

桐樹天狗巢病葉に於ける糖液より澱粉合成作用の低下について

徳重, 陽山
九州大学農学部植物病理学教室

<https://doi.org/10.15017/21375>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 15 (3), pp.313-318, 1955-08. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

桐樹天狗巢病葉に於ける糖液より 澱粉合成作用の低下について*

徳 重 陽 山

On the decrease of starch synthesis from sugar
solution in the leaves of the paulownia
tree affected by witches'-broom

Yozan Tokushige

前 言

天狗巢病に感染した桐樹葉は呼吸作用増大^{1,2,3)}と同化作用低下⁴⁾を起し、葉中の同化澱粉を減少させる傾向を有するにも拘らず葉中には常に多量の同化澱粉と可溶性糖類が存在する。著者はこの現象を同化澱粉から糖への分解作用の変調に因るものではなく、寧ろ葉の細胞から糖が転移していく作用の低下に起因するものであらうと考察した。⁵⁾本実験は同化澱粉より糖への分解作用を健全樹及び罹病樹について比較し、此の考察を更に進めようとしたものである。

葉を糖液中に浸漬すれば葉中に澱粉が出現するが、是の澱粉出現の時間と澱粉量とは、其の葉の糖より澱粉を合成する機能の大小を示すものと思われる。然るに葉中では、澱粉から可溶性糖への分解と可溶性糖から澱粉への合成は可逆的な反応であるから、合成機能は分解機能に一致するものと考えられる。従つて糖液に葉を浸漬することにより澱粉合成能力を健全葉及び病葉について試験すれば、これをもつて、健全葉及び病葉の澱粉分解機能を推定することが可能である。

実験の材料及び方法

実験材料は福岡県林業試験場の桐畑中に植栽されている健全桐及び罹病桐から採集した。材料は日の出前に、葉柄の部分附して採集し、葉柄を水に挿して一昼夜暗室中に保存し、健全病葉中に澱粉反応が認められなくなった葉を供試材料とした。先ず此の葉面から穿孔器で葉円板を打抜き、シャーレ中に入れた規定濃度の糖液上に浮かべて暗室(25°~32° C)に保存し、規定の時間に取り出して90%のアルコールで葉緑素を除き、沃度沃度加里液に数分浸し、暫時水洗した後にその呈色の幅及び濃度を測定した。

* 九州大学農学部植物病理学研究室業績。

† 本研究にあたり種々御教示を賜つた吉井教授、佐藤教授、木場見教授に謝意を表す。

実験結果

1. 各種糖液に浮べた健全樹葉及び罹病樹葉の円板の澱粉合成

10% の各種糖液上に直径 1 cm の葉円板を浮べて、葉中の澱粉合成を検査した。結果は第1表に示す通りである。

Table 1. Starch synthesis from various 10 per cent sugar solutions in the leaf disks of the diseased and healthy trees.

Sugars	5 Hours		20 Hours		40 Hours		2 Weeks	
	Healthy	Diseased	Healthy	Diseased	Healthy	Diseased	Healthy	Diseased
Glucose	—	—	卅	卅	卅	卅	卅	卅
Galactose	—	—	+	卅	卅	卅	卅	卅
Fructose	+	—	卅	卅	卅	卅	卅	卅
Arabinose	—	—	—	—	±	—	—	—
Xylose	—	—	+	+	卅	卅	—	—
Rhamnose	—	—	—	—	—	—	—	—
Maltose	±	—	+	—	+	+	卅	卅
Sucrose	+	±	卅	卅	卅	卅	卅	卅
Glycogen	—	—	—	—	—	—	—	—
Lactose	—	—	±	+	卅	+	卅	卅
Water	—	—	—	—	—	—	—	—

