based on seed coat rate, flour color of soybean seeds, rate of water absorption, steam boiled soybean hardness and total sugar contents. In addition, a miso brewing examination of the high processing suitability of soybeans for the selected miso was executed by using different varieties and lines. Moreover, the ideal soybean for miso processing was determined, based on various factors. The relationship between Y% (brightness) and y-x value (difference between the X value [red] and y value [yellow]), total sugar contents, rate of water absorption, and seed coat rate were $r=0.695^{**}$, -0.403^{*} , -0.738^{**} and -0.351^{*} , respectively ($^{*}5\%$, significantly different; $^{**}1\%$, highly significantly different). The relationship between rate of water absorption and y-x, steam boiled soybean hardness were $r=-0.541^{**}$ and -0.416^{*} , respectively. The relationship between total sugar contents and seed coat rate was $r=-0.445^{**}$. Soybean lines with a high Y% value are inferior to total sugar contents, rate of water absorption and seed coat rate. Therefore, it is thought that the selection that gives width to some degree is necessary for selecting the line for the miso processing from flour color of soybean seeds. When the negative relationship between steam boiled soybean hardness and weight of 100 seeds ($r=-0.478^{**}$) is excluded, there are no correlations between miso processing aptitude and yield. Therefore, soybean paste processing aptitude and yielding ability are independent and can be selected.

Key Words : Flour color of soybean seeds, Rate of water absorption, Seed coat rate, Soybean, Soybean paste (Miso), Steam boiled soybean hardness, Total sugar contents

緒 言

近年、国産大豆の増産に伴い、実需者側からは、用途別に加工適性の優れた原料大豆の育種および生産が要望されている。国産大豆の用途は豆腐・煮豆・味噌・納豆などが主体であり、味噌加工適性においては豆腐や納豆とは異なり、糖含量、生大豆粉色調、蒸煮大豆の特性(硬さ・均一性・水分)、種皮比率、吸水率などが重視される(海老根, 1982, 1985; 山本, 2010; 全国味噌技術会, 1995)。

¹ 本報告の一部は北陸作物・育種学会第35回講演会で発表した。

*現在 明治大学農学部

**元 株式会社竹屋研究所

***現在 埼玉県農林部

****現在 長野県農業試験場

*****現在 長野県植物防疫協会

本研究では、過去に報告された各手法を利用し、種皮比率（元木ら, 1998a）、生大豆粉色調（元木ら, 1998b）、吸水率（元木ら, 1998b）、蒸煮大豆硬度（矢ヶ崎ら, 1994）および全糖量（平, 1989）から、当场育成品種および地方名系統の味噌加工適性を評価するとともに、この手法で選抜した味噌用高加工適性大豆の品種・系統について実需者による味噌醸造試験を実施し、味噌用大豆の品種育成における今後の方向性を検討した。

材料および方法

1. 味噌加工適性の評価

1997年に長野県野菜花き試験場の前身である旧長野県中信農業試験場（長野県塩尻市、標高750m、表層腐植質黒ボク土、以下旧中信農試）の生産力検定本試験に供試した地方名系統18系統と、比較として各府県で栽培されている19品種の合計37品種・系統について味噌加工適性を評価し、下記の味噌加工適性関連項目との関係を調べた。

選抜指標のうち、種皮比率は電子レンジ法（元木ら, 1998a）により、生大豆粉色調と吸水率は既報（元木ら, 1998b）により測定した。蒸煮大豆硬度は各品種・系統20粒について、水温25℃で17時間吸水させ、水切り後直ちにオートクレーブ（SM-51, ヤマト）を使用し、120℃、1cm²当たり約1.2kgで10分間蒸した。冷却後の蒸し大豆について、蒸煮大豆硬度測定法（矢ヶ崎ら, 1994）を参考に、レオメーター（NRM-2010J-CW, 不動工業）を使用し、10mmφプランジャーで2.5mm圧縮時の応力を測定した。子実成分含有率は各系統を超遠心粉砕器（Retsch, メッシュ1mm）で粉砕し、インフラライザー500（Bran + Luebbe）を使って測定した。

