大豆蛋白質の熱変性に関する研究 (第2報)

脱脂大豆蛋白質の熱変性におよぼす蒸煮条件について

難 波 晴 行*

脱脂大豆の蒸煮適度について検討を行わんとするとき、従来から行なわれた多くの研究業績はその研究手段として、工業的規模の実験で総合的に帰納された結果と、実験室的規模で限定された条件から検討した結果とに大別できると考えられる。前者は、蒸煮・製麴・諸味・製品にわたる諸結果を総合したところ、大豆の蒸煮度はやや過度に行なったところに適値が存在すると報告されている¹⁾²⁾。他方基礎的研究からは大豆蛋白質の熱変性度と麴菌プロテアーゼの作用性、麴菌培地としての生育性などから蛋白の変性適度を過ぎると分解率の低下、窒素利用率の低下が報ぜられている^{3)~6)}。このことは極端には利用率と品質の向上が相拮抗することになるが、利用率と品質をとともに向上させる蒸煮方法の考究は、蒸煮適度の把握すなわち熱変性度の適値について検討する必要がある。筆者もしばしば現場において蒸煮度の過、不足が以後の工程に重要な影響を及ぼすことを経験したが、この適値の判定についてまだ十分な対策が行われていないので、まず脱脂大豆の基礎的蒸煮について検討を行なった。

試料および実験方法

1. 脱脂大豆

A社：水分 11.14%，全窒素 7.96%，変性度（水溶性窒素溶出率）21.46%，外観、淡黄色で光沢あり。

B社：水分 11.69%，全窒素 7.61%，変性度 13.25%，外観、褐変し着色する。

C社：水分 8.95%，全窒素 8.06%，変性度 21.27%，外観、淡灰白で着色していない。

D社：水分 11.43%，全窒素 8.00%，変性度 9.40%，外観、淡白色つやがある。

試料は粉碎し全量を 24 メッシュでふるった。水分、全窒素は常法で行ない、水溶性窒素溶出率は試料 10 g を

とり 10 倍量の蒸留水で室温 1 時間振とう機にかけ、のち 4,500 rpm 20 分遠沈し、残渣を前と同様に再抽出し、上澄液を合して 250 ml としてその 100 ml について全窒素を測定し算出したものを変性度とした。

2. 蒸 煮 法

前報と同様に行ない試料を布上で直接蒸煮すると凝縮水の多寡のために水分が一定しないので、径 6 cm シャーレで間接に行なったが変性度に差がなかった。シャーレはガーゼで包み外部からの水分の変動を防いだ。蒸煮の所要時間は達温までに、110°C で 10 分、115°C で 15 分、120°C で 18 分を実際には余分に要した。

3. 熱変性度の測定

(1) 消化 法

前報の結果から 2% タカヂアスターゼ 食塩 (20.15 g/dl) 溶液 50 ml、蒸煮試料はそれぞれ 19.00 g に補正し、40°C、24 時間消化して遠沈後 2 ml の全窒素と 2 ml に相当する 5% トリクロル酢酸可溶性窒素を測定した。

(2) 消化液の N 性および透過率の測定

未変性的大豆蛋白質について N 性の調査^{7)~8)}は重要であるので、消化液 (NaCl 15.5 g/dl) を試験管にとり、湯煎中で沸騰後 3 分間加熱してのち 1 時間静置して東洋濾紙 No. 5c で濾過し、濾液 1 ml に蒸留水 5 ml を加え、前同様 3 分加熱、直ちに水で冷却した液 (NaCl 2.5 g/dl) を 10 mm セル、スリット 0.05 mm 波長 400 mμ (日立 EPU-2A 分光光度計) で蒸留水を 100 として透過率 (T%) を測定した。これは時間の経過とともに着色が進むので時間を一定にして測定した。

4. 水溶性窒素の測定

蒸煮脱脂大豆を消化法と同じく蒸留水 50 ml でトルエンを加えて抽出し、遠沈した蛋白分散液 5 ml の全窒素を測定した。

* 島根県工業試験場 (松江市古志原町)

Studies on the Heat-Denatured Soybean Protein. Part II. On the autoclaving-condition that influences heat-denatured of protein of defatted soybean flour. By HARUYUKI NAMBA.

