トマト果実の着色に関する研究 (第6報)

ホルモン散布が果実の生育および色素含量に及ぼす影響

高橋 敏秋・中山 昌明

(信州大学農学部)

T. TAKAHASHI and M. NAKAYAMA: Studies on the coloration of tomato fruit.

VI. The influence of hormone spray on the growth and pigment contents of fruits

Summary

Experiments were carried out to investigate the effect of hormone sprays on the plant growth and pigment and carbohydrate contents of tomato fruits, in 1959 at Shinshu University farm. The variety Aichi-tomato was used. Hormones and their concentrations used were *p*-chlorophenoxyacetic acid, 30 ppm; gibberellin, 50 ppm; α -naphthaleneacetic acid, 50 ppm; 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, 10 ppm. Aqueous solutions of these hormones were sprayed on the flowers from the first to the third cluster at each flowering time.

1. Plant height of hormone sprayed lots increased over that of control plant, but there was no difference in the number of leaves between the control and the hormone sprayed lots.

2. The numbers of flowers and of fruits set in each flower cluster of hormone sprayed lots did not increase, but on the total of three flower clusters, the gibberellin sprayed lot was the greatest and the 2,4-D sprayed lot the smallest. The fruit set percentage of PCPA sprayed lot was the highest of all lots. The fruit development, in the hormone sprayed lots except in the gibberellin lot was accelerated over that of the control lot, but the gibberellin sprayed fruits were smaller than the control,

and their development was checked.

3. The fruits of PCPA and 2,4-D sprayed lots were seedless as the result of parthenocarpy, but the gibberellin and NAA sprayed fruits produced seeds. Among the seed-containing fruits, the larger the fruits, the more seeds they contained.

4. The fruit yield of gibberellin sprayed lot was greater than that of the control, but among the other hormone sprayed lots, there was hardly any difference. The early yield was greater in PCPA, NAA and 2,4-D sprayed lots, but gibberellin spray delayed the harvest.

5. Chlorophyll content of fruits sprayed with PCPA, NAA and 2,4-D decreased, but carotene, lycopene and xanthophyll contents of these fruits increased compared with the control. In the gibberellin sprayed lot the disappearance of chlorophyll was slower, and carotene and xanthophyll contents were less than the control fruits.

6. Differences in sugar contents of fruits between the hormone sprayed and control lots were not significant, and the sugar content increased as the fruits matured. Starch content of fruit decreased in all lots as the fruits matured.

I. 緒 言

ホルモン散布がトマトの着果を増進し、かつ単為結果を誘起することについては従来幾多の研究が行なわれている。すなわち RANDHAWA⁽⁶⁾他によるとガラス室栽培のトマトに β -naphthoxyacetic acid (50 ppm), 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (10 ppm) などの散布は無散布のものよりも着果を増進したと報告し, SINGLETARY⁽⁶⁾ は *p*-chlorophenoxyacetic acid (50 ppm) β -naphthoxyacetic acid (50 ppm) を夜間低温の期間に生育中のトマトに散布することによって果実の初期収量の増加をみたと報告している。かようにホルモン散布がトマト果実の収量増加に効果を示すことが判明してトマトの周年栽培を容易にし、特に冬期のガラス室栽培あるいはビニールハウス栽培においてはホルモンの利用が盛ん

1960年11月18日受理

に行なわれている現状である。しかして従来のホルモン散布の研究は着果および収量の増加が主な目標となつていて、成熟期の早晚および果実の着色の状態などの過程に関する研究があまり行なわれていない。本研究はホルモン散布によつて果実の色素含量がいかに変化するかを明らかにする目的をもつて行なつたもので、以下にその結果を報告する次第である。

本研究を行なうに当たり、絶えず御教示と御校閲を戴いた京都大学農学部塚本教授に対し、深く感謝の意を表す。また研究には林 睦之、清水梅子両君の助力を得た。本研究は文部省科学研究費によつて行なわれたものである。記して感謝の意を表す。