味噌加工適性が優れる系統として、淡色系味噌用大豆の醸造適性条件（元木ら, 1998c）を参考に、蒸煮大豆硬度が変動係数で25%以下、種皮比率が6%以下、吸水率が原重量対比2.2倍以上（海老根, 1985; 新国, 2001）、生大豆粉色調がY%（明度）68%以上、y-x（黄色の純度であるy値と赤色の純度であるX値の差）値0.007以上、全糖量23%以上の系統を目標に選抜した。

2. 味噌醸造適性の評価

1の試験で選抜した味噌加工適性が高かった9品種・系統と、比較として従来、味噌醸造適性が劣るとされる‘タマホマレ’を用い、株式会社竹屋研究所（長野県諏訪市）において味噌醸造試験を実施した。

味噌醸造は、大豆を3倍量の水（水温25℃）に17時間浸漬させ、1時間水切り後、1cm²当たり1kg加圧下で18分間蒸した。冷却後の蒸し大豆について、7mmφチョッパーで播砕し、麹歩合6割、水分47%、食塩濃度12.3%の仕込み条件の味噌を醸造した。試験は1区4kgで行い、30℃で熟成・発酵させた。種水には味噌実用酵母（*Zygosaccharomyces rouxii*）と乳酸菌

（*Tetragenococcus halophilus*）を味噌1gにつき 2×10^5 および 2×10^6 になるよう添加した。

結果および考察

1. 味噌加工適性の評価

味噌加工用系統として、当场の1997年の生産力検定本試験のなかから7系統を選定した（第1表）。選抜系統のなかでは、生大豆粉色調のY%は‘東山168号’、‘東山172号’、‘東山183号’、‘東山185号’が高く、生大豆粉色調のy-x値は‘東山183号’が高く、全糖量は‘東山159号’、‘東山168号’、‘東山172号’、‘東山177号’が高かった。また、吸水率は‘東山159号’、‘東山168号’、‘東山181号’が高く、種皮比率は‘東山159号’、‘東山168号’、‘東山172号’、‘東山177号’が低かった。選抜系統の蒸し大豆の硬さや均一性は、株式会社竹屋研究所で行った当场育成品種の味噌醸造試験（長野中信農試, 1997, 1998, 1999）の結果から判断して、いずれも問題ないと思われる。

大豆の味噌加工適性評価に関しては古くから報告があり、今回の評価項目のうち、吸水率と全糖量、生大豆粉色調のY%との間には米国産大豆において正の相関（海老根ら, 1969a, 1969b）が、吸水率と蒸煮大豆硬度との間には負の相関（平, 1982）が認められるという報告があるが、当场の生産力検定本試験に供試した37品種・系統では、それぞれ $r = 0.256$, -0.738^{**} および -0.416^{*} （*5%危険率で有意, **1%危険率で有意, 以下同じ）であり、吸水率と全糖量、生大豆粉色調のY%の関係は既報とは異なる結果となった。全糖量と蒸煮大豆硬度との間の関係は $r = -0.235$ で、従来、全糖量の高い大豆の蒸煮硬度は軟らかいとされていたが（海老根, 1985）、既報（香西ら, 1989; 平, 1989）と同様、国産大豆においては全糖量と蒸煮大豆硬度との間には関連は見出せなかった。また、Y%とy-x、全糖量、種皮比率との関係、y-xと吸水率との関係、全糖量と種皮比率との関係は、それぞれ $r = 0.695^{**}$, -0.403^{*} , 0.351^{*} , -0.541^{**} および -0.445^{**} で相関が認められた（第2表）。生大豆粉色調は信州味噌（永山, 1983）に多い淡色系味噌の製造上重要であるが（平ら, 1981, 1985）、Y%の高い系統の選抜は、国産大豆においては全糖量、吸水率および種皮比率の劣る系統を選抜する結果となるため、生大豆粉色調から味噌加工用系統の選抜を行う場合には、ある程度幅を持たせた選抜が必要である。

味噌加工適性の評価項目と子実重、百粒重の収量性との関係は、蒸煮大豆硬度と百粒重および全糖量と子実重との間に負の関係が成り立つ（それぞれ $r = -0.478^{**}$ および -0.372^{**} ）以外には相関関係が認められず、味噌加工適性と収量性とは独立して選抜できることが示唆された（第2表）。

なお、第1表中の地方名系統のうち、‘東山168号’（長

野中信農試, 1999) は‘だいず農林 114 号’として農林登録され, ‘あやこがね’と命名された(矢ヶ崎ら, 2000). また, ‘東山 172 号’は‘だいず農林 126 号’として農林登録され, ‘つぶほまれ’と命名された(矢ヶ崎ら, 2005).