実験結果および考察

1. 蒸煮時の脱脂大豆の水分吸収について

完全な粒形脱脂大豆（試料D社）を各散水率（冷水）にシャーレ中で十分に吸水させたのち、敷布に移して常圧の飽和水蒸気で直接蒸煮し60分後に測定した重量からの水分を第1図に示した。脱脂大豆は水分71%付近で飽水して一定となり、ちょうど散水率200%の水分量と等しくなったので、散水量はこの付近までが限度と考えられる。しかしこの吸水量は組織内に完全に吸収された水分だけでなく、表面に保持された付着水⁹⁾も含めた水分を示すことになる。

2. N性と透過率について

N性という未変性蛋白質の存在を濁度測定によって定量する新方法が福島¹²⁾により報告された。N性のなくなった変性完了消化液は着色透明であるので、着色度を各波長で透過率を縦軸にとり、グラフを描いたカーブは400m μ 付近で直線状の鋭敏な変化を示したので400m μ のT%について、消化液の着色の程度を測定した結果を第2～4図に示した。

この結果処理程度が低くT%も74以上ではまだプロテアーゼの消化作用も進行するが、74以下では急激に消化力が低下することを示した。蒸煮度をすぐしたいわゆる2次変性は褐変を伴ない、同時にプロテアーゼ活性を阻害する現象を生ずるので、この着色度を示す透過率の測定は、変性度の指示法として適当と考えられた。

3. 蒸煮条件と熱変性度

比較的低散水率120%蒸煮をA社製品（低温処理）、B

第1図 蒸煮脱脂大豆の吸水率

第2図 120%散水における変性条件の CCl_3COOH -可溶性窒素と透過率（着色度）との関係

社製品（高温処理）について温度、時間の関係を第2図に示した。無加圧100°CではA、Bとも180分ではN性消失、T%75～74、消化はまだ進行性、240分でT%70まで下降したので180分との間で適値を示した。110°CではA社45分、B社60分、T%ともに74消化性でも適値を示す。115°CではA、Bとも40分を過ぎると明らかに酵素作用低下し、T%74以下に急落した。120°Cでは必要最小限の20分で前者に比べ過度の変性を示した。

蒸煮終了後のむしり上り水分は現場の実測値平均63%、また62～63%が適当であると報告⁶⁾されている。この水分は散水率（冷水）135～140%時の脱脂大豆水分に相当し、冷却前、蒸煮中の凝縮水を考慮して推定散水率160%でC社について行なった関係を第3図に示した。100°Cでは90分で一次変性完了し、150分付近に適値を見出し、110°Cで45分、115°C、30分で過度を示す。120°Cでは15分でも前者より着色度を増し酵素作用にも抵抗した。

散水率の増加とともにプロテアーゼ作用が上昇することは多くの報告で明かであるが、第4図200%散水区においてこれを物語っている。120%散水区と比較すると1/3～1/2の所要時間で変性完了し分解も著しく促進した。以上の結果から各社の脱脂大豆は変性の進行状態、着色度の変化が一様であったが、プロテアーゼによる消化率は大差を生じた。このことは脱脂大豆原料の選択が重要であることを示している。