II. 実験材料および方法

実験は1959年4月より9月まで信州大学農学部において行なつた。使用した品種は「愛知トマト」で、4月

1日温床に播種し、5月29日日本圃に定植した。栽培管理は慣行法にしたがって行ない、1本仕立とした。施肥は10a当たり、要素に換算して、窒素28kg、磷酸24kg、加里26kgとし、元肥として窒素13.5kg、磷酸24kg、加里14kgを施し、残余はトマトの生育に応じて6月8日および7月8日の2回に分けて施用した。使用したホルモンとその濃度は *p*-chlorophenoxyacetic acid (PCPA): 30ppm, gibberellin (GB): 50ppm, α -naphthaleneacetic acid (NAA): 50ppm, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D): 10ppm である。これに人工交配を行なつた区および放任の対照区を加えて6区とし、1区12個体として2回反覆を行なつた。ホルモンの散布は各処理区とも第3花房までの各花房の花に対し開花当日に香水吹きで1花当たり0.5mlを柱頭に散布した。GB散布のみは開花当日および開花2日後に2回散布した。測定は各区の草丈、葉数の増加、第3花房までの各花房ごとの開花および着果数と着果率、果実肥大生長、果実内種子含有数、収穫果実の大、中、小別個数とその重量および全収量、果実内色素の時期別変化および炭水化物の時期別変化について行なつた。果実色素としては葉緑素、リコピン、カロチンおよびキサントフィルについて第1報⁽⁷⁾の方法にしたがつて分析を行ない、炭水化物は糖分と澱粉に分けて、それぞれペルトラン氏法にしたがつて分析した。色素は生体100g中のmg数と吸光係数 $\log \frac{T_0}{T}$ で表わし、糖分および澱粉は乾物重に対する百分率であらわした。

III. 実験結果

本実験に使用した愛知トマトは果重型で、かつ中晩生品種である。また研究対象としては第3花房までの各花に対して開花当日にホルモン散布を行なつて、果実の着果および果実内の色素含量の変化などの測定を主として行なつたものであるが、各花に散布した各種のホルモンが植物体中に移行することが考えられる。したがってホルモンの影響として植物体の生長についても併せて測定を行なつた。その結果は第1,2表に示した通りである。

測定はいずれも6月

18日から開始して7月28日に終了した。各処理区において第1花房第1花に対するホルモン散布はいずれも6月15日であつた。草丈および葉数についてはホルモン処理区間に

第1表 ホルモン処理によるトマト草丈の増加 (cm)

処理	測定月日	18/Ⅵ	28/Ⅵ	8/Ⅶ	18/Ⅶ	28/Ⅶ
PCPA		26.2	48.5	87.1	113.8	144.3
GB		26.0	48.3	90.0	115.8	150.4
NAA		25.3	47.0	87.8	115.5	152.2
2,4-D		27.2	49.9	88.1	117.0	151.2
人工交配		23.3	43.5	82.8	112.5	145.3
対 照		23.9	45.1	84.5	111.5	136.4

第2表 ホルモン処理によるトマト葉数の増加(枚)

処理	測定月日	18/Ⅵ	28/Ⅵ	8/Ⅶ	18/Ⅶ	28/Ⅶ
PCPA		10.3	14.2	18.8	22.2	25.4
GB		10.5	14.1	18.9	22.4	25.3
NAA		10.2	14.0	18.8	21.9	25.6
2,4-D		10.4	14.1	18.3	21.3	25.3
人工交配		8.4	13.0	17.5	21.3	24.3
対 照		9.8	13.7	17.8	21.4	25.0

殆んど相違はみられないが、これらホルモン処理区を対照区と比較すると、NAA, 2,4-D および GB 処理区は生育伸長がみとめられるが、葉数の増加については対照区との間に殆んど相違はみとめられない。したがって各花に行なつたホルモン散布は草丈の伸長にわずかに影響をおよぼしたことが推察される。開花数、着果数および着果率についての測定は第3表に示す通りである。ホルモン処理によつて各花房の開花数には影響が判然とみられないが、3花房合計の開花数は GB 散布区が最も多く、ついで対照区、NAA 散布区となり、PCPA および 2,4-D 散布区は少なかつた。着果数も開花数と同様で、GB 散布区が最も多く1個体当たり12.74個で、ついで対照区、PCPA 散布区の順であり、他の3区は殆んど差がなく、1個体当たり9個以上となつている。そして3花房合計の着果率についてみると、PCPA, GB 散布区が高く、NAA 散布区が最も低くなつている。PCPA 散布区が高い着果率を示したのは開花数が他区に比べて少

第3表 ホルモン処理による開花数・着果数および着果率(1個体当り)