2. 味噌醸造適性の評価

株式会社竹屋味噌研究所の味噌醸造試験の結果, 淡色系味噌には‘東山 172 号(つぶほまれ)’と‘エンレイ’, 赤味噌には‘エンレイ’と‘ナカセンナリ’が良く, ‘さやなみ(東山 158 号)’は淡色味噌, 赤味噌のどちらでも高品質味噌に仕上がるという特徴があると評価された. また, 今回供試した選抜系統は, 総合的に判断して, いずれも味噌醸造に適すると評価された(第3表).

1997 年には島根県で‘さやなみ’(長野中信農試, 1997) が, 1998 年には兵庫県で‘タママサリ’(長野中信農試, 1998) が, 味噌加工用品種として奨励品種に決定したが, 今回の味噌加工適性評価の結果, ‘さやなみ’は生大豆

粉色調, 全糖量および種皮比率で, ‘タママサリ’は生大豆粉色調および全糖量で特に優れていた. また, 1999 年には宮城県および新潟県で‘東山 168 号(あやこがね)’

(長野中信農試, 1999; 矢ヶ崎ら, 2000) が味噌加工用品種として奨励品種に決定したが, この品種は生大豆粉色調, 全糖量および蒸煮大豆硬度で特に優れていた. この3品種・系統は, 株式会社竹屋研究所の味噌醸造試験(長野中信農試, 1997, 1998, 1999) でも味噌に適すると高く評価された.

以上の結果を総合的に判定して, 淡色系味噌用大豆の醸造適性条件と選抜目標を第4表にまとめた.

近年の消費者の国産指向, 高級品および高品質志向, 健康志向の高まりによる味噌加工用の国産大豆に対する需要の増加気運(農水省農産園芸局畑作振興課, 1998) などから, 味噌加工用として特徴があり, かつ高品質の系統を選抜し, 実需者による味噌醸造試験を同時に行い