4. 蒸煮適値と蒸煮条件

上述のごとく散水率を3段階に区分して温度時間につ

第3図 160%散水における変性条件の CCl_3COOH -可溶性窒素と透過率との関係

第4図 200%における変性条件の CCl_3COOH -可溶性窒素と透過率との関係

第1表 蒸煮適値と散水率の関係

散水率 (%)	散水後 重量 (g)	蒸 煮 温 度 (°C)	蒸 煮 時 間 (分)	蒸煮後 重量 (g)	蒸 煮 物 水 分 (%)	消 化 液 分 析 値				N 性
						A. 消化液全窒素 (2ml 当り)	B. 5% TCA 可溶性窒素 (A液2ml 当り)	$\frac{B}{A} \times 100$	T % (400m μ)	
100	10.00	100	210	10.82	58.87	0.724	0.643	88.81	6.5	##
120	11.00	"	180	11.94	62.73	0.710	0.666	93.80	26.0	+
140	12.00	"	180	12.91	66.04	0.704	0.685	94.43	68.2	-
160	13.00	"	150	13.64	67.38	0.727	0.700	96.29	74.5	-
180	14.00	"	120	14.04	68.30	0.746	0.718	96.25	75.0	-
200	15.00	"	60	15.07	70.47	0.767	0.738	96.22	76.5	-
100	10.00	110	55	10.22	56.46	0.697	0.658	94.40	74.0	-
120	11.00	"	45	11.40	60.96	0.721	0.683	94.73	75.0	-
140	12.00	"	45	11.84	62.42	0.728	0.701	96.29	73.0	-
160	13.00	"	45	12.96	65.66	0.745	0.715	95.97	75.5	-
180	14.00	"	35	13.98	68.17	0.755	0.722	95.63	76.0	-
200	15.00	"	30	14.92	70.17	0.778	0.749	96.28	76.0	-
100	10.00	115	35	10.24	56.54	0.700	0.661	94.43	73.0	-
120	11.00	"	30	11.33	60.72	0.707	0.675	95.47	73.0	-
140	12.00	"	30	12.00	62.92	0.717	0.692	96.51	73.3	-
160	13.00	"	20	12.79	65.21	0.734	0.708	96.46	75.0	-
180	14.00	"	25	13.93	68.05	0.739	0.713	96.48	73.0	-
200	15.00	"	20	14.95	70.23	0.769	0.739	96.10	73.6	-
100	10.00	120	25	9.95	55.28	0.678	0.640	94.40	72.2	-
120	11.00	"	20	11.01	59.58	0.692	0.661	95.52	71.0	-
140	12.00	"	20	11.78	62.22	0.706	0.680	96.32	72.5	-
160	13.00	"	20	12.66	64.85	0.720	0.696	96.67	72.9	-
180	14.00	"	15	13.98	68.17	0.734	0.708	96.46	72.5	-
200	15.00	"	10	14.97	70.27	0.748	0.725	96.93	72.2	-

いて大略の適値を求め、さらに他の散水率に必要な追試を行ない現在市販品中に多いと思われる変性度 20 ぐらいの C 社製品について、第 1 表のごとく 100~200% の散水率について蒸煮適値を求めた。

100°C 区で 140% までは前実験と相違して N 性+で時間が不足、変性不十分である。110°C からの各区分は散水物重量と蒸煮後重量は変わらず水分差 1% 以下で散水率どおりの正確な蒸煮法であることを示した。消化は 110°C 区分がもっとも高く 115, 120°C の順に低下した。

トリクロル酢酸可溶性窒素の全水溶性窒素に対する比は 95~96% で一定し、94% 以下が変性不十分を示した。T % 74 を基準とすると 110, 115, 120°C の順に小さくなり消化作用と一致したが、反面高温ほど着色するから T % は時間をさらに短縮すれば回復するだろうが、原料処理は殺菌もかねるからこれに必要な 120°C, 20~30 分が目標となり、N.K. 式の工業的処理は 115°C (10 ポンド)~119°C (13 ポンド) で 60~30 分が適当であると報告¹⁰⁾され、また 18~20 ポンド、30 分処理の報告¹¹⁾もある。蒸煮温度と適値の関係を第 5 図に示した。結果は 115~120°C で 30~15 分 (第 1 表から) の範囲で工場処理時間の 1/2 にもかかわらず、明らかに高温ほど過度変性に近づくことを示している。また散水が多いほど所要時間が短いことから 120°C 付近の高温で長時間をかけることは、たとえ数分の差でも変性に大きな影響をおよぼすことは明らかである。この見地に立つと現場における処理方法は、できるだけ散水を均一に、蒸煮温度分布を均一にして必要最小限の散水、温度、時間を設定する必要性を示している。

5. 変性度と水溶性窒素の関係

第 5 図 蒸煮温度と適値との関係

脱脂大豆蛋白質の熱変性度と水溶性蛋白質との関係は、それぞれの熱処理条件によって生蛋白質から変性蛋白質に移る点が、ちょうど水溶性窒素の極小点となり、この極小点が現われるまでは蛋白質熱変性度の指標となるが、それ以上は水分、温度、時間が増すほど水溶性窒

