

ハクサイの結球現象に関する研究 (VII)

葉の屈曲に及ぼす頂芽及びホルモンの影響

加藤 徹・朴 漢永*

(農学部 蔬菜園芸学研究室)

Studies on the Head Formation of Chinese Cabbage (VII)

Effects of Terminal Bud and Hormone Application on the
Head Formation Posture

by

Toru KATO and Han Young, PAK*

(Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture)

Abstract: The effects of terminal bud and various hormones on the head formation posture were investigated with Musoh chinese cabbage variety.

1. The removal of wrapper leaves induced the spreading out of outer head leaves, but the paper-wrapped plant had compact head, when one of the defoliated plants was wrapped in newspaper. In a slightly different experiment wrapper leaves were spread out and tied to the ground with fine wire. Ten days after treatment, some outer head leaves spread out and a slightly loose head was formed. However, the enclosing developing head with paper support in plants with wire support induced firm head.

2. When the terminal bud was removed, inner wrapper leaves assumed an elevated position showing the head formation posture, but outer ones did not.

3. At the beginning of head formation the application of 0.1% hormone paste to the stem stump after removal of terminal bud was carried out to investigate the effect of hormones on the nasy movement of wrapper leaves.

The application of both NAA and BA induced a downward movement of inner wrapper leaves, while the application of both GA and ABA induced an upward movement more remarkable than that in the lanolin paste control.

4. The application of 0.1% hormone paste to the terminal end of mid rib of inner 3 wrapper leaves showed that both NAA and BA arrested an upward movement and both GA and ABA promoted it.

Foliage application of hormone at various concentrations to inner 3 wrapper leaves after removal of terminal bud showed the same as that of above-mentioned results. Especially the head formation posture was promoted by both GA and ABA application showing the embrace posture due to both hyponasty of leaf petiole and cupping of leaf blade.

5. The effects of hormone application as a foliar spray at the beginning of head formation on the head developing showed that both NAA and BA increased number of wrapper leaves, resulted in large head, while both GA and ABA induced no increase in number of wrapper leaves with the same head weight as that of unsprayed control plants.

* 韓国園芸試験場菜2科

緒 言

ハクサイの結球現象は遮光に伴う葉の屈曲現象であることを明かにし¹⁻⁴⁾、結球性野菜であるキャベツ^{5,6)}、レタスの⁷⁾結球現象についても同様なことが報告されている。

近年著者の一人はキャベツの葉の屈曲が頂芽によって調節されていることを明かにした⁸⁾。さらに頂芽の代りにホルモンを与えると、ホルモンの種類によって葉の屈曲運動が変化することを見出し、頂芽内ホルモンバランスによって葉の展開あるいは立上りが調節されているのであらうと考察した。

そこでハクサイについても同様な事実が見られるかどうか、また外葉の葉身の動きとの関連についても検討を加えたので報告する。

第 1 実 験

材料及び方法 11月5日無双ハクサイを無加温ハウスには種し、発芽後間引いて1本立ちとした。本ぼの肥料はCDU化成で各要素2 kg/a、苦土石灰10 kg/aで、うね幅150 cm、株間50 cmの2列植えとした。

結球開始の12月10日に下記の処理区を設けた。

- (1) 外葉を全部除去した外葉摘除区
- (2) 外葉をいためないように、針金で外葉を外側に展開させ、球部に光をあてた針金処理区
- (3) 外葉を全部除去し、外葉の代りに新聞紙で囲んだ新聞紙区
- (4) 外葉を針金で展開させ、新聞紙で球部を囲んだ針金処理新聞紙区

以上の4区を設け、12月26日に調査した。

なお一部のハクサイを供試し、頂芽と葉の屈曲との関係を明らかにするために、12月10日に頂芽部を除去し、12月20日に調査した。

栽培期間中は生育の万全を期すために適宜かん水、追肥、除草を、また病虫害予防に農薬散布を実施した。

結 果 外葉を種々処理した結果はFig. 1に見られるとおりで、外葉除去によって球部に光線が十分あたるため球葉が著しくほどけ、球の肥大が遅れた。一方針金による外葉展開区では球葉に光線があたったが、球葉のほどけ具合は少なく、外葉除去区にくらべ著しく少なかった。

