

論 説

花粉発芽に関する研究
III. 各種糖類の花粉発芽に及ぼす影響

河村重行*・岩崎文雄**

Studies on pollen germination

III. Effect of mono- and poly-saccharides on pollen germination

Shigeyuki KAWAMURA* and Fumio IWASAKI**

結 言

花粉を寒天培地上で発芽させた場合、ハウセンカの花粉のように置床後10分ほどで著しく高い発芽率がえられるものと、菜類やコスモスの花粉のように置床後24時間以上経ても10%程度の発芽率しかえられないものなどがある。この問題を解明するために研究を開始した。

その第1として、著者らは花粉粒内には花粉発芽に要するエネルギー源としての糖含量に差異があるのではないかと考えて調査を行った。その結果、寒天培地上での発芽率の良否に関係なく花粉粒内には多量の糖が含まれていることが判明した(第1報)。

花粉粒内には発芽に要すると思われる糖が十分含有されているながら、花粉の種類によって人工発芽床における発芽率に著しい差異が認められる。この

事実は人工発芽床が植物の種類によって適、不適があることを示すものと考えた。このような考えに基づいて従来の人工発芽床の組成を調査してみると、発芽床は植物の種類によっていくらか差異があることは指摘されているものの、ほとんどの報告で寒天にしよ糖を加えたものが用いられており、発芽床自体に検討を加えたものは極めて少なかった。このようなことから、著者らは花粉発芽の培地を検討することにした。

発芽床を花粉発芽との関連から考えた場合、発芽床の物理的特性と化学的特性とに分けることができる。物理的特性とは発芽床の硬さや湿度などを指し、化学的特性とは発芽床に添加する化学物質の種類やPHなどを考えた。このうち、発芽床の硬さについては第2報で述べた。今回は化学的特性の1つである発芽床に添加する糖について調査を行った。

* 田園調布雙葉高等学校 〒158 東京都世田谷区玉川田園調布

* Denenchof Futaba High School, Setagaya-ku, Tokyo 158, Japan

** 筑波大学農林学系 〒300-31 茨城県新治郡桜村

** Institute of Agriculture and Forestry, University of The Tsukuba, Sakuramura, Ibaraki-ken 300-31, Japan

発芽床に加える糖は、従来、多くの場合、しょ糖が用いられているが、何故、しょ糖以外の糖が用いられぬのかについて論じているものは見受けられず、このしょ糖についても発芽床に加える濃度と花粉の種類との関係でさえ十分に解明されていない。

本実験では糖の種類及びその濃度の変更が花粉発芽にどのような影響を及ぼすかについて調査し、結果を取り纏めたものである。

材料及び方法

実験にはこれまでの実験結果から最も発芽が良いホウセンカ (*Impatiens balsamina* L.) の花粉を用いた。花粉は開花寸前の花蕾から採った。発芽床は前報 (1976) でホウセンカの花粉が最も良い発芽率を示した3%寒天濃度のものとし、これに糖を加えた。糖は単糖類、二糖類および三糖類中よりフルクトース、ガラクトース、グルコース、キシロース、ラク トース、マルトース、シュクロース、ラフィノースなど8種類を用い、それぞれ1, 10, 20, 30, 40及び50%の濃度で実験した。なお、実験操作は次のようにして行った。

直径12 cmのシャーレの中に直径9 cmの濾紙を1/2の大きさにしたものを敷き、この濾紙に2 ccの水をしみこませてふたをし、約30分間放置する。一方、所定の糖濃度になるように糖を加えた3%寒天液を用いてスライドガラス上に厚さに2 mmほどの寒天被膜(発芽床)を作り、葉包紙上に採取した花粉を画筆の先につけ、ピンセットの先で画筆の先をふるわせて花粉を発芽床上に撒布した。寒天被膜(発芽床)は実験台上にスライドガラスを置き、別のスライドガラスの端に寒天液をつけ、実験台上のスライドガラス上を走らせるようにして作成した。花粉を撒布した発芽床は直ちに前述のシャーレ中に移し、恒温室内(30±1°C)で15分発芽させた。所定の発芽時間を経過させた後、スライドガラスを取り出し、酢酸カーミンを滴下して花粉発芽を停止させ、カバーガラスをかけて花粉発芽及び花粉管の伸長状態を調査した。なお、調査花粉粒数は各処理区

とも1回2000粒以上とし、6反復調査を行った。

実験結果

本実験では単糖類、二糖類及び三糖類に属する8種類の糖を用い、これらを発芽床に加えて花粉発芽及び花粉管の伸長に及ぼす影響を調査した。

1. 糖の種類及びその濃度が花粉発芽率に及ぼす影響

花粉発芽率に及ぼす糖の種類及びその濃度の影響を調査し、第1表に示した結果をえた。すなわち、フルクトースでは糖濃度が1%と10%のときにそれぞれ53.4%、52.9%の発芽率を示したが、20%の濃度では急激に悪化し2.9%の発芽率となり、40、50%の糖濃度では全く発芽しなかった。

ガラクトースでは糖濃度10%のときに54.6%の発芽率がえられたが、20%では発芽率が22.4%、1%の糖濃度においては14.1%と糖濃度が高くても低くても花粉発芽率が低下し、30%以上の糖濃度では全く発芽が認められなかった。

グルコースでは10%の糖濃度の場合に最高の発芽率がえられたが、1%、20%の糖濃度では発芽率が低下し、とくに30%以上の糖濃度では全く発芽が認められなかった。

キシロースでは糖濃度1%のときに56.9%の発芽率がえられたが、10%のときには32.1%の発芽率となり、20%以上の糖濃度では全く発芽しなかった。

ラク トースの10%と20%の糖濃度ではほぼ類似した発芽率がえられたが、1%と30%では発芽率がやや低下し、40%では急激に低くなり、50%糖濃度では、発芽しなかった。

マルトースでは1%から20%までの糖濃度の間では糖濃度の増加とともに発芽率が高くなったが、30%では急激に発芽率が低下し、50%の糖濃度では発芽が認められなかった。

シュクロースでは10%と20%の糖濃度のときに75.9%、73.1%の発芽率がえられたが、それより糖濃度が増加あるいは減少しても発芽率が低下し、

		Concentration					
		Sugars	(%)	1	10	20	30
Mono-saccharides	Fructose					—	—
	Galactose				—	—	—
	Glucose				—	—	—
	Xylose			—	—	—	—
Poly-saccharides	Lactose						—
	Maltose						—
	Sucrose						—
	Raffinose						
Sugarless							

Fig. 1. Effect of sugars and it concentration on pollen tube growth.

Table 1. Effect of sugars and it concentration on pollen germination (%)

		Concentration					
		Sugars	(%)	1	10	20	30
Mono-saccharides	Fructose	53.4	52.9	2.9	0.5	0	0
	Galactose	14.1	54.6	22.4	0	0	0
	Glucose	40.4	56.5	36.1	0	0	0
	Xylose	56.9	32.1	0	0	0	0
Poly-saccharides	Lactose	65.4	75.5	74.3	65.6	9.8	0
	Maltose	50.6	60.5	77.0	43.5	10.1	0
	Sucrose	50.9	75.9	73.1	50.2	7.6	0
	Raffinose	52.0	69.3	72.0	74.2	76.6	57.0

40%の糖濃度では7.6%となり、50%では発芽しなかった

ラフィノースでは10%から40%の糖濃度では、濃度が高いほど発芽率が高くなる傾向が認められ、40%の糖濃度で最高発芽率がえられた。さらに、他の糖では全く発芽が認められなかった50%の糖濃度でも57%の発芽率がえられた。

なお、糖濃度0%の発芽率は44.9%である。

2. 糖の種類及びその濃度が花粉管伸長に及ぼす影響

各種糖類の花粉管の伸長に及ぼす影響は第1図に示したように、フルクトーズ、ガラクトーズ、グルコース及びラクトースでは、糖濃度10%の場合がよく、花粉粒の直径の5~10倍長に達した。フルクトーズ、グルコースは糖濃度が20%になると1/2~1/3倍長の花粉管が1個の花粉から2本あるいは4本も伸長しているのが観察された。ラクトースは濃度30%で花粉管は花粉粒の直径の1~2倍長に伸長したものが観察されたが、糖濃度が40%になると1個の花粉から1/2~1/3倍長の花粉管が2~4本も伸長しているのがほとんどの花粉で見受けられた。キシロースは糖濃度1%と10%の発芽率が良かったが、花粉管の伸長は花粉粒の直径の1~3倍長に止まり、フルクトース、ガラクトース、グルコースなどに比較して悪かった。マルトース、シュークロース及びラフィノースでは糖濃度10、20%のとき、花粉管は花粉の直径の5~10倍長に伸長した。なお、マルトースの場合、20%の糖濃度において花粉管はよく伸長するが、花粉管が萎縮しているものや先端が分岐しているものが観察された。シュークロースの場合、糖濃度30%でも発芽が認められたが、ほとんどの花粉粒で3~4本の花粉管が伸長しているのが観察された。ラフィノースは糖濃度20%では花粉粒の直径の10倍長にも伸長していたが、30%糖濃度でも7倍長に達し、花粉管が2~3本伸長しているものも観察された。また、40、50%糖濃度でも花粉管が伸長し、花粉の直径の3倍長に達し

ていた。

考 察

花粉発芽の発芽床にいろいろな物質と糖とを混合して加えている報告は多いが、糖のみを加えてその影響を調査しているものとしては、大井上(1938)がブドウの花粉発芽床に用いたものと、志佐(1954)のペチュニアの花粉発芽床に用いた報告以外は見受けられなかった。

本実験では単糖類、二糖類及び三糖類に属する8種類の糖を用い、発芽床に添加するこれらの糖濃度を変えて、花粉発芽及び花粉管の伸長に及ぼす影響を観察した。

その結果、各種糖類を用いて花粉発芽を行わせた場合、糖の種類によって発芽の起る上限濃度に差異が認められた。すなわち、単糖類ではフルクトースが30%、ガラクトース、グルコースが20%、キシロースが10%でそれ以上の濃度では発芽しなかった。二糖類ではラクトース、マルトース、シュークロースなど、供試したすべての二糖類で40%の糖濃度で発芽が認められ、50%濃度では発芽しなかった。これに対して、三糖類のラフィノースは50%の糖濃度でも57.0%の花粉発芽が観察された。

以上のことから、ハウセンカの花粉発芽には単糖類より二糖類、二糖類より三糖類が適しているように思われる(ただし、三糖類は1種類を用いた結果である)。

次に、糖の種類の花粉発芽率に及ぼす影響であるが、この場合も三糖類において最も良い発芽率が観察され、二糖類がこれにつき、単糖類の発芽率が最も低かった。そのみでなく、単糖類の1%濃度においては抑制的に作用している糖が観察された。

花粉管の伸長に対しても、発芽率において認められたと同様、三糖類が最も良く、二糖類、単糖類の順に悪くなる傾向が認められた。

本実験ではハウセンカの花粉を用いたが、HRABĚTOVÁら(1964)はリンゴの花粉を用いて実験を行ない、花粉管の伸長にラフィノースが効果

があることを報告している。これに対して、大井上(1938)は「ブドウの花粉では二糖類(とくにしょ糖)が最もよく、三糖類は単糖類より悪かった」と述べている。

一方、単糖類より二糖類を用いた場合に何故に発芽率が向上するかに関して、大井上(1938)は不明であると述べており、本実験結果からも言及することができない。ただ、長井ら(未発表)によると、「チュウリップの花粉内に含まれるアミラーゼ活力やその作用機作を検討してみると、花粉粒内におけるアミラーゼは基質である多糖類を二糖類の形に切断して細胞膜の形成、その他に利用している傾向が認められる」とのことである。また、片桐(1966)は「大腸菌などではグルコースの添加によって酵素の生成が阻害されることがGaleらによって1942年に明らかにされたが、その後、同様な現象は多くの微生物についても認められている」と述べているが、これらは本研究の今後の方向に何らかの暗示を与えているように思われる。

次に数多くの糖類の中で、従来から発芽床に添加されている糖はほとんどがしょ糖(シュクロース)

である。本実験結果からこの問題を考察すると、しょ糖は単糖類より良い結果がえられているがラフィノース(三糖類)その他に比較すると、必ずしも最良の糖であるとはいえない。しかしながら、ラフィノースなどの糖を購入する場合にはしょ糖に比較して入手が難しく、価格も高い。このようなことから、発芽床にはしょ糖が多く用いられるようになったのではなかろうか。

摘 要

1. 花粉の人工発芽床の化学的特性の1つである糖の種類及びその濃度が花粉発芽にどのような影響を及ぼすかについて調査した。
2. 実験材料にはハウセンカの花粉を用い、発芽床は3%寒天に単糖類、二糖類及び三糖類をそれぞれ1、10、20、30、40、及び50%になるように添加した。
3. その結果、花粉発芽、花粉管の伸長とも三糖類が最も良く、二糖類がこれに次ぎ、単糖類は最も悪く、単糖類中には低濃度でも抑制的な影響が認められたものもあった。

引 用 文 献

- 片桐英郎 1966. 生化学講座(14) P. 200~202. 共立出版 東京.
- 河村重行・岩崎文雄・細田友雄 1974. 花粉発芽に関する研究 I. 花粉粒内の糖含有量について 育雑 24(3): 146~152.
- 河村重行・岩崎文雄 1976. 花粉発芽に関する研究 II. 花粉発芽と培地の寒天濃度との関係 育雑 26(4): 291~297.
- 長井千文(未発表) 東京教育大学農学部修士論文.
- 大井上 康 1938. 葡萄花粉発芽と培養基の糖種について 園学雑 9(2): 131~143.
- 志佐 誠・樋口春三 1954. 花粉の生理学的研究(第1報) ペチュニア花粉の発芽に及ぼす炭水化物の影響 育雑 4(3): 30~36.

Summary

This experiment was carried out to studies effects of mono- and poly-saccharides on pollen germination and pollen tube growth.

Pollen grains of *Impatiens balsamina* L. were used as materials. The germination tests of pollen were conducted on various germination media with 3 percent agar contain 1, 10, 20, 30, 40, and 50, percent of several sugars (fructose, galactose, glucose, maltose, raffinose sucrose, and xylose) and with sugarless medium as control.

The results were as follows : The percentage of pollen germination and pollen tube growth on mono-saccharides media were lower than not only that on other sugar media, but also that on the control medium. Therefor, it was considered that mono-saccharides has an inhibiting effect on the pollen germination and pollen tube growth. Pollen germination and pollen tube growth were accelerated by poly-saccharide media. The best pollen germination and pollen tube growth were obtained at the medium which added the raffinose.