

クワのさし木後における各器官中の糖およびデンプン含有 率の経時的変化

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者名	服田,春子 本間,慎
発行元	日本蠶絲學會
巻/号	41巻3号
掲載ページ	p. 159-164
発行年月	1972年6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



クワのさし木後における各器官中の糖およびデンプン含有率の経時的变化

服田 春子・本間 慎

東京都府中市・東京農工大学農学部
(1971年9月15日受理)

著者らは前年に貯えられたクワ古条の貯蔵物質の多少と発芽初期ならびにその後の成長の関係について一連の研究をすすめてきた。

さし木後約20日間の成長は、古条の貯蔵物質に依存することが大きいことをさし木古条ならびに展開器官の乾量成長やさし木古条中の可動性炭水化物(全糖とデンプン)の測定²⁾によって追究し、さらにアミラーゼならびにインベルターゼ活性の消長³⁾と対比しながら論及してきた。

クワの発芽初期におけるデンプンの消長については、間、直井⁴⁾がさし木古条のデンプン消費を半定量的な手法を用い、新しよりの乾量増加につれて古条のデンプンが減少することを観察している。糖の消長については、柏田^{5,6)}がペーパークロマトグラフィーによって分析し、古条中のスタキオース、ラフィノースおよびフラクトースなどが発芽初期に消失することを観察している。

本報では、さし木後の古条および展開器官中のデンプンと数種の糖の消長について定量的に実験を行ない、さし木後の乾量成長やアミラーゼ、インベルターゼ活性の消長と対比させながら検討し、若干の知見をえたので報告する。

本実験に用いたクワ古条の入手にあたりお世話下さった農林省蚕糸試験場・栽桑部長 間和夫博士、同桑生理研究室の方々に厚く感謝の意を表します。

材料と方法

糖およびデンプンの分析：供試材料は前報³⁾の明処理区の試料について行なった。

さし木古条は皮部と木部に、展開器官は新条と葉に分けたのち、ただちに生のまま沸とうした80%エタノール中に投入し固定した。その後、エタノール

と植物体とを分離し、植物体は40°Cで乾燥したのち、細碎し、さらにボールミルで粉末にした。この粉末は80%エタノールで3回煮沸抽出し、遠心分離したのち、上澄液は固定した時に用いたエタノール抽出液と合した。上記の抽出液は40°Cで減圧蒸留し、エタノールを除去したのち、酢酸鉛で除タンパクを行ない、糖分析試料とした。この試料はDOWEX 50 (H⁺型)のカラムとDOWEX 1 (ギ酸塩型)のカラムを順に通して脱塩したのち、Dowex 1 (ホウ酸塩型, 1.5cm²×14cm)のカラムに吸着させ、四ホウ酸カリウム溶液を0.003 M, 0.02M, 0.04Mの濃度の順にフラクションコレクターを用いて約26時間流出し、各糖を溶出した⁷⁾。溶出液はフェノール—硫酸法で比色定量を行ない、糖量を求めた。

つぎに、エタノール抽出残渣は4.5N 過塩素酸で2回冷抽出し、遠心分離したのち上澄液を用いて、フェノール—硫酸法で比色定量を行ない、デンプン量を求めた。

結 果

1. さし木古条における糖とデンプンの含有率の変化

さし木後、展開器官の成長にともなう古条の皮部と木部における各糖の含有率の変化は第1図に示すとおりである。

さし木時の古条皮部には、スクロース、スタキオース、フラクトース、グルコースが検出され、古条木部ではそれ以外にラフィノースが検出された。

量的に多いスクロースの含有率をみると、皮部には55.3mg/g. D. W., 木部には9.8mg/g. D. W. で、木部より皮部の方が著しく高い値をしめた。