また外葉除去しても新聞紙で外葉と同じように球葉を遮光してやると、球葉はほどけないで肥大充実した。

さらに外葉を針金で展開させ、新聞紙で球部を遮光した場合球葉はほどけることなく、著しく肥大充実した。

新聞紙区にくらべ針金処理新聞紙区の球が著しく充実したのは外葉による光合成が行われ、球部への転流が行われた結果と思われた。

次に頂芽部除去の結果を見ると、頂芽部除去によって著しく外葉が立上り、頂芽部跡が見えなくなった (Fig. 2)。



Fig. 1. Effect of removal of wrapper leaves and enclosing developing head with paper support (C, D, E, and F) and spreading out of wrapper leaves (A, B, E, and F). Upper row : Just after treatment, Lower row : Ten days after treatment.

A, B ; left—plant with wrapper leaves spread out with fine wire, right—plant with no wrapper leaves,

C, D ; left—plant with no wrapper leaves, right—plant enclosed with newspaper.

E, F ; plant with wrapper leaves spread out with fine wire and enclosed with newspaper.



Fig. 2. Effect of removal of terminal bud including young leaves on the nasty movement of wrapper leaves.

Upper : Just after treatment

Lower : Ten days after treatment

Left : untreated control : right : treated plant

第 2 実 験

材料及び方法 9月20日に無双ハクサイをハウス内には種し、第1実験と同様に生育せしめ、10月24日及び31日に処理して4小実験を行った。

1. 頂芽部除去後にホルモン含有ラノリンペーストを頂芽部跡に塗布し、ホルモンの影響を調査した。

2. 頂芽部除去後頂芽部を囲む内側の外葉3枚の中肋先端部（葉の中央部）にホルモン含有ラノリンペースト処理を行った。対照区はラノリンのみを塗布した。

第1. 2小実験に使用したホルモンは次のとおりであった。

ナフタリン酢酸0.1% (NAA), ジベレリン0.1% (GA), ベンジルアデニン0.1% (BA), アブシジン酸0.1% (ABA)。

10月27日に写真をとるとともに28日に葉の屈曲角度を測定した。すなわち第1小実験では頂芽部から葉先を結ぶ線と地面とのなす角度を測定し、180度からその角度を差引いた角度を展開角度とした。また第2小実験では葉の展開角度の外に中肋先端部と頂芽部とを結ぶ線と地面とのなす角度を測定し、180度から差引いて中肋の展開角度とした。

3. 頂芽部を除去後 NAA, GA, BA, ABA 各 10, 50, 100 ppm をそれぞれ外葉に全面散布し、11月9日に葉の展開角度を内側の葉3枚について調査した。角度の測定は第1小実験と同様である。

4. 10月31日に NAA, GA, BA, ABA 各10, 50, 100 ppm をそれぞれ全面散布し、12月17日に収穫し、外葉数、外葉重、球重を調査した。