第1表 味噌加工用選抜系統の特性

品種名 または 系統名	子実成分(%)		全粗糖	吸水率(倍)	蒸煮大豆硬度			種皮比率(%)	成熟期(月・日)	子実重(kg・a ⁻¹)	百粒重(g)	備考	
					平均	ナセン	変動係数					育成系統：1997年の有望県	育成品種：1997年の作付面積とシェア
	生大豆粉色調	Y%			y-x	糖	白						
[当场育成系統 ²]													
東山159号	69.1	0.007	24.1	40.5	2.40	286	88	13	5.6	10.20	31.5	40.1	山梨
東山168号	74.3	0.008	24.7	42.2	2.43	365	113	21	5.5	10.9	35.7	35.8	宮城, 新潟, 福井, 長野, 山梨, 広島
東山172号	72.3	0.008	24.3	38.7	2.25	313	97	22	5.4	10.20	32.4	42.2	長野, 鳥取
東山177号	68.7	0.007	24.1	37.8	2.37	359	105	14	5.6	10.11	34.0	35.3	宮城, 長野, 岐阜
東山181号	68.6	0.007	23.3	39.3	2.44	303	89	23	5.9	10.10	34.9	37.6	福島, 福井, 長野, 山梨
東山183号	74.2	0.009	23.0	40.3	2.26	314	97	14	5.9	10.17	37.5	41.7	岐阜
東山185号	72.0	0.008	23.4	40.3	2.31	259	80	14	5.8	10.20	33.4	39.8	兵庫, 徳島, 愛媛
[当场育成品種]													
ホウレイ	72.1	0.006	22.7	42.1	2.29	528	163	16	6.4	9.30	37.4	31.6	15ha (0.0%)
ほうえん	71.0	0.007	22.7	41.7	2.24	454	140	25	5.6	10.4	40.4	33.8	- (長野 1997年奨励)
アヤヒカリ	71.8	0.007	22.2	42.1	2.30	337	104	21	6.7	10.9	33.2	38.1	60ha (0.0%)
エンレイ	68.8	0.007	24.0	42.2	2.33	321	99	19	5.7	10.4	36.2	34.1	9,902ha (12.1%)
オオツル	70.1	0.007	22.5	41.3	2.38	386	113	23	5.7	10.13	35.3	39.8	712ha (0.0%)
さやなみ ^y	72.2	0.008	24.4	38.2	2.26	429	126	27	5.3	10.18	35.5	35.4	- (島根 1997年奨励)
タチナガハ	68.2	0.006	23.0	39.4	2.29	378	111	17	5.4	10.12	32.8	35.1	5,162ha (6.3%)
ギンレイ	73.1	0.009	24.2	39.1	2.22	473	146	13	5.8	10.17	35.6	33.5	4ha (0.0%)
ナカセンナリ	70.4	0.008	23.1	41.5	2.31	324	-	13	6.2	10.20	30.9	30.1	1,835ha (2.2%)
タママサリ ^x	71.7	0.009	24.6	38.5	2.31	303	93	16	6.0	10.20	31.8	35.8	- (兵庫 1998年奨励)
タマホマレ	70.7	0.008	23.7	39.8	2.27	378	117	24	5.9	10.22	32.5	30.8	6,260ha (7.7%)

味噌加工適性: 供試した 37 系統のうちから, 生大豆粉色調が Y% で 68% 以上, y-x 値が 0.007 以上, 全糖量が 23% 以上, 吸水率が 2.2 倍以上, 蒸煮大豆硬度が変動係数で 25% 以下, 種皮比率が 6% 以下の系統を選抜

² 長野県中信農業試験場育成, 1997 年産地方名系統

^y 試験当時の地方名: 東山 158 号, 長野県中信農業試験場育成品種

^x 試験当時の地方名: 東山 163 号, 長野県中信農業試験場育成品種

第2表 味噌加工適性関連項目の相関関係

	生大豆粉色調		全糖	吸水	蒸煮大豆	種皮比	子実重	百粒
	Y%	y-x	量(%)	率(倍)	硬度(g)	率(%)	(kg・a ⁻¹)	重(g)
Y%	1.000							
y-x	0.695**	1.000						
全糖量	-0.403*	0.092	1.000					
吸水率	-0.738**	-0.541**	0.256	1.000				
蒸煮大豆硬度	0.138	-0.170	-0.235	-0.416*	1.000			
種皮比率	0.351*	0.083	-0.445**	-0.094	0.133	1.000		
子実重	0.262	0.058	-0.372*	-0.242	0.325	-0.189	1.000	
百粒重	0.131	0.154	-0.093	0.116	-0.478**	-0.310	0.164	1.000

n = 37

**は1%水準で, *は5%水準で有意であることを示す

旧中信農試1997年産生産力検定試験子実, 1997年調査

第3表 味噌醸造試験成績

品種名 または 系統名	吸 水 率 (倍)	蒸煮大豆 硬度(g)		60日間熟成後							味噌 ^u 醸造 評価
		平均	標準 偏差	蒸煮大豆の色調			窒素 ^x 分解 率(%)	味噌の色調			
				Y%	x	y		Y%	x	y	
東山168号	2.31	484	52	39.7	0.381	0.371	22.46	12.9	0.473	0.403	○
東山172号	2.25	283	35	39.6	0.384	0.373	20.86	14.9	0.469	0.403	◎
東山177号	2.33	360	49	41.6	0.380	0.369	22.06	16.6	0.462	0.403	○
東山185号	2.34	398	64	39.7	0.383	0.371	20.76	15.3	0.465	0.402	○
エンレイ	2.36	381	63	40.2	0.384	0.375	23.22	13.8	0.472	0.404	◎
さやなみ ^z	2.16	380	67	40.2	0.381	0.373	23.19	15.6	0.464	0.403	◎
ギンレイ	2.26	628	143	39.4	0.383	0.372	21.56	14.9	0.466	0.403	○
ナカセンナリ	2.26	370	47	40.3	0.383	0.374	20.94	15.1	0.466	0.403	◎ ^v
タママサリ ^y	2.26	455	94	39.7	0.393	0.382	25.05	20.2	0.459	0.408	○
タマホマレ	2.26	625	149	38.6	0.390	0.375	24.99	20.6	0.450	0.402	—

