芦粟成分に関する研究(第3第)

澱粉の比色定量と茎桿・搾汁・浸出汁・種子の成分について

竹花秀太郎*・小倉長雄*

芦粟(ロゾク)の生育中の糖含量などの変化、品種間の相違、製糖行程などについてはすでに報告した^{1)~4)}。すなわち搾汁中の成分はその熟度により糖含量などが異なり、穂と関係を持ち、出穂期に穂を切断することにより、茎桿中の糖含量を非常に増加させることができる²⁾。しかし同時に澱粉も増加することを認めた。澱粉は微量に含有されていても製糖上の障害物質となるので、澱粉含量を知ることが必要であるが、糖を多く含有し、澱粉含量の少ないものは、加水分解法による定量が困難であるので、比色法を用いて定量を試みた。以下その定量法、澱粉の定量結果、茎桿乾物の成分および搾汁と浸出液の成分の比較、および種子の成分についての実験の結果を報告する。

実 験

1. 澱粉の比色定量法について

G.W. PUCKER ら⁵⁾は澱粉を HClO_4 で抽出し、ヨード澱粉として澱粉を沈澱分離してのち、加水分解して定量しているが、C.H. CARTER ら⁶⁾はリンゴ中の澱粉を HClO_4 で抽出後ヨードで発色させ、直接の比色法を用いて定量している。著者らは C.H. CARTER らの方法を改良して使用することにした。

発色度は澱粉の amylose と amylopectin の含量割合によって異なってくるので、芦粟澱粉を搾汁中より沈澱法により取り、これを精製⁷⁾して標準の澱粉とした。この澱粉は馬鈴薯澱粉に比して非常に少く 4~6 μ の円型をしており、ヨードによる発色度は馬鈴薯に比して弱く、馬鈴薯澱粉は芦粟澱粉の約 1.4 倍の発色を示した(第2図参照)。比色法は澱粉を HClO_4 で抽出したのち、水を加えて一定量(100 cc)にし、5% KI および $N/100 \text{ KIO}_3$ の各 1 cc を加えて発色させたのち、620 $\text{m}\mu$ の吸光度を測定するのであるが、ここで問題になるのは抽出時の HClO_4 の濃度と発色度の放置時間であると考

えるので、これについての実験の結果を報告する。

(1) HClO_4 の濃度について

HClO_4 は特級試薬で minimum 60% のものを使用し、 HClO_4 の濃度を 60% (9.3 N) として計算した。澱粉含有物より澱粉を抽出するときの HClO_4 の濃度を 6~9 N にし、5~10 分放置後、これに蒸留水を加え 100 cc にして 5% KI と $N/100 \text{ KIO}_3$ の各 1 cc を加えて発色させたのち、発色させた液の一部に $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ の溶液一滴を加えて色を消した溶液を標準液として、コタキ光電比色計のフィルター 8 (610 $\text{m}\mu$) で吸光度を測定した。

5 mg の澱粉の示す吸光度を第1図に示す。この結果は HClO_4 の濃度にはあまり左右されず、大体同じような発色を示したので C.H. CARTER らよりもうすい 7 N を実験に用いることにした。

(2) 発色後の放置時間について

発色後の着色度合は時間がたつにしたがって増加する

第1図 HClO_4 の濃度差による澱粉の抽出

* 千葉大学園芸学部農芸化学科(松戸市定ヶ丘)

Studies on the Components of Sorghum. Part III. Colorimetric determination of sorghum starch and studies on the components of stalk, pressjuice, diffused solution and seed. By HIDETARO TAKEHANA and NAGAO OGURA.

第2図 発色後の放置時間による吸光度の差

傾向にあるので、5 mg の澱粉を 7 N HClO_4 で抽出したものを発色させ、放置したものについての結果を第2図に示す。この結果は3時間まではわずかに増加する傾向にあるが、3～5時間で安定した発色を示すようになるので、発色後3時間を用いることにした。

(3) 標準曲線の作製について

以上の結果を用いて1 mg より10 mg までの澱粉を発色させた結果を第3図に示す。この結果は8 mg くらいまでは大体 LAMBERT-BEER の法則にしたがって直線関

第3図 芦粟澱粉の比色定量の標準曲線

第1表 各区の澱粉含量

	比 色 法	酸 分 解 法
搾 汁	0.1～0.15 %	0.～0.3 %
搾汁遠心分離後	0	—
搾汁濾過後	0	—
浸 出 液	0.1	—
茎 桿 風 乾 物	0.96	8.1 (dextrin を含む)
種 実	70.05	69.9

係が得られたので、これを標準曲線として使用することにした。この関係は芦粟搾汁を使用し、これに計算量の澱粉を加えた場合も同様であり、また一度発色させたものをうすめた場合、および澱粉濃度のうすい場合は、蒸溜水で定容にする場合に100 cc とせずに50 cc などにした場合でもだいたい直線上にのることを認めた。

2. 芦粟中の澱粉の定量

以上の結果より搾汁や澱粉含有液5 cc に60% HClO_4 の15 cc を加え、10分放置後蒸溜水で98 cc にし、1 cc の5% KI および $N/100 \text{ KIO}_3$ を加えて発色させたのち、3時間後に比色して、芦粟各区の澱粉を定量した。結果を第1表に示す。