木部中の各糖の変化をみると、スクロース含有率

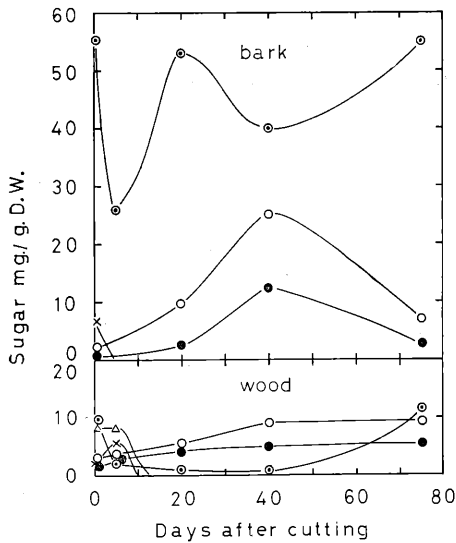


Fig. 1. Changes of individual sugar component in barks and woods of the hard-wood cutting

● : Sucrose ○ : fructose ● : glucose
△ : raffinose × : stachyose

はさし木後急激に低下し、1mg/g. D. W. の低い値が40日目位までつづき、その後上昇した。一方、フラクトースとグルコース含有率は、さし木後、徐々に上昇し、40日目以降はほぼ一定値をしめたが、この間、含有率はグルコースよりもフラクトースの方が高かった。スタキオースとラフィノースはさし木後20日までに消失した。

皮部においては、スクロース含有率は木部同様さし木後急激に低下した。しかし、木部と異なって20日目頃にかけて増大し、再び40日目頃にかけて減少し以後増大した。フラクトースとグルコース含有率はさし木後増大し、40日目頃に最高値をしめたのち低下した。スタキオースは5日目頃までに消失した。

つぎに、第2図は古条皮部と木部のデンプン含有率(A)と含有量(B)の経時的変化をグルコース単位でしめたものである。

さし木後実験終了まで、デンプン含有率は皮部の方が木部よりも常に高い値をしめたが、個体当りの含有量をみると、木部の方が皮部よりも常に高い値をしめている。

皮部、木部中のデンプン含有率および含有量は、さし木後展開器官が成長するにしたがって低下し、

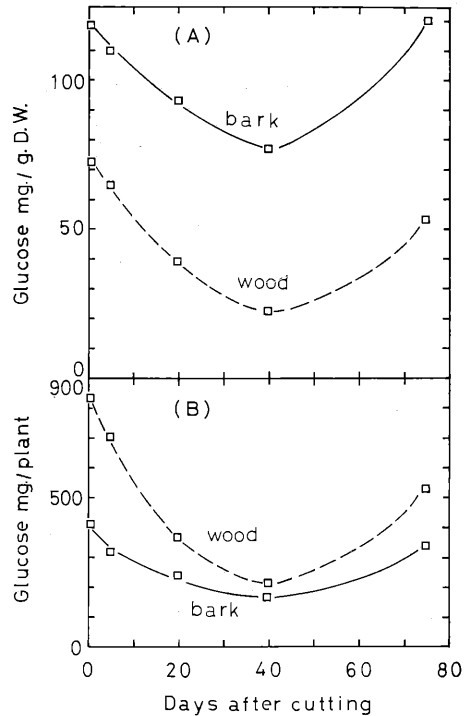


Fig. 2. Changes of starch in barks (solid line) and woods (broken line) of the hard-wood cutting.

(A) represents the content of starch and (B) does the amount of starch in a plant.

40日目頃に最低値をしめたのち増加している。そして、消費されたデンプンがさし木時のデンプン含有率と同じ水準に達する時期は、皮部の方が木部よりも早いことが認められる。

したがって、発芽期の古条中のデンプン消費量は皮部より木部の方が大であった。

2. 展開器官における糖とデンプンの含有率の変化

新条と葉における糖ならびにデンプンの含有率の経時的変化は第3図にしめすとおりである。さし木時の桑芽中の糖のなかでは、スクロースの含有率が圧倒的に高く72mg/g. D. W. であるのに対し、スタキオース、フラクトースならびにグルコースはいずれも10mg/g. D. W. 以下であった。