蒸煮方法: 大豆3倍量の水に17時間浸漬させ, 1時間水切り後, 1cm²当たり1kg加圧下で18分間蒸した

醸造方法: 蒸し大豆を7mmφチョッパーで播砕. 仕込み条件は麹歩合6割, 水分47%, 食塩濃度12.3%. 1区4kg
30℃で熟成・発酵. 種水には味噌実用酵母と乳酸菌を味噌1gにつき2×10⁵, 2×10⁶になるよう添加

^z 試験当時の地方名: 東山158号, 長野県中信農業試験場育成品種

^y 試験当時の地方名: 東山163号, 長野県中信農業試験場育成品種

^x ホルモール窒素/全窒素×100(%)

^w 'タマホマレ'と比較して, ◎:特に適する, ○:適する

^v 赤味噌用としての評価

第4表 淡色系味噌用大豆の醸造適性条件と選抜目標

項目名	醸造適性条件	選抜目標
生大豆粉色調	明るいこと 赤みと黄色みのバランスが良いこと. 黄色みが強いこと	Y%68%以上 y-x値0.007以上
子実成分	糖含量が高いこと	全糖量23%以上
吸水率	吸水率が高いこと	原重量対比2.2倍以上
蒸煮大豆硬度	均一であること. 官能評価が良好であること	変動係数25%以下
種皮比率	種皮比率が低いこと	6%以下

ながら、品種を育成する必要性がある。

摘 要

国産大豆の用途は豆腐・煮豆・味噌・納豆などが主体であり、味噌加工適性においては糖含量、生大豆粉色調、蒸煮大豆の特性（硬さ・均一性・水分）、種皮比率、吸水率などが重視される。本研究では、種皮比率、生大豆粉色調、吸水率、蒸煮大豆硬度および全糖量から旧長野県中信農業試験場育成品種および地方名系統の味噌加工適性を評価するとともに、この手法で選抜した味噌用高加工適性大豆の品種・系統について味噌醸造試験を実施し、味噌用大豆の品種育成の方向性を検討した。Y%（明度）とy-x（黄色の純度であるy値と赤色の純度であるX値の差）、全糖量、吸水率、種皮比率との関係は、それぞれ $r = 0.695^{**}$ 、 -0.403^{*} 、 -0.738^{**} および 0.351^{*} （*5%危険率で有意、**1%危険率で有意）で相関が認められた。また、吸水率とy-x、蒸煮硬度との関係、全糖量と種皮比率との関係は、それぞれ $r = -0.541^{**}$ 、 -0.416^{*} および -0.445^{**} で相関が認められた。Y%の高い系統の選抜は、全糖量、吸水率、種皮比率が劣る系統を選抜する結果となるため、生大豆粉色調から味噌加工用系統の選抜を行う場合には、ある程度幅を持たせた選抜が必要である。味噌加工適性の評価項目と子実重、百粒重の収量性との関係は、蒸煮大豆硬度と百粒重および全糖量と子実重との間に負の関係が成り立つ（それぞれ $r = -0.478^{**}$ および -0.372^{*} ）以外には相関関係が認められず、味噌加工適性と収量性とは独立して選抜できることが示唆された。