搾汁中の澱粉は完熟期のもので0.1～0.15%であるが、これは熟度や搾汁法などの処理法によっても非常に異なってくる。茎桿の風乾物中には完熟期のもので0.96～1%の澱粉が含有されており、生茎桿に換算すると0.2%くらいの澱粉含量になり、したがって、搾汁中には50～75%がでてくることになる。これは甘藷に比して非常に大きな値である。しかし、澱粉は遠心分離や濾過の作用により除去できる。

酸分解法で澱粉の定量を行なって見たが、搾汁では非常にバラツキが多く、茎桿は pentose を多く含有するためか、値が非常に大きくなるので比色法がよいと思われた。しかし種実のごとく澱粉が大部分のものは、両者の値は大体一致した。浸出法は澱粉含量を少なくするといわれているが、0.1%くらい含まれていた。浸出法についてはのちにのべる。

3. 茎桿・搾汁・浸出液・種子の一般成分

試料としたものはほぼ完熟したものである。茎桿は通風乾燥機で乾燥粉末にしたもので、乾物の割合は24.9%であった。すなわち水分が75.1%ということになる。

搾汁は圧扁機で得られたもので、搾汁率は26.5%であまりよくなかった。浸出液は茎桿の外皮をむいたのち、スライサーで細かく横切断したチップを70°Cの温水で浸出したものであり、R.H. COTTON ら⁸⁾はこの浸

第2表 茎桿(乾物)・搾汁・浸出液・種実の一般成分

		茎 桿 (乾物)	搾 汁	浸出液	浸出液 ×1.4	種 実
		%	%	%	%	%
水	分	5.82	84.26	89.70	—	12.30
粗	灰	2.51	0.82	0.42	0.58	1.40
粗	たんば	4.00	0.14	0.06	0.08	8.08
粗	脂	0.37	—	—	—	2.85
粗	纖維	26.83	—	—	—	0.76
ペン	トーザン	11.60	—	—	—	2.20
(ペン	トーズ)	13.18	—	—	—	2.43
澱	粉	8.37	0.15	0.10	0.14	69.93
し	よ	27.35	11.28	7.88	10.9	0.57
還	元	13.80	1.74	1.46	2.12	0.85
全	酸	2.76	1.13	0.65	0.91	0
遊	離	0.60	0.23	0.25	0.35	0

出法を用いて芦粟よりしょ糖をえている。第2表の浸出液×1.4は、もし、糖濃度を搾汁と同じにした場合、他成分を比較するために換算してみたものである。種実ほもみの部分を取り除いたものを粉末にして使用した。

分析は実験農芸化学⁹⁾によって行なった。この結果を第2表に示す。

茎桿中にはしょ糖のほか纖維が非常に多く、また pentose が多いことが特徴であり、この両者の利用が考えられる。搾汁と浸出汁を比較すると、製糖上の阻害物質となる灰分・酸分・たんばくは搾汁の方が多いが、還元糖は少ない。しかし成分間には大差はないが、糖の回収率の点より見れば浸出法の方が倍以上の回収があり有利である¹⁰⁾。浸出液の作り方は前にのべたが、横切断でのチップは組織を破壊するために、雑物の浸出も多かったとも考えられる。種実はたんばく質が多く、また澱粉も多く纖維が少ないので、飼料として適するようである。

要 約

(1) 澱粉の定量を HClO_4 の濃度が 7N になるようにして抽出し、約 10 分後に蒸留水で 98 cc とし、5% KI

および $\text{N}/100 \text{ KIO}_3$ の 1 cc を加えて発色させて3時間後にフィルター 8 (610 $\text{m}\mu$) で比色すると、1~8 mg の間で直線関係が得られたので、これを澱粉の定量に使用した。

(2) 芦粟搾汁中の澱粉量は 0.1~0.15% であり、約 50~75% が出ているようであり、遠心分離などによって除去できる。

(3) 浸出法は灰分・酸・たんばくなどの製糖時の阻害物質を少なくするが、還元糖は増加する。しかし、糖の回収には有利である。

(4) 茎桿にはしょ糖の外纖維と pentose が多く、また種子は澱粉、たんばくが多く、纖維が少なく飼料としての価値がある。

本実験の一部は 1957 年 4 月農芸化学会にて講演した。なお実験を行なうに当り試料の御恵与をいただいた本学部林四郎教授、鈴木正行氏に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 竹花秀太郎・小倉長雄：農化，30，645 (1956)。
- 2) 竹花秀太郎・小倉長雄：千葉大園芸，6，151 (1958)。
- 3) 竹花秀太郎・小倉長雄・寺島 宏：農産技研誌，3，183 (1956)。
- 4) 竹花秀太郎・小倉長雄：農産技研誌，6，20 (1959)。
- 5) PUCKER, G.W., LEAVENWORTH, C.S. and VICKERY, H.B.: *Anal. Chem.*, 20, 850 (1948)。
- 6) CARTER, C.H. and NEUBERT, A.M.: *J. Agr. Food Chem.*, 2, 1071 (1954)。
- 7) 二国二郎編：澱粉化学 (朝倉書店)。
- 8) COTTON, R.H., NORMAN, L.W., RORABAUGH, G.O. and NANEY, H.F.: *Ind. End. Chem.*, 43, 628 (1951)。
- 9) 東大農芸化学教室：実験農芸化学，(朝倉書店) (1953)。
- 10) 竹花秀太郎・小倉長雄：未発表。

(1961年 8 月 8 日受理)