顕著な澱粉合成を起させる糖は glucose, galactose, fructose, sucrose であり, galactose を除くとすべて桐葉に含有されている可溶性糖類であつた。少量の澱粉合成を起させる糖は xylose, maltose, lactose 等であるが, xylose 溶液では2週間後に健病葉とも褐変枯死していた。澱粉合成を起さない糖は arabinose, rhamnose, glycogen であつた。以上の糖の中で maltose は病葉より健葉中でよく澱粉を合成させ, lactose では其の反対の傾向を示していた。葉中に早く澱粉反応の現われる糖は fructose と sucrose であつて, これは健葉の方が病葉よりも早く生ずるようである。尙, 此等の実験の対照として水に浮かべた葉円板には健葉及び病葉とも澱粉の反応は常に陰性であり2週間後, 健葉円板ではその周囲部分に, 病葉円板では中央部分に褐変の兆が観察された。

2. 健全樹葉及び罹病樹葉の円板の澱粉合成に対する糖液の濃度と葉円板の大きさについて

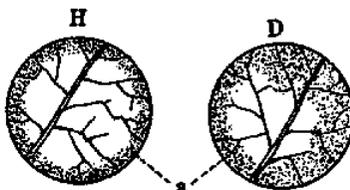


Fig. 1. Starch synthesis from sugar solution in the leaf disks.

H : Healthy leaf disk.

D : Diseased leaf disk.

a : Zone of starch accumulation.

0.5%, 1%, 5%, 10%, 20%, 40% の濃度の glucose 液を調製し, 老幼の健葉より直径 0.5 cm, 1 cm, 2 cm の穿孔器で打抜き, これ等を上記の糖液に浮遊させて 15 時間, 30 時間, 60 時間後に取り出して澱粉反応を行い, 呈色の濃度と澱粉集積の幅を測定した。澱粉集積の幅は第1図に示す如く, 葉円板の周囲に現われるものである。澱粉集積の幅は浸漬の時間及び葉円板の大きさには余り関係がなく, 糖の

濃度に比例して拡大する傾向にあるが、40%の糖濃度では甚しく葉円板の生理を阻害するようである。病葉の澱粉集積の幅は健葉より広く且つ非常に不整形を呈している。健葉及び病葉に於ては新葉の澱粉集積幅は老葉よりも広い傾向が認められた。

澱粉沃度反応は20%までは糖濃度の高い程顕著で、浸漬の時間と共に濃度を増し、特に低濃度の糖液に於て浸漬時間と澱粉反応の増加の関係が明瞭であつた。

3. 健全葉及び罹病葉の円板を糖液に浮べた場合の澱粉合成機能の比較

健葉及び病葉中には可溶性糖類として glucose, sucrose, fructose を含んでおり、此等の糖液からの健葉及び病葉円板の澱粉合成を調べたものである。此等3種類の糖の10%液及び glucose, fructose, sucrose を等量ずつ計約10%含む液に健病の葉円板を浮かし4時間後、6時間後、8時間後、24時間後の各時間に暗室より取り出して合成された澱粉を沃度反応により検出した。葉円板は老幼の健葉及び老幼の病葉から直径1cmの穿孔器で打抜き、それを供試材料とした。実験結果は第2表に示す通りで、各数値は3回反覆の平均値である。

Table 2. Velocity of starch accumulation and widths of starch zones (mm) in the leaf disks of the diseased and healthy trees.