結 果 第1小実験の結果は Fig. 3, 4のとおりであった。

頂芽部除去によって内部は十分光線があたるようになったが、外葉は立上った。

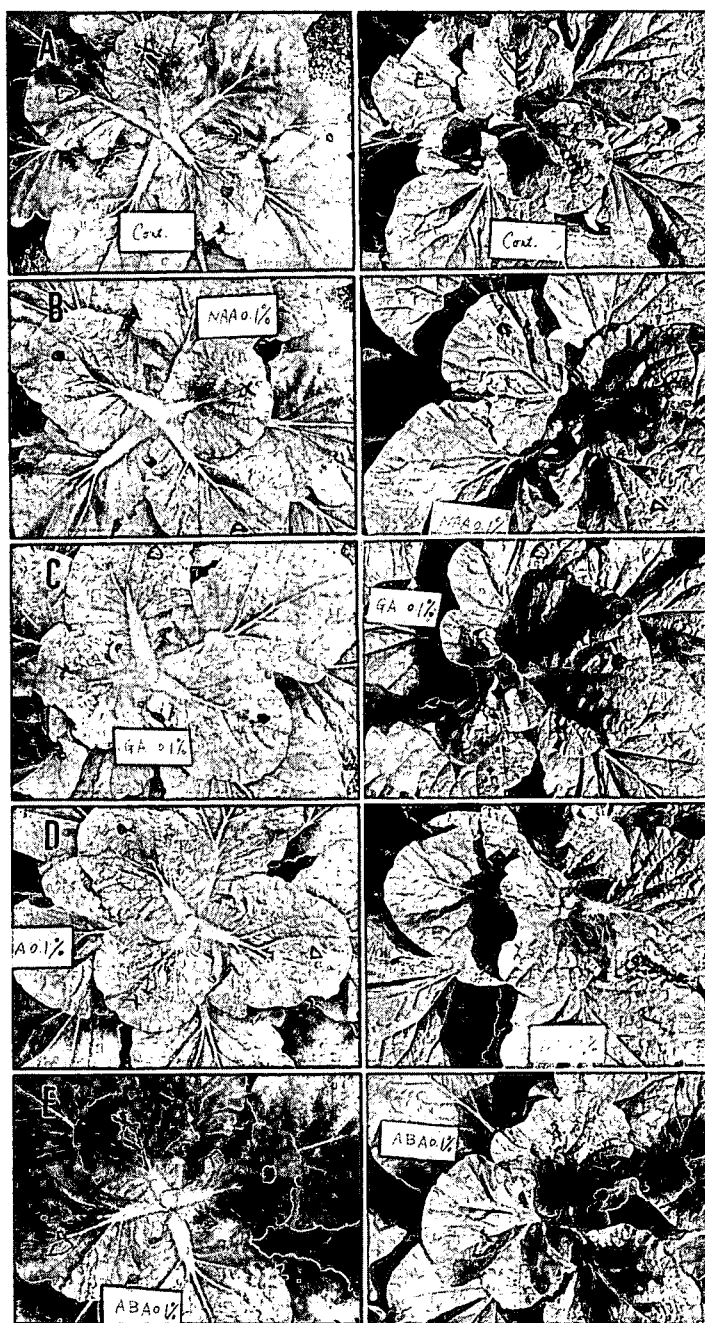


Fig. 3. Effect of removal of terminal bud and application of 0.1% hormone pastes to the stem stump upon the nasty movement of wrapper leaves.

Left : Just after removal of small head,

right : Ten days after treatment

Row A : lanolin paste (control), row B : NAA paste, row C : GA paste,

row D : BA paste, row E : ABA paste .

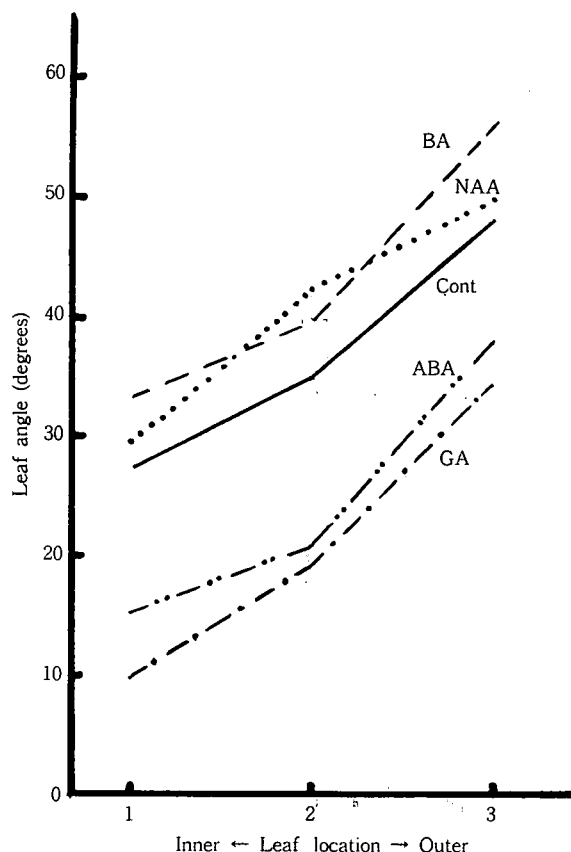


Fig. 4. Effect of removal of terminal bud and application of 0.1% hormone pastes to the stem stump upon the leaf angle of inner leaves of wrapper leaves.