花房	第1花房			第2花房			第3花房			合 計		
	開花数	着果数	着果率 %	開花数	着果数	着果率 %	開花数	着果数	着果率 %	開花数	着果数	着果率 %
PCPA	9.41	4.25	45.2	7.58	3.83	50.5	7.58	2.58	34.0	24.57	10.66	43.4
GB	10.58	5.66	53.5	9.75	4.00	41.0	10.50	3.08	29.3	30.83	12.74	41.4
NAA	9.75	4.00	41.0	9.66	3.33	34.5	10.00	2.66	26.6	29.41	9.99	34.0
2,4-D	9.58	4.08	42.6	7.66	3.08	40.2	7.83	2.08	26.6	25.07	9.24	37.0
人工交配	9.25	3.91	42.3	9.66	3.66	37.9	7.41	2.16	29.1	26.32	9.73	36.9
対 照	12.58	4.91	39.0	8.66	3.75	43.3	8.58	2.41	28.1	29.82	11.07	37.1

なかつたにもかかわらず、着果数が全区の中で中程度であつたからであり、GB 散布区は他区に比して開花数も多かつたが、特に着果数が優つたことに由来している。各区を通じて開花数の多かつた区は着果数も多くなる傾向がみられたが、NAA 散布区のように開花数が多くても着果数の少ない区もあつた。したがつてホルモン処理によつて開花数および着果数の増大に影響をあたえることは観察されなかつた。果実の肥大生長を横径について測定したのが第4表である。開花当日の子房の大きさは約 0.4cm 程度であるが、その後 42 日目における

第4表 ホルモン処理によるトマト果実の肥大生長
(横径 cm)

測定月 日	開花 日	2 日 後	7 日 後	14 日 後	21 日 後	28 日 後	35 日 後	42 日 後
処理								
PCPA	—	0.66	1.36	4.16	6.47	7.86	8.86	9.35
GB	—	0.55	0.91	2.69	4.92	6.19	7.48	7.91
NAA	—	0.57	1.26	4.54	6.99	8.10	9.08	9.51
2,4-D	—	0.54	1.79	4.80	6.77	8.18	8.99	9.44
人工交配	—	0.53	0.79	3.05	5.45	6.81	7.65	8.07
対 照	0.40	0.59	1.25	3.66	6.35	7.74	8.62	8.96

肥大の状態は NAA, 2,4-D, PCPA 散布区が最も良好で、GB 散布区が最も劣り、人工交配および対照区は GB 散布区と他のホルモン処理区との中間であつた。つぎにホルモン処理によつて果実内の種子含有数に与える影響について観察したのが第5表および第1図である。PCPA および 2,4-D 散布のいずれの果実について観察しても無種子果であつて、これらはホルモン処理

第5表 ホルモン処理による果実種子含有数

処 理	果実重量 g	果実内種 子含有数
PCPA	530	0
GB	246	175
"	462	307
NAA	182	143
"	410	189
2,4-D	425	0
人工交配	204	176
"	500	304
対 照	256	191
"	390	254

によつて単為結果したことが推察される。しかるにホルモン作用を有する GB および NAA 散布区においては有種子果実を生じて単為結果がみられなかつた。また果実の大小によつて種子含有数に相違があり、果実重量の大なるものほど含有種子数が大であつた。また PCPA 散布区では第1図(f)にみられるような「ぶく果」がしばしば

見出された。第2図は第1花房について果実収穫の早晚をみたものである。すなわち PCPA および 2,4-D 散布は果実の早期収穫が多くなり、NAA 散布、人工交配および対照区などは中間で、GB 散布は後期に収量が多くなる傾向を示している。したがつて、PCPA および 2,4-D 散布は果実の熟期を促進し、GB 散布は熟期を遅延

第1図 ホルモン処理によるトマト果実の横断面

第2図 収穫期の早晚 (第1花房)
すると推察される。1株当たりの果実収穫個数および収量を大, 中, 小果にわけて第3花房までの合計を示したのが第6表である。収穫個数および収量ともに GB 散布

第6表 ホルモン処理によるトマト収穫個数および収量
(第3花房まで・1個体当たり)

処 理	収 穫 個 数				収 量				* 全収量 g
	小果	中果	大果	合計	小果 g	中果 g	大果 g	合計 g	
PCPA	0.5	4.8	4.7	10.0	50.4	953.8	1945.7	2949.8	4183.8
GB	1.1	5.5	5.3	11.9	115.9	1258.8	2089.0	3463.7	4370.8
NAA	0.5	5.5	4.3	10.3	52.9	1282.5	1681.2	3016.6	4109.3
2,4-D	0.1	5.3	3.5	8.9	11.5	1232.8	1367.4	2611.7	3360.7
人工交配	0.5	5.1	4.3	9.9	59.8	1123.3	1911.8	3094.9	3590.3
対 照	0.7	5.8	3.7	10.2	64.2	1326.2	1445.6	2836.8	3571.4