Floated hours	Leaf condition	Glucose	Fructose	Sucrose	G. F. S.	Water
4 hrs	Healthy young leaves	≡ 3.0	≡ 4.1	+ 3.3	≡ 2.0	- 0.0
	Healthy old leaves	± 0.0	≡ 2.0	± 1.6	≡ 1.0	- 0.0
	Diseased young leaves	± 0.0	+ 0.0	± 0.0	± 0.0	- 0.0
	Diseased old leaves	± 0.0	+ 0.0	± 0.0	± 0.0	- 0.0
6 hrs	Healthy young leaves	≡ 2.3	≡ 3.3	≡ 1.6	≡ 2.0	- 0.0
	Healthy old leaves	+ 2.0	≡ 2.6	≡ 2.0	≡ 1.5	- 0.0
	Diseased young leaves	+ 3.6	+ 3.6	≡ 5.0	+ 5.0	- 0.0
	Diseased old leaves	± 5.0	≡ 4.6	≡ 3.0	≡ 5.0	- 0.0
8 hrs	Healthy young leaves	≡ 2.6	≡ 3.6	≡ 1.3	≡ 3.5	- 0.0
	Healthy old leaves	+ 3.9	≡ 3.3	≡ 2.0	≡ 1.0	- 0.0
	Diseased young leaves	+ 3.0	≡ 3.3	+ 5.0	+ 5.0	- 0.0
	Diseased old leaves	≡ 5.0	≡ 5.0	+ 5.0	≡ 3.0	- 0.0
24 hrs	Healthy young leaves	≡ 2.0	≡ 3.3	≡ 1.3	≡ 1.5	- 0.0
	Healthy old leaves	≡ 1.3	≡ 3.3	≡ 1.3	≡ 1.5	- 0.0
	Diseased young leaves	≡ 3.3	≡ 3.0	≡ 2.0	≡ 2.5	- 0.0
	Diseased old leaves	≡ 4.4	≡ 4.3	≡ 1.6	≡ 3.5	- 0.0

健葉では糖液に浮べて4時間後に既に明瞭な澱粉の集積が認められるが、病葉では不明であり、6時間後になつて始めて澱粉の集積が明瞭となつてくる。然し8時間後に於ても健葉の澱粉沃度反応は病葉よりも濃く、24時間後に両者の濃度に差が認められなくなつた。従つて病葉の澱粉合成能力は健葉よりも劣つてゐる事が判る。葉の老幼別に見ると健葉では幼葉は老葉よりも早く澱粉を合成する傾向が認められるが、病葉ではその様な傾向

は認められなかつた。糖の種類から云えば、健・病・老・幼の別なく fructose は他の糖よりも早く且つ多量に澱粉合成を促すようである。澱粉集積の幅は病葉円板が常に広く、このことは実験 2 に於ける状態と同様であるが、其の形状は不整で同一葉面からの材料でも其の幅に相当な相違が認められる。

考 察

桐樹葉中に可溶性糖類として glucose, fructose, sucrose が含まれているが、此等の糖液上に桐樹葉片を浮べると、同れも澱粉が合成された。即ちこれは glucose より澱粉, fructose より澱粉, sucrose より澱粉への合成の経路が存在していることを示すものである。此の点に就ては病葉は健葉と全く同様であり、天狗巣病に罹病することによつて病葉に於ける糖より澱粉への合成経路が阻害されてはいないようで、此の澱粉合成に関する根本的機作は健病間に相違はないものと思われる。然しその機能については、澱粉出現の時間の遅れ及び澱粉濃度の僅少よりして、病葉の方が健葉よりも劣つていゝと考えられる。葉中で行われる glucose, fructose, sucrose よりの澱粉合成の機作は総て glucose-1-phosphate を通じて行われ、又此等 3 種の糖は酵素作用により相互変化が可能であり、此等の反応は総て可逆反応であるから、澱粉より糖への分解反応も同一経路を通じて行われる筈である。従つて健葉及び病葉とも澱粉より糖への分解は同一経路をたどるものであるし、合成機能の劣つていゝ病葉では分解機能も低下してゐると考えられる。然し病葉に於ける此の機能の低下にも拘らず、病葉中に起つていゝ可溶性糖類の異常集積は一見矛盾してゐるようであるが、これは病葉の糖転移作用の阻害を考えれば統一的に理解される。即ち病葉に於ては澱粉糖化作用の低下以上に糖転移作用の低下が起つており、その結果可溶性糖類の過剰滞積を招来してゐるものと考察されるのである。

糖液に葉円板を浮かして生ずる澱粉の集積の幅は病葉の方が広く、糖が病組織を滲透する速度が早いと観察された。これは病葉の糖転移作用の低下と云う既報³⁾に反するようであるが、葉脈が葉円板中に存在してゐても澱粉集積に葉円板の周辺より、等距離の幅に起り、葉脈とは無関係であり、又糖の転移形態と考えられてゐる sucrose が一番滲透性が悪く、fructose 及び glucose よりも狭い澱粉集積帯を形成してゐると云う二つの理由から、この澱粉集積の幅と葉内から外部へ糖の転移して行く速度とは別に考えねばならぬ多くの要因が介在するものと思われる。