無処理区にくらべ、GA 及び ABA 処理区でそれ以上に葉が立上っていた。一方 NAA 及び BA 処理区では逆に外側に展開した。

第2小実験の結果は Fig. 5, 6 のとおりであった。

先ず NAA 塗布の影響を見ると、葉は非常に展開していたが、Fig. 5 に見られるように中肋角度は無処理区より展開しているもののある程度立上っていた。

これに対し、BA 塗布区では基部から葉先にかけて弧をえがいて展開していた。

次に GA 塗布、ABA 塗布区ほどではないが、展開していた。

第3小実験の結果は Fig. 7, 8 のとおりであった。

頂芽部除去によって外葉が立上ったが、ホルモンの種類によってその程度を異にした。またホルモン濃度の高いほど著しい影響が見られた。

NAA 及び BA は葉の立上りを抑制していた。その結果展開角度は無処理区より大きい傾向が見られた。BA 散布より NAA の方が著しい影響を示していた。

GA 及び ABA 散布によって葉の立上りを強め、とくに ABA 散布の影響は著しかった。

ABA 散布によって葉の立上りと同時に抱合体勢を示していた (Fig. 7)。GA は ABA ほどでないが抱合体勢をとる姿勢が見られた。

第4小実験の結果は Table 1 のとおりで、NAA 及び BA 散布によって外葉数が増加する傾向が見られた。NAA 散布の方が BA 散布より増加する傾向が見られた。しかし BA 散布区の外葉



Fig. 5. Effect of removal of terminal bud and application of 0.1% hormone pastes to the terminal end of mid rib of inner leaves of wrapper leaves on the nasty movement of wrapper leaves.

Left : Jut after removal of small head,

right : Ten days after treatment.

Row A : lanolin paste (control), row B : NAA paste, row C : GA paste,

row D : BA paste, row E : ABA paste

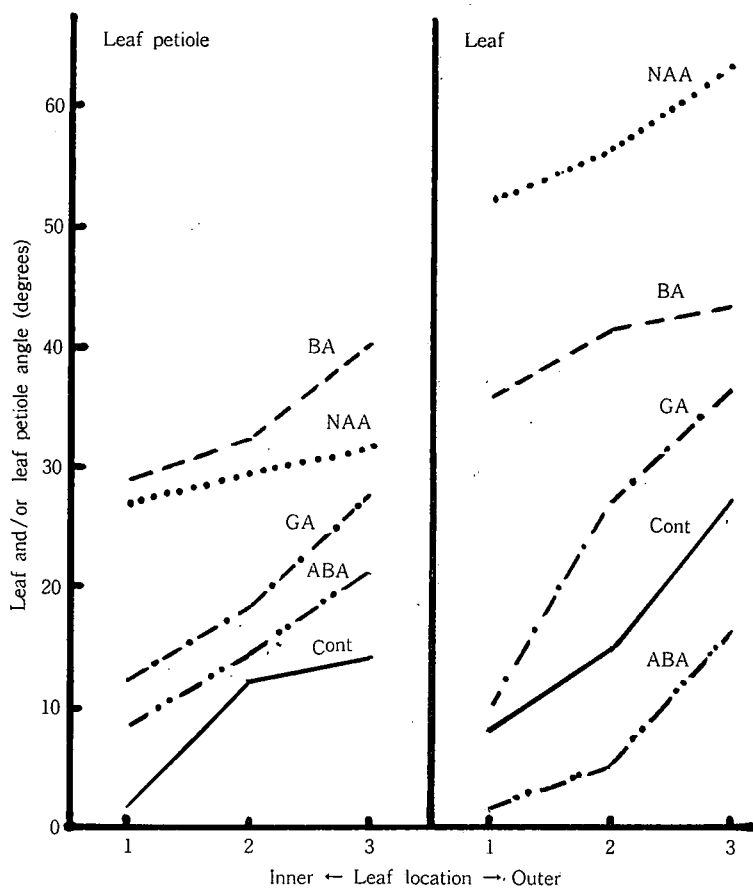


Fig. 6. Effect of removal of terminal bud and application of 0.1% hormone pastes to the terminal end of mid rib of inner leaves of wrapper leaves on the leaf angle and mid rib angle of wrapper leaves.