* 9月17日までの全収量, 小果 150g 以下 中果 150~300g
大果 300g 以上

第7表 ホルモン処理によるトマト果実の葉緑素
含量の変化 (mg/生体 100g)

開花後 日数	15日	25日	35日	40日	46日	50日	55日
処 理							
PCPA	12.94	8.32	6.86	3.94	1.00	0.0	0.0
GB	12.25	7.25	4.82	3.00	1.50	0.25	0.0
NAA	11.57	7.37	4.19	3.00	0.25	0.0	0.0
2,4-D	10.66	6.69	4.13	3.50	0.13	0.0	0.0
対 照	15.25	8.25	5.50	4.19	1.28	0.13	0.0

第8表 ホルモン処理によるトマト果実のカロチン
含量の変化 (mg/生体 100g)

開花後 日数	15日	25日	35日	40日	46日	50日	55日
処 理							
PCPA	0.68	0.31	0.18	0.23	0.76	1.29	1.09
GB	0.51	0.25	0.12	0.15	0.61	0.91	0.87
NAA	0.71	0.31	0.10	0.13	0.83	1.04	1.03
2,4-D	0.58	0.18	0.23	0.41	1.04	1.21	1.27
対 照	0.73	0.36	0.15	0.25	0.58	0.88	1.07

区が最も多くなっている。全収量も GB 散布区が最も多く、ついで PCPA, NAA 散布区であり、2,4-D 散布区、対照区および人工交配区は少なかつた。

ホルモン処理による果実内の葉緑素含量の時期別変化は第7表の通りである。2,4-D 散布区は葉緑素含量が少なく、対照区が最も多かつた。また PCPA, NAA, 2,4-D などのホルモン処理では開花後 46 日には葉緑素が殆んど消失するが、GB 散布および対照区では開花後 50 日までその存在がみとめられた。カロチン含量の時期別変化は第8表のように各区とも含量の変化は同様で、開花後 35 日までは経過日数にしたがい減少し、以後漸増して開花後 50 日あるいは 55 日に最大となつている。そして 2,4-D 散布区の初期の未熟果では他区に比べて含量は少ないが、成熟するにしたがつて多くなり開花後 55 日ではいずれの区よりも多くなつている。GB 散布区では各時期を通じて一般にその含量が少ない。対照区の成熟果では含量が多くなつているが、成熟するにしたがつてカロチンの増加量は少なくなり、開花後 55 日の果実では GB 散布区以外のホルモン処理区よりも少なくなつている。リコピン含量について時期別に観察したのが第9表である。開花後 46 日で各区ともリコピンの発現をみているが、最も早く発現したとみられるのは 2,4-D 散布区で、したがって開花後 55 日の含量が最も多くなつている GB 散布区および対照区は開花後 46 日ではごくわずかしきみられず、55 日の測定では GB 散布区は最も少なくなつている。

第9表 ホルモン処理によるトマト果実のリコピン含量の変化 (mg/生体 100g)

開花後 日数	15日	25日	35日	40日	46日	50日	55日
処 理							
PCPA	0	0	0	0	2.17	20.22	71.00
GB	0	0	0	0	1.91	15.88	49.75
NAA	0	0	0	0	5.86	19.82	59.50
2,4-D	0	0	0	0	20.07	33.85	78.75
対 照	0	0	0	0	0.46	14.69	74.00

第10表 ホルモン処理によるトマト果実のキサントフィル含量の変化 (log T₆/T)

開花後 日数	15日	25日	35日	40日	46日	50日	55日
処 理							
PCPA	0.088	0.048	0.046	0.042	0.042	0.104	0.103
GB	0.062	0.044	0.048	0.032	0.046	0.076	0.073
NAA	0.092	0.056	0.034	0.026	0.050	0.094	0.095
2,4-D	0.076	0.042	0.042	0.048	0.086	0.096	0.108
対 照	0.092	0.052	0.026	0.034	0.036	0.061	0.108

キサントフィル含量の時期別変化は第10表のように、各区とも殆んど同様であるが、その変化はカロチン含量のそれと類似している。すなわち 2,4-D 散布区は未熟果で少なく、成熟するにしたがつて含量が多くなるが、GB 散布区では概して含量が少なく、特に開花後 55 日では最も少なかった。