摘 要

桐樹天狗巣病葉の各種糖液より澱粉合成をする速度及び分量を健全葉と比較して、病組織内に於ける解糖作用を明らかにしようとした。実験方法は各種の糖液上に健葉及び病葉の葉円板 (cork borer で打抜いたもの) を浮かべ、澱粉の出現する時間及び量を沃度反応により調査したものである。実験結果は次の通りである。

1. 多量の澱粉合成を起させる糖は glucose, galactose, fructose, sucrose で少量の澱粉の合成を起させる糖は xylose, maltose, lactose であり澱粉合成を起させない糖は arabinose, rhamnose, glycogen であつた。此の傾向は健病葉とも同一であつた。

2. 葉円板に合成される澱粉量は糖液の濃度と浸漬の時間に影響されるが、葉円板の大きさは無関係である。葉円板周辺の澱粉集積帯の幅は糖の種類と糖の濃度に影響されるが葉円板の大きさと、浸漬時間には影響されない。病葉円板は澱粉集積帯の幅が常に広くしかも不整形である場合が多い。

3. 健葉は糖液に浸漬して4時間後に澱粉が出現するが、病葉は6時間後に出現する。健葉では幼葉が老葉よりも澱粉の出現が早い、病葉では老幼の別は顕著ではない。

以上の結果より、糖より澱粉への合成機能については病葉は健葉よりも劣っているから、その逆反応である澱粉より糖への分解機能も劣っていると推測される。而して前報で述べた病葉中の可溶性糖類の異常集積は病葉の澱粉化作用の低下よりも更に強力な糖転移作用の阻害に基くものである。

引用文献

1. 徳重陽山：九州大学演習林報告，19，71～82 (1951).
2. ————：九州大学農学部学芸雑誌，12，309～314 (1952).
3. ————：—————，12，315～319 (1952).
4. ————：—————，15，327～331 (1955).
5. ————：—————，15，303～307 (1955).

Résumé

The purpose of this paper is to show the abnormality of the starch decomposition to sugars in paulownia tree leaves affected by witches'-broom. The experiment was designed to compare the velocity and the amount of starch accumulation of in the leaf disks of the diseased tree with that of the healthy each floated on various sugar solutions. The leaf starch was detected with iodine reaction. The results were as follows.

1. Both the diseased and healthy leaf disks much synthesized starch from each 10 per cent solution of glucose, fructose, galactose, and sucrose, and less from each 10 per cent solution of xylose, maltose, and lactose; but not from each of the same per cent solution of arabinose, rhamnose, and glycogen.
2. The amount of starch synthesized in healthy and diseased leaf disks was related to the concentration of sugar solution upto 20 per cent and to floating times, but it was independent of leaf disk size. The widths of zones of starch accumulation in both healthy and diseased leaf disks (Fig. 1) were related to the kind of sugars and their concentrations, but were independent of leaf disks sizes and floating times. The diseased leaf disks had always wider starch accumulation zones than that of healthy ones without showing any definite forms.

3. The healthy leaf disks synthesized starch from sugar solutions after 4 hrs. treatment, while the disease ones after 6 hrs. Young leaf disks from healthy shoots synthesized starch from sugar solutions than old ones, but this tendency was not found in the diseased leaves.

Above data showed that the starch synthesis from sugars in that diseased leaves was lower than in the healthy ones. This facts indicated that the gradation of starch of the diseased leaves decreased than that of healthy, because the gradation and the synthesis of starch are reversible reactions in leaves. It was concluded that the fact that abnormal, formerly reported by the author was due to the unbalanced degeneration of sugar translocation against the decrease of starch gradation.

Laboratory of Plant Pathology,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University