Table 1. Effect of foliage application of various hormones on the head formation

Hormone		No. of wrapper leaves	Wrapper leaf weight kg	Head weight kg	Total weight kg
Kinds	Conc. ppm				
Unsprayed		13.0	1.11	3.48	4.59
NAA	10	15.0	1.35	4.50	5.85
	50	17.5	1.50	4.20	5.70
	100	17.0	1.45	4.20	5.65
GA	10	13.0	1.10	3.60	4.70
	50	12.0	1.10	2.70	3.80
	100	13.0	1.25	2.50	3.75
BA	10	15.0	1.55	4.65	6.20
	50	15.5	1.60	4.20	5.80
	100	15.0	1.65	3.90	5.55
ABA	10	14.0	1.20	3.65	4.85
	50	15.0	1.33	3.85	5.18
	100	15.5	1.28	4.20	5.48

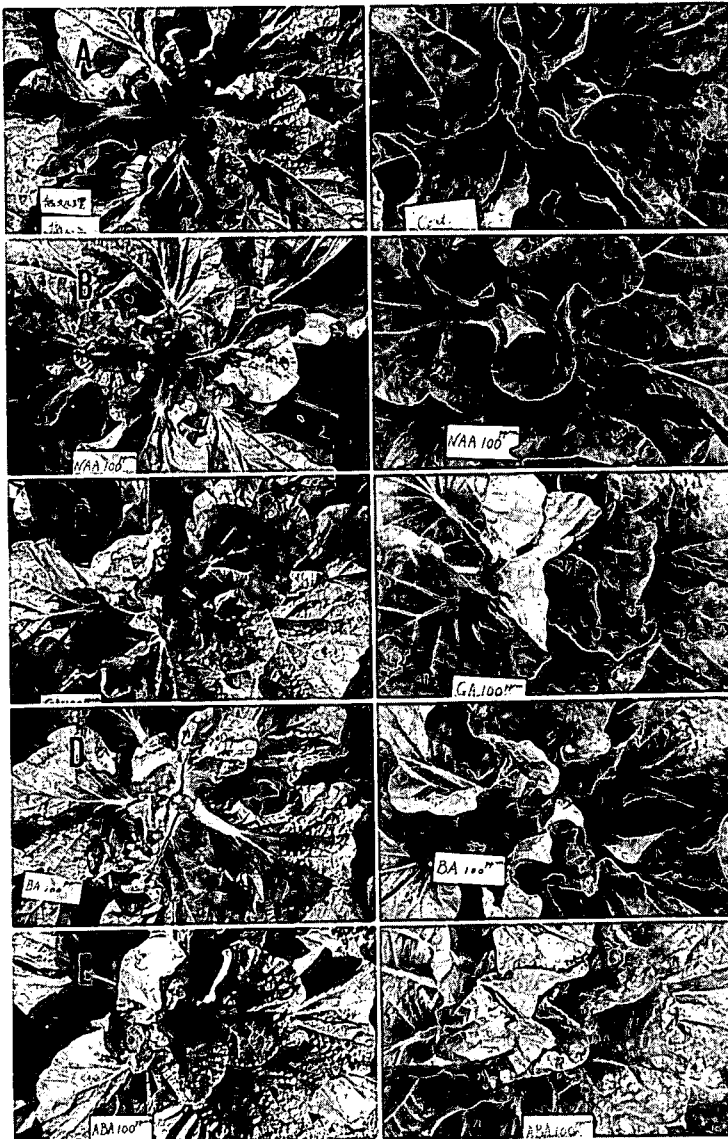


Fig. 7. Effect of removal of terminal bud and foliage application of foliage hormones at concentration of 100 ppm on the nasty movement of inner leaves of wrapper leaves.
Left: Just after treatment, right: Ten days after treatment.

Row A: unsprayed control, row B: NAA, row C: GA, row D: BA, row E: ABA.