果実に含有される糖分の時期別変化は第11表の如くである。全糖および還元糖はともに果実の成熟にしたがつて増加し、開花後 50 日或いは 55 日にその含量は最大となつてゐる。しかし 2,4-D および NAA 散布区は開花後 25 日まででは他区に比べて含量が少なくなつてゐるが、以後は他区と同様となり、開花後 50 日ではむしろ 2,4-D 散布区に多くなつてゐる。非還元糖は各区間に殆んど差がなく、含量もごくわずかである。澱粉含量の変化について測定したのが第12表である。澱粉は糖分含量の変化とは逆に果実の成熟にしたがつて減少し、開花後 55 日には各区とも最小となり、PCPA 散布区では殆んど澱粉の存在はみとめられない。この減少は果実の成熟にともなつて澱粉が糖分に転化したために起つたものと考えられる。

IV. 考 察

トマト生産においてホルモン類の使用は一般的に普及し、かつその効果については既に幾多の研究^(1,2)によつて知られてゐるところである。かようにホルモンはトマトのみならず他の多くの園芸作物についても有益な効果をもたらしている。すなわちリンゴにおける落果防止⁽¹⁰⁾もその1つである。そしてホルモンの効果は単に花の着

第11表 ホルモン処理による果実の糖分含量の変化 (乾物%)

開花後 日数	15日	25日	35日	40日	46日	50日	55日
処 理							
全 糖							
PCPA	17.6	23.0	22.7	26.1	33.7	42.2	39.5
GB	17.3	27.9	30.0	27.6	31.1	37.8	36.8
NAA	10.8	10.5	20.1	27.9	31.6	33.5	35.4
2,4-D	7.4	4.7	29.5	28.4	38.1	42.2	39.7
対 照	18.1	24.8	26.6	30.3	29.5	37.8	40.0

還 元 糖

PCPA	15.8	21.4	22.4	26.1	31.4	41.1	38.9
GB	15.8	27.1	29.7	27.6	30.8	25.7	35.7
NAA	9.4	9.4	19.8	27.1	29.7	31.9	34.6
2,4-D	4.4	2.7	29.0	28.2	36.7	41.3	39.4
対 照	16.6	23.5	26.1	29.7	29.2	26.7	38.4

非 還 元 糖

PCPA	1.8	1.6	0.3	0.0	2.3	1.1	0.6
GB	1.5	0.8	0.3	0.0	0.3	2.1	1.1
NAA	1.4	1.1	0.3	0.8	1.9	1.6	0.8
2,4-D	3.0	2.0	0.5	0.2	1.4	0.9	0.3
対 照	1.5	1.3	0.5	0.6	0.3	1.1	1.6

第12表 ホルモン処理によるトマト果実の澱粉含量の変化 (乾物%)

開花後 日数	15日	25日	35日	40日	46日	50日	55日
処 理							
PCPA	15.8	16.8	12.7	9.1	2.3	2.1	0.0
GB	14.9	10.5	10.5	6.1	1.9	1.6	1.1
NAA	13.1	11.2	10.3	6.1	2.0	1.4	0.9
2,4-D	14.7	22.6	7.9	5.8	0.7	1.4	0.7
対 照	12.8	10.1	8.7	7.7	3.1	1.4	0.9

生数の増加あるいは収量の増加のみならず、植物体にも多くの刺激を与えていることと考えられる。本研究において使用したホルモン類は PCPA, NAA, gibberellin および 2,4-D の4種類であり、これらの散布によつて各種の結果が得られたが、それらは必ずしも期待された効果ばかりではなく、かえつてホルモン散布によつて逆の結果も得られた。これらについて考えてみると、まず開花当日の各花に対して散布したホルモン類が花器や花梗を通じて植物体内に移行し、それが植物体の伸長生長を刺激したことは第1表に示されているが、これらホルモン類は植物の節間伸長を促進したにとどまり、展開葉数の増加については効果がみとめられなかつた。このことは散布されたホルモンの量が植物体内を転移する場合きわめて少量であるために葉数の増加に作用しないのか、あるいはホルモンの持つ特性として伸長生長にのみ効果を現わしたかのいずれかによると考えられる。開花