謝 辞 本稿のとりまとめには、元 富山県立大学教授 葭田隆治博士にご指導いただきました。ここに記して深く感謝の意を表します。

引用文献

- 海老根英雄. 1982. 大豆. p.19-33. 中野政弘編著. 日本醸造協会. 東京.
- 海老根英雄. 1985. 醸造用大豆の加工適性. 大豆月報. 117: 5-9.
- 海老根英雄・松下善一・佐々木博国. 1969a. 米国産大豆のみそ原料としての適性評価. 第1報. 米国産大豆による小規模みそ醸造試験. その3. 味噌の科学と技術. 185: 22-29.
- 海老根英雄・松下善一・佐々木博国・柳井志津子・有吉美才代・町美根子. 1969b. 米国産大豆のみそ原料としての適性評価. 第1報. 米国産大豆による小規模みそ醸造試験. その4. 味噌の科学と技術. 186: 21-29.
- 香西由紀夫・平 春枝・田中弘美・斎藤昌義・宗形豊喜. 1989. 煮豆用原料大豆の評価. 日食工誌. 36:

132-141.

- 元木 悟・山田直弘・田中進久・高松光生・高橋信夫. 1998a. 大豆における種皮率測定法の検討とその品種間差異および年次相関. 育雑. 48 (別1): 126.
- 元木 悟・山田直弘・田中進久・高松光生・高橋信夫. 1998b. 味噌用高加工適性大豆の選抜に関する試験. 第2報. 生大豆粉色調と吸水率の品種間差異. 北陸作報. 35 (別): 56-57.
- 元木 悟・山田直弘・田中進久・高松光生・高橋信夫. 1998c. 味噌用高加工適性大豆の選抜に関する試験. 第3報. 当場育成系統の味噌加工適性評価. 北陸作報. 35 (別): 58-59.
- 長野中信農試. 1997. 新品種決定に関する参考成績書. だ いず東山 158 号.
- 長野中信農試. 1998. 新品種決定に関する参考成績書. だ いず東山 163 号.
- 長野中信農試. 1999. 新品種決定に関する参考成績書. だ いず東山 168 号.
- 永山久夫. 1983. 信州みそ. p.46-47. 健康食みそ. 農文協. 東京.
- 新国佐幸. 2001. 味噌. p.445-447. 転作全書 2. ダイズ・アズキ. 農文協. 東京.
- 農林水産省農産園芸局畑作振興課. 1998. 大豆に関する資料. p.194-195.
- 平 春枝. 1982. 国産大豆の品質. 第1報. 物理的性状・化学成分組成および加工適性. 食総研報. 40: 35-54.
- 平 春枝. 1989. 国産大豆の全糖・遊離型全糖および遊離糖類の含量. 日食工誌. 36: 968-980.
- 平 春枝・平 宏和・御子柴公人. 1981. 大豆の品種および栽培年次が子実の脂質・全カロチノイド含量および色調に及ぼす影響. 日作紀. 50: 98-108.
- 平 春枝・平 宏和・田中弘美・御子柴公人. 1985. 国産大豆の品質. 第10報. 長野農試保存品種の全カロチノイド含量および大豆の色調. 食総研報. 47: 92-104.
- 矢ヶ崎和弘・坂元秀彦・高松光生・山田直弘・宮崎尚時・高橋信夫・重盛 勲・小林 勉・小野佳枝・元木 悟・田中進久・西牧 清. 2005. 極大粒で煮豆加工に適した大豆新品種「つぼほまれ」の育成とその特性. 長野中信農試報. 17: 39-55.
- 矢ヶ崎和弘・高松光生・山田直弘・宮崎尚時・手塚光明・重盛 勲・小林 勉・小野佳枝・元木 悟・田中進久・西牧 清・高橋信夫. 2000. ダイズ新品種「ほうえん」、「すずこがね」および「あやこがね」の育成とその特性. 長野中信農試報. 15: 55-80.
- 矢ヶ崎和弘・山田直弘・小林 勉・高橋信夫・山口光彦・新津綾子. 1994. 蒸煮大豆硬度測定法の改良と選抜への利用. 長野中信農試報. 12: 11-20.
- 山本 泰. 2010. 味噌. p.367-374. 喜多村啓介編著. 大豆のすべて. サイエンスフォーラム. 東京.
- 全国味噌技術会. 1995. みそ技術ハンドブック. p.6-7.