重が NAA 散布区より大きく、外葉が大きく発育したことを示していた。無散布区にくらべ、NAA 及び BA 散布区で球重が大きく、NAA 及び BA とも 10 ppm 散布でとくに著しかった。

GA 散布区では無散布区と外葉数、外葉重ともにほとんど変りないが、球重は減少する傾向が見られた。

ABA 散布区では無散布区より外葉数がやや増加し、外葉重が多くなっていた。球重は散布濃度の高いほど大きく、100 ppm では 4.2 kg の球重を示した。

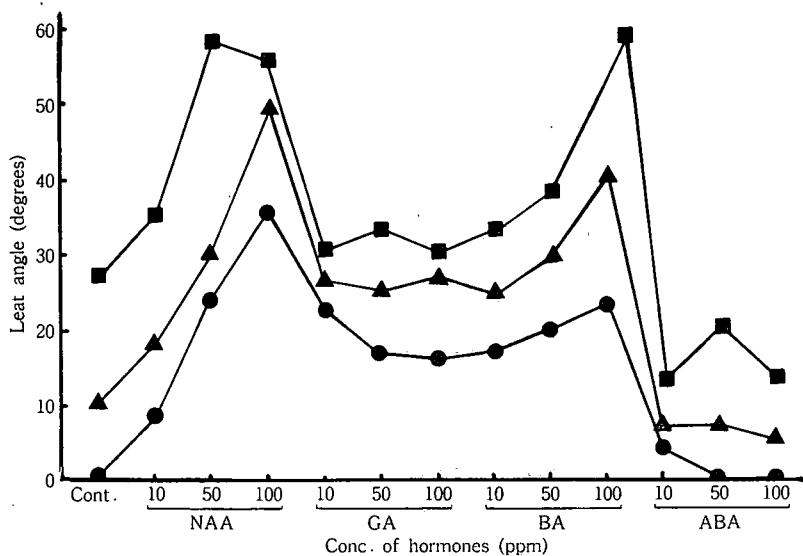


Fig. 8. Effect of removal of terminal bud and foliage application of hormones at various concentrations on the leaf angle of inner leaves of wrapper leaves.

■ : Inner, ▲ : Middle, ● : Outer

考 察

第1実験の結果からハクサイの結球も外側の葉が内側の葉を遮光し、葉の展開を阻害して、結局葉が立上った状態となり、結球開始へと追いつまれている。そして外葉の同化作用によって球の肥大充実が促されていることが示された。

この結果はレタス⁷⁾、キャベツ⁶⁾で報告した結果と同じである。

頂芽部除去によって十分内部に光線があたっていても葉が立上ってきている。このことは光線に感応して葉が展開する屈曲運動に頂芽も関与していることを示している。そして頂芽部に NAA や BA を塗布すると頂芽があるように葉が展開しているが、GA や ABA では逆に立上り促進が見られた。

これはキャベツ⁸⁾で報告したことと一致している。

従って頂芽部内のホルモン・バランスすなわち、オーキシン、サイトカイニンレベルとジベレリン・アブジジン酸レベルとのバランスが調節しているのではないかと考える。

そして一般にはオーキシン、サイトカイニンレベルが高く、ジベレリン、アブジジン酸レベルが低いので葉は光線に感じて展開していくものと思われる。

葉の中肋先端部にホルモン塗布した Fig. 5, 6 の結果や葉面散布した Fig. 7, 8 の結果から NAA や BA は葉から頂芽部に移動しにくいので、葉の基部は立上り気味であるのに対し、GA, ABA は容易に移動して頂芽部に達し、レベルをあげて葉の立上りを促進しているものと考えられた。

Fig. 5, 7 に見られるように GA, ABA とくに ABA では抱合体勢を示していたが、NAA 及び BA では葉が十分に開いており、抱合体勢をとるにも GA と ABA のレベルと NAA と BA のレベルとのバランスに影響されているように思われた。

従って一般には外側の葉によって内側の葉が遮光され、立上っていくと同時に抱合体勢をとるようになると思われ、今後の研究として頂芽内のホルモンバランスの変化を明らかにする必要がある。

る。

ホルモンを葉面散布した Table 1 の結果から NAA 及び BA 散布によって外葉数の増加が認められ、葉内オーキシシンあるいはサイトカイニンのレベル増加が葉の展開に関与していることが示されている。一方 GA, ABA では外葉数に差異が認められないが、ABA でやや増加しているのは葉の老化に伴う葉のたれによるものだろうと考えられる。

光線に感应して葉が展開する場合にはオーキシシン及びサイトカイニンが葉中に多く含まれ、ジベレリンやアブシジン酸が少ないときに見られ、反対に葉が立上るときにはジベレリンやアブシジン酸が相対的に多いときに見られるものと考えられる。