数はホルモン散布によつて大きな増減はなく、ただ gibberellin 散布によつてのみ若干多くなつてゐる。このことはトマト品種のもつ遺伝的特性によつて決定されるものと考えられ、ホルモン散布によつては影響されないと考えられる。すなわち「愛知トマト」は元来果重型の品種で、1個の果実重量が平均 280 g 以上の大果で、しかも着生花蕾数が多く、かつ1花房の各花の開花延期間は第1花の開花から最終花の開花まで約1か月を要するものである。したがつて早く着生した果実が肥大することによつて栄養的に他の蕾の開花を妨げて、開花数を制限すると考えられるからである。着果数も gibberellin を除いてはホルモン散布区と対照区との間には大きな差はみられない。これも果重型品種という特性から、着生果数が少なくなるために起つたものと解釈される。そして藤井⁽¹⁾、福島ら⁽²⁾などによれば、ホルモン散布によつて着果数の増加をみたと報告しているが、本研究における栽培期間は4月～9月までのトマト栽培の適期であるために、果実が着生するのに他からのホルモンの助力がなくても充分授粉しうる状態にあつたことが、ホルモン散布の効果のあらわれなかつた理由と推察される。しかしながらホルモン散布によつて gibberellin 以外の果実の肥大生長は第4表にみられるように対照区に比べて促進されるが gibberellin のみはむしろ果実の肥大生長が抑制された。しかし gibberellin 散布区は着果個数が多く、収量はいずれのホルモン散布区よりも大きくなつてゐる。このことは gibberellin 散布によつて果実の肥大を抑制して、植物体にあたえる着果の過重な影響を軽減した結果、着果の増大となり、それが収量を増加させたものと考えられる。そして gibberellin 散布は果実の肥大を抑制するとともに収穫期を延長させてゐる。ホルモン散布によつて早期の収穫量を増加させることについては NYLAND⁽⁴⁾が PCPA 30 ppm 使用によつて増進するとのべ、また WEDDING ら⁽¹²⁾がホルモン散布のトマトが無散布よりも急激に成熟すると報告し、また土屋⁽¹¹⁾もホルモン散布によつて熟期の促進をみたと報告している。本研究においても PCPA, NAA および 2,4-D などの散布は第1花房について示したように早期収量が多くなつてゐる。すなわちホルモン散布によつて果実の熟期が促進された結果であると考えられる。これらホルモン類は栄養生長には同様な促進作用をおよぼしながら、果実に対しては gibberellin の如く異なつた作用をあらわすことは興味ある問題と云える。すなわち果実の成熟を促進する PCPA, NAA および 2,4-D などのホルモンと gibberellin とは異なつた作用機構を持つと解釈されるが、JOHNSON⁽⁹⁾がのべているごとく、「生長ホルモ

ンは auxin type, あるいは anti-auxin type, あるいはこれら両者の機能を有するであろう」と言うことを考慮する必要があるかも知れない。果実収量から論ずるとホルモン散布によつて収量が増加したのは gibberellin 散布区のみで、PCPA, NAA 散布区などは人工交配区よりも少なく、特に 2,4-D 散布区では対照区よりも少なくなつてゐる。このことは SINGLETARY ら⁽⁶⁾が指摘した「トマト栽培に適した気象条件下でのホルモン散布の効果は少ない」という事実にも適合すると考えられる。

ホルモン散布のトマト果実中の色素含量に及ぼす影響については、色素そのものの変化は分析中発見されなかつたが含量の時期別変化に影響がみられた。すなわち葉緑素は PCPA, NAA および 2,4-D などのホルモン処理によつてその含量が対照のそれよりも少なくて消失の時期も早い。このことはホルモン処理によつて果実内の生理的平衡が破られ、その結果葉緑素含量が減少してくると考えられるが、ホルモン処理によつて果実の成熟が促進された結果、同時期の対照区より含量が少なくなつてゐるとも考えられる。カロチン含量の変化では gibberellin 以外のホルモン散布区はその含量が対照区に比較して多くなる傾向がみられるが、このことも葉緑素の場合と同様に考えられる。2,4-D 散布区のカロチン含量の変化は開花後 25 日に最小となり、他区よりも早く最小となるが、これは 2,4-D がホルモンとして強力な作用を有するためと解釈される。リコピン含量もホルモン処理によつて増加の傾向がみられ、特に 2,4-D 散布区においては発現が早く、含量も多くなつてゐる。WEDDING ら⁽¹²⁾もホルモン処理が果実の色の発達を早くするとみとめている。要するにこれらホルモン処理によつて果実の成熟が促進され、葉緑素の消失が早くなり、逆にカロチン、リコピンおよびキサントフィルなどの色素含量が多くなるのであらうと考えられる。gibberellin は他のホルモン類と異なつて、成熟期間を延長するために、果実色素含量も他のホルモン散布に比較して最小になる時期あるいは最大になる時期が遅れる傾向がみられた。これらの結果からトマトにホルモン処理を行なうことによつて色素含量が増加すると考えるより、むしろホルモンの影響によつて果実の成熟が促進または抑制される結果、同時期の無処理と比較して色素含量が多くなるか、あるいは少なくなると考える方が妥当であると思われる。また各色素の変化の過程は多少の差はあつても前報⁽⁸⁾の場合とほぼ同様で、ホルモン処理によつて葉緑素の消失、カロチンおよびキサントフィルの変移およびリコピンの発現時期などに特別な影響はみられなかつた。