さし木後新しよう中のスクロース含有率は5日目に低下したが、その後上昇し、フラクトースとグルコースは展開後上昇した。20日目には、新条と展開

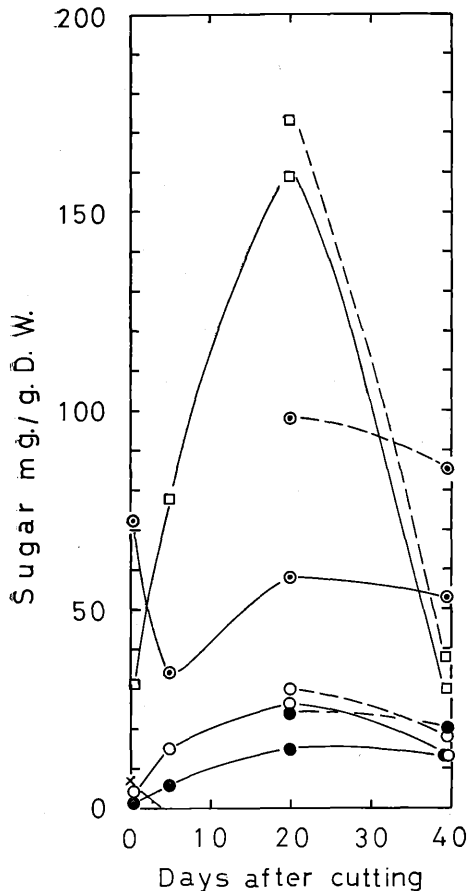


Fig. 3 Changes of individual sugar component and starch in the young shoots (solid line) and leaves (broken line).

For symbols refer to Fig. 1 and 2.

してきた葉とに分けて分析を試みたところ、新条、葉ともにスクロースが他の糖に対して高い値をしめし、また、新条より葉の方が常に高い値をしめした。

一方、新しうのデンプン含有率は葉が展開するにしたがって急激に上昇し、20日目頃に最高値をしめしたのち急激に低下した。展開してきた葉のデンプン含有率は新条よりもわずかに高い値をしめしたが、その消長は新条と同じ傾向をしめした。

考 察

さし木古条の皮部、木部および展開器官中のデンプンと糖の経時的変化を、前報³⁾までにえられた知

見と比較検討しながら考察をすすめる。

1. さし木古条の皮部と木部のデンプンと糖の経時的変化

デンプン：古条皮部および木部のデンプン含有率の経時的変化は、前報³⁾でえられた皮部および木部の乾量の経時的変化と同様な傾向がみられた。したがって、さし木後古条乾量の増減に対しては古条中デンプン含有率の変化が大きな役割を演じているといえる。

さし木時の古条のデンプン含有率は、皮部が 120 mg/g. D. W., 木部が 72mg/g. D. W. であり、皮部のデンプン含有率は木部のそれより約 1.8 倍高かった。しかし個体当りの量を算出すると、皮部では 406mg/plant, 木部では 835mg/plant となり、木部中のデンプン含有量は皮部のそれより約 2 倍多いことになる。

それでは木部と皮部中のデンプン消費量はどのようになるであろうか。さし木後40日目に古条のデンプン含有量は最低値をしめすが、このとき皮部のデンプン含有量は 168mg/plant, 木部では 214mg/plant であったので、さし木後40日間に消費されたデンプン量は皮部で 238mg/plant, 木部で 621mg/plant となった。

以上の結果から木部のデンプン消費量が皮部のそれより大であり、デンプンを貯蔵する器官としての役割は皮部より木部の方が大きいといえよう。

つぎにデンプン消費の経過をみると、さし木後デンプンは急激に消費される。すなわち、さし木後20日目までのデンプン消費量は皮部で 166mg/plant, 木部で 464mg/plant となり、全消費量の前者は70%、後者は75%に相当する。

このことから、発芽初期における展開器官の成長における貯蔵物質の役割がいかに大きいかがうかがえる。

上記デンプン消費量の変化はさし木後の古条皮部のアミラーゼ活性の動向と一致する。すなわち、古条皮部中のアミラーゼ活性はさし木後約20日間は高い値をしめし、その後の20日間は急激に低下している³⁾。すなわち、古条皮部のアミラーゼ活性の高い20日間に、古条中のデンプンの大部分は消費されたのである。