キャベツでの断根による結球体勢促進も頂芽部のホルモンバランスの変化の外、葉中ホルモンバランスの変化も関与しているものと考えられる。

Table 1 より NAA, BA 散布によって球重が無散布区の対照区より重くなっている。従って実用的には NAA あるいは BA の 10 ppm 位の濃度で結球開始期頃の散布で球重の増加が期待される。この球重増加は外葉数の増加に伴う葉面積の拡大による同化量の増大によるものと思われる²⁾。

摘 要

無双ハクサイを供試し、結球現象とくに葉の立上りに及ぼす頂芽及びホルモンの影響について調査した。その結果は次の通りであった。

1. 結球開始初期のハクサイを供試し、外葉を除去してみると球葉がほどけ、取除いた外葉の代りに新聞紙で囲ってみると球葉はほどけないで发育した。一方外葉をいためないように注意深く針金で外葉を外側に広げ、球葉に光線をあてるとゆっくりとほどけるが、その球葉を新聞紙で囲うと充実した球葉となることを見い出した。

2. 結球開始初期の株の頂芽部を除くと、外葉内側に光線がよくあたるようになるが、外葉は展開しないで逆に立上ってきた。

3. 頂芽部を除去し、その切り口に NAA 及び BA 0.1% のラノリン・ペーストを塗布すると葉の立ち上りを防止するばかりでなく、逆に展開を促した。GA 及び ABA 塗布の場合頂芽部除去による葉の立上りをますます強めた。

4. 頂芽部を除去し、内側の外葉3枚について各中肋先端部附近に0.1%のホルモン・ペーストを塗布して反応を見た結果は、NAA 及び BA では葉が立上っていた。しかし NAA の場合葉身部分は著しく外側に展開した。従って折れたような状態が見られた。GA 及び ABA では葉が立上るとともに抱合体勢を示した。

5. 頂芽部除去後外葉にホルモンの10, 50, 100 ppm の溶液を展着剤を加えて散布したところ、濃度の高くなるほど葉の反応は著しかった。さらに NAA, BA では葉の立上りが少く、葉が展開しており、GA, ABA では葉の立上り促進が見られた。この場合も抱合体勢が見られた。

6. 結球開始初期にホルモンを全面散布すると、NAA, BA では外葉数が増加し、それによって外葉重の増加、また球重の増加が見られた。各ホルモンとも 10 ppm が適当と思われた。GA 散布では外葉数は変りないが球重がやや無散布のそれにくらべて少ない傾向が見られた。ABA 散布では外葉数がわずかに増加したが球重の増加はあまり見られなかった。

文 献

1. 伊藤秀夫・加藤 徹, ハクサイの結球現象の研究(I)光と結球現象の關係についての実験。農及園, 25, 682 (1950)。
2. 伊藤秀夫・加藤 徹, 白菜の結球現象に関する研究, 結球の組織学的並びに生理学的研究。園学雑, 26, 154-162 (1957)。
3. 加藤 徹, ハクサイの結球現象 (III) 結球の早晚性に関する生理学的研究。高知大学研報, 13: 自然科学 II, 205-210 (1964)
4. 加藤 徹, ハクサイの結球現象に関する研究 (V) 葉の屈曲に及ぼす環境要因の影響。高知大学研報, 15: 自然科学 II, 149-157 (1966)
5. 堀田 良, そ菜の結球現象に対する一考察。農及園, 24, 697-698 (1949)。
6. 加藤 徹・宗園明久, キャベツの結球現象に関する生理学的研究 (第1報) 摘葉の結球体勢に及ぼす影響。園学雑, 47, 351-356 (1978)。
7. 加藤 徹, 結球現象。杉山直儀編著, 野菜の發育生理と栽培技術, p.63~109 誠文堂新光社 (1967)。
8. 加藤 徹・宗園明久, キャベツの結球現象に関する生理学的研究 (第3報) 結球体勢に果たす頂芽の役割。園学雑, 48, 426-434 (1980)。
9. 加藤 徹, ハクサイの結球現象に関する研究 (IV) 球の發育に 及ぼす光度および日照時間の影響。高知大学研報, 16; 自然科学 II, 139-147 (1967)。

(昭和56年9月29日受理)

(昭和57年2月20日発行)