糖分についてもホルモン処理によつて特別な変化はみ

られず、前報⁽⁹⁾のように成熟にしたがつて含量は増加する。澱粉は糖分とは全く逆に、成熟にしたがつて減少する。これら炭水化物と色素との関係をみると、第3図に示すように葉緑素の消失時期とリコピンの発現時期とは大体開花後46日頃であり、その時期の糖分含量は乾物の約30%で、澱粉は殆んど減少してしまつた時期でもある。したがつて色素と炭水化物との間にはその消失、発現や、増加、減少との間に何らかの関係が保たれていてホルモン処理によつてもこの関係は維持されていると考えられ、今後の問題として興味あるものと思われる。

第3図 トマト果実の色素および炭水化物の増減

V. 摘 要

「愛知トマト」を使用してホルモン散布による植物の生育ならびに果実の色素および炭水化物含量に及ぼす影響を1959年信州大学農学部において調べた。使用したホルモンおよびその濃度は *p*-chlorophenoxyacetic acid : 30 ppm, gibberellin : 50 ppm, α -naphthaleneacetic acid : 50 ppm および 2,4-dichlorophenoxyacetic acid : 10 ppm である。ホルモン溶液の散布は開花当日の花に対して、第3花房までの各花について行ない、gibberellin のみは開花当日と2日後の2回行なつた。

1. 草丈においてホルモン散布区はいずれも対照区に比べて伸長したが、葉数の増加については殆んど差がなかつた。

2. 各花房の開花および着果数ではホルモン散布による増加の傾向はみられなかつたが、3花房合計では gibberellin 散布区が最も多くて、2,4-D 散布区が最も少なかつた。着果率は PCPA 散布区が高かつた。果実の肥大生長は gibberellin 散布区以外のホルモン散布区では

対照区に比べて促進されたが、gibberellin 散布区は対照区よりも小さくて生育が抑制された。

3. 果実内種子含量は PCPA および 2,4-D 散布区では単為結果による無種子果実を生じたが、gibberellin および NAA 散布区では有種子果実を生じた。種子含有果実では大果ほど含有種子数が多かつた。

4. 果実収量が対照区よりも増加したのは gibberellin 散布区のみで、他は殆んど変らなかつた。早期収量は PCPA, NAA および 2,4-D 散布区に多く、gibberellin 散布区は逆に収穫期が遅延された。

5. 果実内の葉緑素含量は PCPA, NAA および 2,4-D 散布によつて減少したが、カロチン、リコピンおよびキサントフィル含量は逆に増加した。gibberellin 散布区は葉緑素の消失が遅く、カロチン、リコピンおよびキサントフィル含量はともに対照区よりも少なかつた。

6. 糖分含量はホルモン散布区と対照区との間には殆んど差がみられず、果実の成熟にしたがつて増加した。澱粉含量は反対に果実の成熟にしたがつて減少した。

参 考 文 献

1. 藤井健雄. 1952. トマト促成栽培に於けるホルモンの利用. 農及園. 27 : 1233—1236.
2. 福島与平・増井正夫・佐藤哲男・堀内一夫. 1953. トマトに及ぼすホルモン散布の影響. 農及園. 28 : 651—654.
3. JOHNSON, S. P. 1956. Influence of growth regulator on setting of tomato fruits: A concept. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67 : 365—368.
4. NYLAND, R. T. 1956. The influence of variety, type of transplant, starter solution and fruit setting spray on yield and fruit size in tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68 : 452—458.
5. RANDHAWA, G. S. and H. C. THOMPSON. 1949. Effect of application of hormones on yield of tomatoes grown in the greenhouse. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53 : 339—344.
6. SINGLETARY, C. C. and G. F. WARREN. 1951. Influence of time and methods of application of hormones on tomato fruit set. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 57 : 225—230.
7. 高橋敏秋・中山昌明. 1958. トマト果実の着色に関する研究（第1報）トマト果実の色素含量の測定について. 園学雑. 27 : 116—119.
8. ————. 1958. ————（第2報）果実発育期における色素含量の変化について. 園芸学会. 昭和33年度春季大会研究発表要旨.
9. ————. 1959. ————（第3報）果実の色素含量に及ぼす光線の影響について. 園学雑. 28 : 165—169.
10. THOMPSON, A. H. 1952. Further experiments

- with 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid sprays for control of the preharvest drops of apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60:175—183.
11. 土屋四郎, 1953. ホルモン剤によるトマトの落果防止. 農及園. 28:1309—1312.
12. WEDDING, R. T., B. J. HALL and E. LANCE. 1956. Effects of fruit-setting plant growth regulator sprays on storage qualities of tomato fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67:459—465.