一方、古条中のデンプン含有率が徐々に上昇しはじめるさし木後40日目頃から古条皮部のアミラーゼ

活性は非常に低い値をしめた。

以上の結果から、古条皮部のアミラーゼ活性は古条のデンプン消費量が大きい時期に高く、デンプンが蓄積される時期に低いという関係がみられた。

糖類：さし木古条中の糖としては、柏田⁵⁾の結果と同様、スクロース、フラクトース、グルコース、ラフィノースおよびスタキオースが検出された。ラフィノースとスタキオースは冬期に存在し、夏期には消失するといわれているが⁶⁾、本実験においてもさし木後両糖は消失した。

糖の中で量的に多く、主体をなすものはスクロースであり、その含有率は木部よりも皮部の方が著しく高い値をしめたが、さし木後の動向としてつぎのことがいえよう。

皮部と木部のスクロース含有率は、さし木後5日目(脱苞期)まで急激に減少し、この間、古条のスクロースは202mg/plantを消費するが、古条皮部のインベルターゼ活性は低いので³⁾、スクロースは分解されないうまま、芽へ転流し利用されたのであろう。MURATA⁷⁾は、イネ種子を用いた実験で、発芽後4日目に胚乳中のスクロース含有量が減少することを報告している。

しかし、5日目以降においても木部中のスクロース含有率は40日目まで低い値が続いたのに対し、皮部中のスクロース含有率は変化にとみ、しかも高い値をしめていることから、貯蔵物質の転流はスクロースの形で皮部を通して行なわれるものと思われる。

40日目以降の木部と皮部のスクロース含有率の上昇は葉で生成された光合成産物の転流によるものであり、その結果、古条の乾量増加やデンプンの蓄積がもたらされたものとみなされる。

一方、古条中のフラクトースとグルコース含有率の変化をみると、さし木時の含有率は皮部、木部とも低い値をしめたが、新条や葉が展開するにしたがって皮部と木部のフラクトース、グルコース含有率はさし木後40日目まで増加した。しかし、柏田⁵⁾はクワの条中のフラクトースとグルコースが本実験とは逆に春期に減少することを報告しており、MURATA⁷⁾はイネ種子を暗黒下で発芽させた実験で、胚乳中のデンプンが減少するにしたがってグルコースとフラクトースが増加することを認めている。また、クワ古条を暗所にさし木した場合、古条

の皮部と木部の還元糖含有率は、古条中のデンプンが急激に消費されたさし木後20日目位まで上昇するが、以後減少することも認められている(服田、本間：未発表)。このことから、古条中のグルコースとフラクトース含有率のさし木後20日目までの上昇は、おもにデンプンの加水分解によってもたらされたといえよう。

その後、明処理区では40日目頃まで含有率が上昇するが、これは展開した葉の光合成産物が古条へ転流されると同時に、古条中ではわずかであるがデンプンの減少が続くことによってもたらされたものと考えられる。さらに皮部のグルコースとフラクトース含有率が木部に比べて急激に上昇していることは、光合成産物の蓄積がまず皮部で行なわれたものとみなされる。

2. 展開器官の糖とデンプンの経時的変化

新しう中の糖とデンプン含有率は展開にともないさし木後20日目まで増加した。この期間は新しうが貯蔵物質に依存して成長しているときであり³⁾、古条中のデンプンが大部分消費されたときに相当している。そして、新しうの乾量が急速に増加しているので、古条中の貯蔵物質が新しうへ転流し、デンプンが増加したものとみなされる。一方新しうのインベルターゼ・アミラーゼ活性はさし木後上昇し20日目に最大値をしめていること³⁾から、新しう中のスクロースとデンプンは加水分解され植物体構成物質として利用されるのだらう。さらに、新しうの呼吸速度もさし木後20日目まで増加し³⁾、糖・デンプン含有率と同じ傾向をしめていることが認められた。