第 6 図 120% 散水におけるプロテアーゼ作用と水溶性窒素との関係

第 7 図 200% 散水におけるプロテアーゼ作用と水溶性窒素との関係

第2表 蒸着脱脂大豆蛋白質の安定性

放置時間 (時)	蒸着脱脂大豆 放置後重量 (g)	2 ml 当たり T.N. (g/dl)
1	13.62	0.675
3	13.56	0.685
6	13.46	0.686
24	13.72	0.701
48	13.71	0.703

素も多いことが報告¹²⁾されている。これは第6, 7図でも同じように麹菌プロテアーゼに対する適値の変化に関係なく蒸しの温度が高くなるほど水溶性窒素は増加し、蒸着適値の判定には無関係であった。

6. 蒸着脱脂大豆放置中の変化について

現場の採取試料を同様な消化法で比較するとき、試料を放置しておくとき経時的に消化力が減退する現象を示したので、本法について一様に処理した試料を乾燥を防ぎつつ経時的消化を行なわしめた結果は第2表のごとくで変化がなく、むしろ逆の結果となり、放置中の細菌の影響で殺菌不十分か他の原因であるか今後検討を要する問題と考えられる。

要 約

市販脱脂大豆4社の製品について蒸着条件を検討する目的で、各条件の蒸着脱脂大豆を2% タカジアスターゼ食塩溶液で消化して、溶解全窒素および分解(ペプチッド)窒素を測定し、同時にN性検液の透過率を測定して蒸着条件の適値を求めた。散水率が多くなれば消化率は

大となり蒸着の温度、時間が増すほど急激に消化率は低下した。蒸着条件中、消化液中の窒素含量は温度の変化に敏感に反応し、110°C 付近に最適値を示した。また透過率(着色度)は時間に影響された。すなわち消化率はT% 74 から急激に低下を示したことから蒸着度判定に役立つと考えられる。各社脱脂大豆の蒸着度進行経過は一様性を示したが、蛋白質分解率は褐変した原料がとくに劣っていた。

本実験では蒸着適度になる所要時間が工場時間の1/2程度となったが、このことは小試料で急速に加熱されるため達温までの時間が短いためと考えられる。しかし殺菌の温度時間が現場の蒸し上り大豆の安定性に関連して重要とも考えられ、今後検討を要する問題である。

文 献

- 1) 館野正淳: 醤油と技術, (151) (1956).
- 2) 横塚 保: 食品工業, 3, (12), 18 (1960).
- 3) 川野義男: 醸造誌, 124, 11~18 (1936).
- 4) 村田青仁: 醸協, 52, (10), 829 (1957).
- 5) 井上 昂・柘植由美: 醸協, 55, (8), 545 (1960).
- 6) 仲谷一二: 醤油と技術, (128) (1955).
- 7) 松本憲二: 醸協, 51, (8), 481 (1956).
- 8) 長谷信一郎: 調味科学, 6, (4), 8 (1959).
- 9) 松本憲二: 醸協, 52, (7), 501 (1957).
- 10) 仲谷一二: N.K. 式蛋白質原料処理法, (野田醤油株式会社) (1955).
- 11) 吉備政次郎: 醸協, 57, (5), 377 (1962).
- 12) FUKUSHIMA, D.: Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, 23, (1), 7~21 (1959).

(1965年1月19日受理)

インスタント・ティーの吸湿性について

久保田悦郎*・原 利 男*・古谷弘三*

インスタント・ティーは溶解性をよくするために、できる限り表面積を大きくした多孔質の乾燥粉末であるから、吸湿あるいは酸化を受ける面積が大きく、その上、3~4%の低水分に乾燥され、吸湿性が著しく強い。

インスタント・ティーはこのような粒子構造および特

性を持っているから、わが国のように夏期高湿の環境においては急速に湿気を吸い、固結または潮解して製品の価値が著しく低下する。したがって、インスタント・ティーの包装および貯蔵管理上、その平衡水分および短時間における吸湿水分量などを知っておくことが必要で

* 農林省茶業試験場 (静岡県榛原郡金谷町金谷)

Studies on the Hygroscopicity of Instant Tea. By ETSURŌ KUBOTA, TOSHIO HARA and Kōzō FURUYA.