抄 録

果実の光合成と呼吸

発育初期の果実は非常に多くのクロロフィルを含んでおり、外見上光合成を営めるように思われる。果実の光合成が果実の生育にどのような影響をあたえるかは興味ある点であるが、未だ明らかにされていない。そこで著者らは Valencia orange の 13.4—15.7 g の果実と各組織に分けたもの各々 100 g に $C^{14}O_2$ を吸収させ、果実の各組織中の放射線量を調べた。この場合 1000 ft. c 蛍光燈照射区、暗黒区を設けた。

フラベドは非常に光合成能力に富み、アルベド、砂じようはほんのわずかであるが光合成を営むことが可能であると思われた。同化物の組織から他の組織への転流は、おもに sucrose の形で行なわれるものと推察された。

次にオレンジ、レモン、アボカドの果実発育中 (2.5—200 g) における光合成と呼吸の関係をワールブルグ検圧計で調べた結果、カンキツ果実の単位表面積当たりの光合成能力は、果実発育にともなつて漸次減少する傾

向がみられたが、アボカドでは、一定の傾向がみられなかつた。カンキツ果実の呼吸量は、初期生育期間 (細胞分裂—肥大期に移る時期) に急減し、これが初期の同化/呼吸歩合の増加の 1 因をなしている。またカンキツ果実の呼吸は、果実そのものの重量より果実の表面積に左右されるところが大きく、アボカドではこれとまったく逆の関係にあつた。果皮中のクロロフィルの含量と光合成能力との間には、一定の関連性は認められなかつた。最後に樹に着生している果実と樹から収穫した果実の光合成を調べた結果、両者はほぼ一致した傾向がみられた。以上のような場合でも、種々の果実の光合成が補償点以上になるようなことはなかつた。(石田雅士)

BEAN, R. C. and G. W. TODD. 1960—61. Photosynthesis and respiration in developing fruits. I. $C^{14}O_2$ uptake by young oranges in light and dark. II. Comparative rates at various stages of development. Plant Physiol. 35:425—429, 36:69—73.

エンダイブの開花の諸条件とジベレリン

冬蔬菜の一つであるエンダイブの開花はレタスなどと同様、短期間の低温とそれに続く長日、高温によつて促進される。エンダイブやレタスでは発芽後のどんな時期にジベレリンを与えても茎の伸長と開花が促される。この実験は、ジベレリンがどの程度エンダイブの開花に対する低温と長日の要求に代替できるか、茎の伸長に不適当な温度を克服できるかを調べたものである。

エンダイブの芽生えを 20 日間 4°C に置き、後 8, 16 時間の日長、昼温 23°C、夜温 10°, 17°, 23°C で育て、本葉が 2 枚展開した時に 50 μ g のジベレリンを隔週 1 回葉に与えた。この結果を要約すると、低温を与えて長日に置いたものは夜温 17°, 23°C でそれぞれ開花までの日数 93, 70, 葉数 41, 41 であつた。これに対して低温を与えず、短日に置いたものは 17°, 23°C とともに 6 か月以上栄養生長を続け、これにジベレリンを与えたもの

は、17°, 23°C で、日数 102, 96, 葉数 42, 36 であつた。それ故、ジベレリンによつてエンダイブの低温、長日の要求を、ほとんど完全に代替できることが明らかである。

また開花までの茎の長さをみると、低温を与えて長日にしたものは、夜温 10°, 17°, 23°C の時のおおの 64, 83, 46 cm であつたが、低温を与えず、短日下でジベレリンを与えたものはそれぞれ 127, 183, 139 cm であつた。エンダイブの最適夜温は 17°C であること、温度に対する制限要素はジベレリンを与えても解消しないことがわかる。(西 新也)

RAPPAPORT, L. and J. BONNER. 1960. Interaction of gibberellin, vernalization, photoperiod and temperature in the flowering of endive. Plant Physiol. 35(1):98—102.