以上、さし木してから20日目までの期間、展開器官の形成のために貯蔵物質を利用した活発な代謝が行なわれていると推察される。

摘 要

クワ古条のさし木後における乾量成長とアミラーゼおよびインベルターゼ活性の変化についてはすでに明らかにしてきたが、本報では古条の皮部と木部、新条および新葉について各糖類とデンプンの含有率の経時的変化を明らかにし、さし木後の初期成長過程における貯蔵物質の消費と展開器官の形成との関係を検討した。

結果の概要はつぎのとおりである。

1. さし木古条の皮部と木部のデンプン含有量はさし木後40日目頃まで減少したのち増加し、皮部と木部の乾量変化と同じ傾向をしめた。
2. 皮部のアミラーゼ活性が高い期間、すなわちさし木後約20日間に、皮部では全デンプン消費量の70%、木部では75%が消費された。
3. 皮部と木部のグルコースとフラクトース含有率はデンプンの消費にともない、さし木後40日目まで上昇した。
4. 実験期間中、皮部のスクロース含有率は木部に比べて常に著しく高い値をしめた。皮部と木部のスクロース含有率はさし木後5日目に急激に減少し、5日目から40日目までの間、木部のスクロース含有率は低い値が続いたが、皮部では変動をしめしながらも高い値が続いた。40日目以降には皮部、木部のスクロース含有率はいずれも上昇した。
5. 新条と新葉のグルコース、フラクトースおよびデンプンの含有率はさし木後20日目に最高値をし

めし、新条と新葉のインベルターゼ、アミラーゼ活性および呼吸速度の経時的变化と同じ傾向をとった。

文 献

- 1) 阿武喜美子・瀬野信子 (1968) : 糖質実験法, 蛋白質核酸酵素編集部編, p. 44, 共立出版社, 東京
- 2) 服田春子・本間慎 (1971) : 日蚕雑, **40**, 307-312.
- 3) 服田春子・本間慎 (1972) : 日蚕雑, **41**, 15-20.
- 4) 間和夫・直井利雄 (1964) : 蚕糸研究, **52**, 1-6
- 5) 柏田豊 (1954) : 日蚕雑, **23**, 325-328.
- 6) 柏田豊 (1961) : 日蚕雑, **30**, 179-182.
- 7) MURATA, T., T. AKAZAWA and S. FUKUCHI (1968) : Plant Physiol., **43**, 1899-1905.

Summary

Studies on the changes of sugar components and starch in mulberry plant after cutting

By

Haruko HATTA and Shin HOMMA

In the previous paper, we presented experimental evidence indicating the growth in dry weight and changes in the activity of amylase and invertase with hard-wood cutting of mulberry plant.

In the present paper, the growth of early stage was studied with the same hard-wood cutting as that used in the previous paper, by measuring the content of sugar components and starch in barks and woods of the hard-wood cutting, young shoots and leaves.

The results were as follows:

1. The content of starch in bark and wood of the hard-wood cutting decreased up to about 40 days, from then increased. It was seen that the change in the content of starch closely paralleled to that of dry weight of bark and wood of the hard-wood cutting.
2. Starch in bark and wood of the hard-wood cutting was consumed, respectively, 70% and 75% of the total amount of consumption up to about 20 days after cutting, during the time when the high activity of amylase in the barks continued.
3. The contents of glucose and fructose in bark and wood showed a gradual increase to about 40 days after cutting, accompanied by breakdown of starch.
4. During 75 days after cutting, the content of sucrose in bark always showed the very high

values comparing that in wood. There was a decline in the contents of sucrose in bark and wood in the initial 5 days of the development, followed by the low content in the wood till about 40 days, but in the bark by the fluctuated high content. After about 40 days, the content of sucrose in bark and wood increased.

5. A rapid increase in the contents of glucose, fructose and starch in new shoots and leaves starts from cutting, reaching maximum at about 20 days, while the content of sucrose decreased in the initial 5 days and then increased till about 20 days after cutting.

The same tendency may be shown among the changes of contents of sugar components and starch, those of the activity of amylase and invertase, and those of the rate of respiration in sprouted young plants.

(Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo)