開花前後の温度と胡瓜、茄における花粉の発芽力

早 瀬 広 司

(北海道農業試験場)

H. HAYASE: Effect of temperature before and after anthesis
on pollen germinating power in cucumber and egg plant

温度は花粉の分化発育・成熟に影響する重要な生理条件の一つである。この方面として生育時期の温度と花粉稔性との関係、分裂時期の高温又は低温の障害による成熟分裂の異常行動、タペート細胞の異常発育等に関し多数の研究報告がある。著者の知る範囲では開花前後の温度と花粉の発芽力の消長との関係を調査した報告はないようである。著者は果菜類に関する花粉発芽の研究をして、花粉の発芽力は開花1～2日前から現われるが、植物により葯の裂開前のもの、裂開後始めて現われるものがあることを知った。本報告は花粉の発芽力の現われる時期が、葯裂開前の植物として胡瓜を、葯裂開後のものとして茄子を用いて、開花前後の花蕾を種々の温度処理した時の花粉の発芽を調査した結果である。

I. 材料及び方法

供試材料として胡瓜 (*Cucumis sativus* L.) は「小城胡瓜」、茄子 (*Solanum Melongena* L.) は「早生長」を用いた。茄子の「早生長」は札幌地方では中生の晩で、冷涼の1954年の8月中旬における圃場の平均気温20°Cの下では開花期間が5日間にもなり、4日目でもまだ葯中に花粉が残っていた。尤も花卉は朝開き夕方閉じる開花運動を行うが、その運動量は開花日の経過とともに小さくなり、6日目に花卉が脱落した。しかし8月中旬過ぎに開花結果した茄子には殆んど完全種子¹⁾がなく秕が多かった。

胡瓜の開花は規則正しく早朝行われるに反し、茄子において天候特に気温に影響されて開花は変化され易く気温の高い日は早く開花する。葯の裂開時期においても胡瓜は規則正しく開花と殆んど同じ時期であるのに対し、茄子では同じ花の葯の間でも裂開度が異なっていた。

花令の判定は花卉の長さや色付き工合により行い、胡瓜では雄花のまま、茄子では同じ裂開度の葯を選んで葯単位に温度処理を行つた。

1955年4月1日受理

1) 97開花自然放任して61個の果実を得たが(62.9%着果)、この中に完全種子の入った果実は3個で、発芽試験でこれらの種子は1粒も発芽しなかつた。

開花1, 2日前の花蕾を温度処理する時は1つの花蕾を水に入れた瓶にさして行い、花粉を始めて人工発芽床にまく時、葯毎に番号をつけたスライドにのせ、このスライドを湿つた濾紙を敷いたシャーレに入れて温度処理を行つた。使用花や葯による誤差を少なくするため、1処理に6～9種類の雄花か、葯を使用し夫々を100粒以上の花粉につき発芽率を調査した。人工発芽床として胡瓜には寒天1%, 蔗糖16%, pH 6.2～6.4を、茄子には寒天1%, 蔗糖8%, pH 5.6を用いた。発芽試験は室温(21～22.5°C)で行つた。

II. 試験結果

1. 胡瓜

(a) 開花前日からの温度処理と花粉の発芽

開花前日の9時から6日間雄花を異なる温度におき、開花日の6時から8時間おきに花粉の発芽率を調査し、その結果を第1図に示した。処理温度により発芽率の増加の速さ、最高の発芽率、その時期等に関し大きな相違が認められなかつた。他方発芽率の低下の速度の相違は開花1日後から明らかとなつた。低下の早い順序に処理温度を列記すると30°C, 25°C, 15°C及び20°Cとなつた。他方圃場の植物体に着生していた雄花の花粉の発芽率は温度処理の雄花より高くなつたが、低下の速さは25°Cよりもおそく20°Cよりも早かつた。この期間の圃場の最高温度は24.4°C, 最低温度は12.7°Cで平均温度は17.9°Cであつた。

(b) 開花2日前からの温度処理と花粉の発芽

温度処理時期を早め開花2日前の15時から開始した時の花粉の発芽率を調査した。この試験を2回反覆して行い、その結果は第2図に示したように試験日により異なっていたが、これは使用した雄花の熟度が異なるためと考えられる。しかし処理温度による花粉の発芽率の消長の傾向には規則性が認められた。即ち花粉の成熟の速度は高温なれば早められ、低温なればおそくなり、発芽率の高さも温度により異なり、高温(30°C)、低温(15°C)ともに悪く、最大の発芽率のみられる時期は高温程早かつた。試験日の比較では9月11日の蕾の雄花の方が7日の蕾よりも熟度が進み、各温度処理区とも7日の蕾より

Fig. 1. Rate of pollen germination in male flowers of cucumber stored at the different temperatures, from the previous day to anthesis.

りも最高の発芽率が高い傾向が認められた。

(c) 花粉の成熟、発芽に及ぼす開花前の温度

次に開花前と開花後と処理温度をかえる試験を行つた。即ち開花2日前から開花日の6時まで39時間15°Cと25°Cとに雄花を処理し、各処理の半分の雄花の温度を交互に変温した。この場合の花粉の発芽率を第3図に示したが、高温は花粉の成熟の週期（発芽率の増加、低下の時期や速度）を早め、低温はこれと反対であつた。従つて25°C→25°Cでは上昇低下の等しい正規曲線をなし、25°C→15°Cは上昇早く、そのまま高い発芽の不等曲線の経過をとり、15°C→25°Cは25°C→25°Cと15°C→15°Cの中間の経過であつた。

2. 茄

(a) 花粉の飛散度の異なる葯の温度処理と花粉の発芽

茄の葯の裂開はその先端に小さな溝ができて、外観上其進行程度を識別することが困難である。それ故葯をピンセットに挟んで時計皿に花粉を落しその飛散程度の良いものから悪いものにA、B及びCの3階級に区分し

た。かように区分した開花前日の葯を翌日の6時半まで22時間半の間20°Cと30°Cの温度におき、後同じ25°C¹⁾にして前処理の温度の影響を調査した。その結果を第1表に示したが、飛散度の良いもの程花粉の熟度が進んで居り、又、前処理の温度が高温は低温よりも花粉の成熟の速度が早められることが認められた。

(b) 開花前後の変温と花粉の成熟週期

葯の裂開の遅速と温度との関係を調査するため開花2日前の蕾の雄花を開花日の朝6時まで39時間15°Cと25°Cにおき、後各処理の半分の葯の温度を交互に変温した。その結果は第4図で、高温(25°C)は低温(15°C)よりも葯の裂開を早め、花粉の成熟週期を短縮するのは胡瓜の試験と同様である。茄子において裂開前の葯からとつた花粉では発芽は認められなかつた。

(c) 開花2日前からの一定温度と花粉の発芽

開花2日前の15時から開花7日後まで葯を15°C、20°C、25°C及び30°Cの4種の温度において花粉の発芽を調査し、その結果を第5図に示した。この試験においても高温は花粉の成熟の週期を短縮し、低温は遅滞させる結果が観察されたが、25°Cの処理は葯の裂開時期が他の何れの温度よりも早いこと、最高の発芽率は他の何れの温度よりも低いことが注目される点である。

(d) 昼夜の温度差と花粉の発芽

前節の試験と同時に夜間(18時～翌朝8時半)は昼間(8時半～18時)より5°Cと10°C低温になる温度処理の試験を行つた。

昼間30°Cにおいた葯の比較では(第6図)夜間の温度が高い程高い発芽率がみられたが、逆に寿命は短くなつた。

昼間25°Cにおいた葯では(第7図)花粉の成熟の週期は夜間20°Cのものが最大であり、次は夜間15°Cの

1) 25°Cはこの品種の花粉の成熟に好適の温度でないことは後述の反覆試験により明らかとなつた。

Fig. 2. Rate of pollen germination in male flowers of cucumber stored at the different temperatures from the afternoon of two days before anthesis.

Fig. 3. Rate of pollen germination in male flowers of cucumber, that were previously subjected to 15° and 25°C for 29 hours till the flowering morning and then transferred to 20°C.

もので夜間 25°C は最も小さかった。

20°C~20°C, 20°C~15°C 及び 15°C~15°C の比較で

Table 1. Rate of pollen germination in anthers of egg plant, that were graded in three groups according to amount of pollen scattered and were placed at 20 and 30 °C for one day and later placed at 25°C.

	Amount of pollen scattered	1st blooming day			2nd blooming day		
		8:30	14:30	20:00	6:30	14:30	20:30
20~25°C	Much	47.5	52.7	20.5	17.5	30.2	21.7
	Medium	37.0	26.9	25.4	32.8	32.0	22.9
	A little	13.4	43.3	16.0	16.8	20.2	25.1
	Total	33.6	43.6	19.8	20.8	26.9	23.0
30~25°C	Much	56.3	37.8	31.8	25.2	20.2	11.3
	Medium	40.9	51.8	31.8	20.8	14.9	11.8
	A little	31.1	35.8	22.8	27.7	32.4	22.2
	Total	46.1	38.6	28.6	2.54	23.4	14.6

Fig. 4. Rate of pollen germination in anthers of egg plant, that were previously subjected to 15° and 25°C for 39 hours till the flowering morning and then half of them were transferred to the different temperatures.

Fig. 5. Rate of pollen germination in anthers of egg plant, stored at the different temperatures from the afternoon of two days before anthesis.

Fig. 6. Rate of pollen germination in anthers of egg plant stored at the day to night temperature decline from the afternoon of two days before anthesis (Day temp. 30°C).

は(第8図)開花4日目位から相違が認められ、20~15°Cだけが順調に発芽率を増加して行つたのに対し、他の2種の温度区では逆に低下して行つた。

III. 考 察

1. 花粉の成熟と温度

花粉の一生を2つの時期に分けて考えることができ

る。第1の時期は花粉の分化発育期で胞源細胞より花粉母細胞が分化して成熟分裂、花粉分裂を経過して1つの独立した花粉となるまでの期間である。第2は花粉の成熟期で一応形態、生理的に独立した花粉が発芽機能を得てから失う成熟期で比較的短い期間である。花粉に及ぼす温度の影響に関する今までの研究は第1の分化発育期

の異常温度による花粉粒形成までの研究報告か、又は第1,2の期間全般に渡るものか、或は第2の成熟期に関するものでも開花後高い発芽力をもつた花粉の発芽温度に関するものが多いようである。

本試験においても、第1の時期(開花2日前よりも以前)の相違により花粉の成熟が異なることが認められた。胡瓜において開花2日前の蕾の雄花を温度処理する試験を2回行つたが、採取月日により花粉の熟度が異なり、花粉成熟の週期が異なることが認められた。

茄子において花弁の長さや色付き

工合からみて同じ花令と考えられる花でも、又同じ花の中の葯の間でもその裂開度(花粉の飛散度)や発芽力が異なっている(早瀬未発表)。たとかような事実が認められたとしても、花粉の成熟期の温度によつても花粉の発芽力やその寿命に大きな差異が現われることは本試験において明らかに認められた。花粉の成熟期の高い温

Fig. 7. Rate of pollen germination in anthers of egg plant stored at the day to night temperature decline from the afternoon of two days before anthesis (Day temp. 25°C).

Fig. 8. Rate of pollen germination in anthers of egg plant stored at the day to night temperature decline from the afternoon of two days before anthesis (Day temp. 20°C).

度が、花粉成熟の過期を短縮し、他方低温は成熟期間を遅延する。本試験において 15°C~30°C の間に 5°C 間隔で 4 種の温度処理を行つたが、20°C 前後が最適温度のようで花粉の最高の発芽力が最も高く、その寿命も最も長かつた。

2. 葯の裂開と花粉の発芽

葯の裂開の型は植物により異なり、縦に割れるもの、横にさけるもの、葯の先端に孔ができたり、組織が不規則に破壊するものがある (HAYWARD, 1951)。胡瓜は

縦に割れるのに対し、茄子は葯の先端に小さな穴があくものである。しかして胡瓜の属しているウリ科の植物はすべて縦に裂開するのに対して茄子の属するナス科の植物には馬鈴薯の如く茄子と同様に葯の先端に孔があくのに対し、トマトの如きは縦に裂開するように同じ科の植物でも葯の裂開の異なるものもある。

1) 試験した茄の「早生長」において 30~30°C の最高の発芽率が他の温度より高いか、「民田」は 20°C が最も高かつた。「早生長」の試験においても開花 7 日目の 20~15°C は 30~30°C での最高の発芽率に近かつた。

花粉の発芽力出現の時期は植物により異なり、葯の裂開前のもの、裂開後始めて出現するものがある。発芽力出現時期が葯の裂開前の植物には胡瓜、南瓜、甜瓜等のウリ科(志佐, 1937), イネ(中山, 1934), 大麦(ANTHONY, 1920), 豌豆(WALLENSICK, 1925), 菜豆(井上・渋谷 1954; 井上・鈴木 1954)等で葯が縦に割れるものである。葯の裂開後始めて発芽力の現われる植物はビワ(志佐, 1932), 茄子, *Brassica* (志佐氏の談話)等がある。

葯裂開と開花とは植物により一致しないものがある。例えば南瓜は開花前日の20時から23時前後に葯の裂開が起るのに対し、開花は翌日の夜明け前後に行われる。豌豆、菜豆その他の豆類では開花前に葯が裂開して授粉している。胡瓜において葯の裂開と開花とは殆んど同時に行われる。茄子は前述の如く開花や葯の裂開は南瓜、胡瓜の如く一定せず、気温が高ければ、花令の若いものでも開花し、同じ花の葯の間でも葯の裂開度が異なっている。しかし一般に開花よりも葯の裂開が早く行われて花粉の発芽力があることは、建部(1936), 早瀬(未発表)の除雄試験により明らかである。開花に比べて葯の裂開始めを知ることは少々困難であるが、花粉の成熟の週期、貯蔵試験を行う場合、葯の裂開を規準にして試験すべきであろう。

稿を終えるに当り本試験のために種々御協力を得た、上田剛氏に感謝する。

IV. 文 献

- (1) ANTHONY, S. and HARLAN, H. V. (1920): Germination of barley pollen. Jour. Agr. Res. 18: 525-536.
- (2) 藤井健雄 (1948): 果菜類の落花に関する研究, 河出書房, 東京.
- (3) 早瀬広司 (印刷中): 南瓜属の交雑に関する研究 VII. 葯の裂開と柱頭上における花粉の発芽, 育種.
- (4) 早瀬広司・平泉雄一郎 (1955): 南瓜属の交雑に関する研究, VI. 花粉の熟度に伴う最適発芽条件(pHと蔗糖濃度)の変化, 育種. 4 (4): 51-60.
- (5) HAYWARD, H. E. (1951): The structure of economic plants. Mac Millan Co. New York.
- (6) 井上頼数・渋谷正夫 (1954): 菜豆の生殖生理に関する研究 (第2報), 花粉の稔性に就て, 園学雑. 23 (2): 71-78.
- (7) 井上頼数・鈴木芳夫 (1954): 菜豆の生殖生理に関する研究 (第3報), 人工交配に就て (予報), 園学雑. 23 (2): 79-81.
- (8) 中山林三郎 (1934): 稲の花粉の人工発芽に就て 農及園. 9 (9): 1917-1927.
- (9) 坂村 徹 (1937): 植物生理学. 裳華房 東京.
- (10) 志佐 誠 (1931): 枇杷の花粉の発芽に就て, 農及園. 11: 2145-2154, 2369-2386.
- (11) 志佐 誠 (1937): 花粉の発芽に関する知見 2, 3. 日本学術協会報告 12 (4): 543-546.
- (12) 建部民雄 (1936): 茄の授粉に関する研究, 園学雑. 9(1): 61-69.
- (13) 安田貞雄 (1947): 生殖生理学. 養賢堂 東京.

Summary

According to the first appearance of pollen germinating power two distinct types exist in plant. In the first type pollen germinating power appears before anther dehiscence, while in the second type it appears after anther dehiscence. Cucumber belongs to the first type and egg-plant to the second. Studies of pollen germinating power in cucumber and egg-plant were conducted from two days before anthesis, to show the effect of different temperatures, on pollen germinating power.

Pollen was taken from anthers at different stages of anthesis and sown on artificial medium (1% agar, 16% sucrose and pH 6.2-6.4 in cucumber, 1% agar, 8% sucrose and pH 5.6 in egg plant).

In cucumber the maximum of pollen viability was recognized at anther dehiscence or immediately after. When the male flowers were placed at different temperatures for 21 hours prior to the following flowering morning (anther dehiscence), no marked difference was recognized in pollen viability (Fig. 1). When the temperature treatments were carried out from 39 hours before anthesis, pollen viability varied with the temperature (Fig. 2). High temperature shortened the pollen longevity, while low temperature prolonged it. The maximum height of pollen viability was observed in male flowers at 20-25°C. The relationship between

pollen viability and temperature was confirmed by altering temperatures at anther dehiscence (Fig. 3).

In egg plant anther dehiscence and anthesis were variable according to temperatures. But anther dehiscence occurred generally before anthesis. Pollen germinating power rose immediately after anther dehiscence. Anthers, graded in three groups according to amount of pollen scattered, were first placed at 20 and 30°C for one day and later placed at 25°C. The results showed that high temperature for one day shortened pollen longevity more than low temperature and anthers scattering abundant pollen grains were in an advanced stage of maturation (Table 1). When anthers treated at 25°C and 15°C from two days before anthesis, to the flowering morning, were placed at 20°C, the influence of previous temperature was recognized in pollen maturation (Fig. 4). According to the temperature from anther dehiscence, the pollen viability and longevity varied (Fig. 5). These facts were noted in the from day to night temperature decline graph (Fig. 6 and 7). The temperature appropriate for pollen maturation seems to be approximately 20°C.

From the above mentioned results, it may be concluded that pollen germinating power (pollen viability) and longevity vary with the temperature from two days before anthesis to old flowers.