

16.36/76

〔日〕加藤徹著

蔬菜的生长发育诊断

——理论和观察方法——

农业出版社

库存书

野菜の生育診断
—その理論と観察法—
加藤 徹著
社団法人 農山漁村文化協会

蔬菜的生长发育诊断
—理论和观察方法—
〔日〕加藤 徹著
刘宜生、高振华、戚春章译

农业出版社出版(北京朝内大街130号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 10.625印张 219千字
1981年10月第1版 1981年10月北京第1次印刷
印数 1—6,200册

统一书号 16144·2282 定价 1.10元

序 言

1945年战后的日本利用保护设施栽培蔬菜,被称为“设施园艺”。其规模逐年向大型化发展,甚至有人说不采用大型的设施园艺就谈不上是搞蔬菜生产。这与1945年前以露地栽培为中心,小农经济为主的蔬菜生产有很大区别。两者相比,设施园艺的技术要比露地蔬菜栽培有很大的进步。

在这种情况下,农民不掌握蔬菜生产新技术,收入就得不到提高。此外作为农业生产基础的土壤受到了破坏。为了恢复土壤肥力,也必须采取有效的措施。

而对这样的现实,对于农业的现状提出了很大的疑问,特别是在设施园艺中,连作障害、土壤病害等成了重要问题。

目前生产中采取的措施,大都是简单的“对症疗法”,发病时就用农药治病,土壤恶化时就用一些“恢复剂”防止。但对发生这些危害的根本原因并没有进行深入研究,还不能说蔬菜生产已经有很大的进步。

作者认为,关于这些问题的根本就是要研究植物的物质生产,即光合产物的构成,以及这些物质的分配和再生产过程。光合作用所进行的物质生产如果顺利,则生长发育和开花结实能正常进行。不能正常进行时,便会造成生育上的紊乱。对这种紊乱现象如能及时进行诊断和调整,就会提高蔬

菜的生产水平。

本书为使栽培者观察植物体的形态，以及了解这些植物体能否完整地进行再生产，如果再生产的过程受到阻碍，就要探讨造成这种变化的原因所在和克服的方法，整理汇集形成形态诊断。

根据这个目的，本书由以下各章组成。

第一至三章为总论，第四至六章为各论。总论中涉及蔬菜生产在经营管理以及在整个农业生产中应有的位置。在这个基础上介绍蔬菜生育诊断的方法，蔬菜生长发育过程中基本的光合作用结构，光合产物的分配与光合作用的关系，然后讨论如何掌握光合作用的环境因素。

各论中的第四章为果菜类，第五章为叶菜类，第六章为根菜类，分别介绍生育诊断的具体方法，明确各类蔬菜的生育特征和诊断要点，还用图解的方式说明不同生长时期的诊断方法。

由于这方面的基础研究工作很少，资料不多，作者考虑的也有很多不足之处，希望大家指教，以使下次有机会时加以改正，使之逐步完善起来。

此外，文中引用了很多先辈们的研究成果，特致谢意。根据本书的需要仅选用了部分文献，可能是不够全面的，请予原谅。

对读本书的研究者、指导者和实际工作者如能在蔬菜生产上起到作用，有所收益，作者将感到非常荣幸。

加藤 徹

1975年9月10日

目 录

序言

第一章 蔬菜生长发育诊断的方法 1

第一节 蔬菜的物质生产能力和生长发育诊断方法 1

1. 维持和提高物质生产能力的基本条件 2

(1) 整地 (3) (2) 光的有效利用 (4)

(3) 温度管理 (4) (4) 水肥管理 (5)

2. 生长发育诊断的方法 5

(1) 不同生育时期的诊断 (7) (2) 从光合、呼吸作用及物质分配方面进行诊断 (8)

第二节 农业的状态和蔬菜生产 11

1. 经营稳定化与蔬菜生产 12

2. 地力保持和蔬菜生产 14

3. 蔬菜生产的适期、适地和适类 17

(1) 选择适宜的经营方式 (17) (2) 栽培时期的长短 (17)

(3) 掌握各种蔬菜的生理生态特征 (17) (4) 土地及劳动生产率
的合理利用 (19)

第二章 蔬菜的物质生产和分配方式 22

第一节 植物个体的物质生产方式 22

1. 蔬菜的生长发育和光合作用 22

2. 光合能力的界限范围 24

3. 影响光合能力的主要因素 26

(1) 叶片的寿命 (26) (2) 受光状态 (31)

(3) 吸水能力 (35) (4) 物质的“接受器官”(贮藏器

育) (39)	(5) 二氧化碳浓度 (40)	(6) 无机营养 (42)	(7) 温度 (43)	(8) 阴雨天后的晴天 (45)
4. 不同叶位光合作用的分工	46			
(1) 不同叶位的分工	(46)			
(2) 不同时期的分工	(48)			
(3) 叶片光合能力的转移	(48)			
第二节 光合产物的分配和再生产方式	50			
1. 分配和再生产方式	50			
(1) 营养生长期和生殖生长期物质分配上的差异	(51)			
(2) 干物质的接受能力 (光合产物接受器官的能力) 和分配	(52)			
2. 环境条件对分配和再生产过程的影响	55			
(1) 温度的影响	(55)			
(2) 日照强度	(57)			
(3) 水分的影响	(57)			
(4) 无机营养的影响	(58)			
第三节 群体物质生产的方式	59			
1. 群体的光合特性	61			
2. 群体内部二氧化碳浓度的变化	65			
3. 受光效率	68			
4. 蔬菜的生长发育和群体物质生产的变化	69			
第三章 主要环境因素的掌握利用	70			
第一节 主要环境因素之间的相互关系	71			
(1) 日照	(73)	(2) 水分	(74)	(3) 温度 (74)
(4) 无机养分	(75)	(5) 二氧化碳	(76)	
第二节 栽培方式与环境	76			
(1) 物质生产与界限温度	(77)			
(2) 温度和光的相互作用	(78)			
(3) 物质生产与日长或温度对开花的关系	(79)			
第四章 果菜类的生长发育诊断	81			
第一节 果菜类的特征和诊断要点	81			
1. 果菜类生长发育的特征	81			

2. 从物质生产看果菜的一生.....	81
(1) 生育初期 (84)	(2) 生育中期 (87)
(3) 生育后期 (90)	(4) 果实的发育和膨大 (95)
3. 生育诊断的要点.....	97
(1) 生育初期 (98)	(2) 生育中期 (98)
(3) 生育后期 (98)	
第二节 主要果菜类的生长发育	99
1. 番茄.....	99
(1) 自然状态下的生育 (99)	(2) 不同栽培类型的生育 (107)
(3) 不同栽培方式的生育 (111)	(4) 产量形成与生育的关系 (114)
2. 黄瓜.....	117
(1) 自然状态下的生育 (117)	(2) 不同栽培类型的生育 (129)
(3) 不同栽培方式的生育 (134)	(4) 产量形成与生育的关系 (136)
3. 菜豆.....	138
(1) 自然状态下的生育 (138)	(2) 不同栽培类型的生育 (145)
4. 草莓.....	146
(1) 自然状态下的生育 (146)	(2) 不同栽培类型的生育 (155)
(3) 营养状态与生育的关系 (161)	(4) 产量形成与生育的关系 (164)
第三节 形态诊断	166
1. 番茄.....	168
(1) 不同生育时期的形态诊断 (168)	(2) 不同生育阶段的形态诊断 (170)
2. 甜椒.....	178
3. 茄子.....	182
4. 黄瓜.....	186
(1) 不同生育时期的形态诊断 (186)	(2) 不同生育阶段的形态诊断 (188)

5. 西瓜	193
6. 菜豆	201
7. 草莓	203
第五章 叶菜类的生长发育诊断	207
第一节 叶菜类的特征及诊断要点	207
1. 叶菜类的生育特征	207
2. 从物质生产看叶菜类的一生	207
3. 生育诊断的要点	215
第二节 主要叶菜类的生长发育	217
1. 菠菜	217
(1) 自然状态下的生育 (217)	(2) 不同栽培类型的生育 (221)
2. 芹菜	221
(1) 自然状态下的生育 (222)	(2) 不同栽培类型的生育 (228)
3. 结球莴苣	230
(1) 自然状态下的生育 (230)	(2) 不同栽培类型的生育 (237)
(3) 产量形成与生育的关系 (238)	
4. 花椰菜	240
(1) 自然状态下的生育 (240)	(2) 不同栽培类型的生育 (248)
5. 洋葱	251
(1) 自然状态下的生育 (251)	(2) 不同栽培类型的生育 (259)
(3) 产量形成与生育的关系 (259)	
第三节 形态诊断	261
1. 结球莴苣	262
2. 甘蓝	268
3. 洋葱	271
4. 韭菜	274
5. 花椰菜	275

6. 芹菜	279
第六章 根菜类的生长发育诊断	282
第一节 根菜类的特征和诊断要点	282
1. 根菜类的生育特征	282
2. 从物质生产看根菜类的一生	282
3. 生育诊断的要点	286
第二节 主要根菜类的生长发育	288
1. 马铃薯	288
(1) 自然状态下的生育 (288)	
(2) 不同栽培类型的生育 (293)	
(3) 不同栽植方式的生育 (294)	
(4) 产量形成与生育的关系 (295)	
2. 萝卜	296
(1) 自然状态下的生育 (296)	
(2) 不同栽培类型的生育 (300)	
3. 胡萝卜	303
(1) 自然状态下的生育 (303)	
(2) 不同栽培类型的生育 (309)	
第三节 形态诊断	310
1. 萝卜	311
2. 胡萝卜	316
3. 牛蒡	319
4. 早熟甘薯	320
参考文献	323

第一章 蔬菜生长发育诊断的方法

蔬菜种类繁多，全国各地一年四季都有生产，但菜价忽高忽低，往往使生产者收入不稳。同时，如何进一步提高蔬菜的品质也使人们经常烦恼。面对这些棘手问题，必须对蔬菜栽培的本质以及如何进行生育诊断，有一个基本看法，并根据这些基本看法，采取相应的技术措施。

首先，要种好蔬菜必须有相应的栽培技术，众所周知，栽培技术的本质是植物叶片进行光合作用，以及制造和运转这些光合产物的过程。所以必须根据这些过程来考虑生育诊断的方法。同时，还必须把蔬菜生产纳入整个经营范围，各个环节相互配合，才能把蔬菜生产搞好。

第一节 蔬菜的物质生产能力和 生长发育诊断方法

众所周知，植物叶片旺盛地进行着光合作用，而在农业方面，往往忽视光合作用这个重要主题，把注意力集中到枝节的技术方面。所谓农业生产，就是使植物叶片能最大限度地进行光合作用，提高光合效率，并使光合产物随时顺利地

集中到我们所希望的产品里。因此，发展以光合作用为中心的栽培技术，进行农业生产是非常必要的。

蔬菜生产也同样如此，不同蔬菜收获不同产品，我们希望把光合产物集中到人们需要的部位中去，例如果菜类必须使光合产物集中到果实里，根菜类必须使光合产物集中到根部。而根菜类里有些要在短期内完成光合产物的集中（马铃薯、早熟甘薯100天左右就要收获）、果菜类须长期积累（黄瓜、茄子、甜椒等的生育期长达6—8个月）。同时，即使同一种蔬菜，例如黄瓜、番茄也可用摘心的办法使它们在短期内完成累积过程。

但是，无论蔬菜种类和栽培目的如何不同，生产者最终目的还是要收获作物的产品。所以归根结底还要根据作物产品的具体情况采取适当的管理措施。

这是生育诊断的基础。

蔬菜的生长发育受着净同化产物（也叫干物质，它是从叶片的同化产物中减去为作物本身生存所必需的呼吸作用消耗掉的部分，被呼吸消耗掉的部分叫做呼吸基质）的多少和分配方式的显著影响。

同时还必须考虑到蔬菜栽培并不只是栽种一棵蔬菜而是生产多数个体，它们共同适应于某种环境中，进行生长发育，因此还必须根据个体和群体的物质生产能力和发展变化情况进行生育诊断。

1. 维持和提高物质生产能力的基本条件

要维持和提高作物的物质生产能力，就必须考虑提高叶片的光合能力，最大限度地降低呼吸消耗，进而提高物质生

产效率等措施。这将在第二章后详细论述，本节主要介绍整地、光能利用、温度管理及水肥管理等技术要点。

(1) **整地** 植物的叶绿体好比是光合作用的机器，形成和维持叶绿体所需的各种养分和作为光合作用原料的水分都要通过根系，吸收、运转到植物体的各个部分而被利用。

土壤是根系生长发育的基础。为了使根系充分发展，创造生命活动旺盛的环境，必须含有丰富的有效养分，不断地供给物质生产所必要的原料。只有具备这些条件的土壤才能称为地力高的土壤。地力高的土壤必须用堆肥培养，所以在整地时必须施用有机肥料。

在地力高的土壤中，土壤微生物活动旺盛，微生物呼吸时放出大量的二氧化碳成为光合作用原料的源泉。另外微生物还放出呼吸热，使地温上升，从而能加强根系活动，这一点也不能忽视。特别是在温室栽培中，土壤微生物的活动，对提高产量更为显著。还由于各种微生物的平衡增长，抑制了病原菌的繁殖，使蔬菜健康成长。

不注意保持地力，单靠化肥和农药进行蔬菜栽培，这样管理稍不注意，就会招致物质生产能力大大下降，造成减产。近来土壤肥力下降，特别是温室园艺的连作障害等就是很好的例子。

另外，不管有多好的地力，在地下水位高的地方，雨季也会因地下水位上升而造成过湿。因此，栽培者为了保持作物健全的根系，使其旺盛活动，必须采取排水或作畦的办法。日本的温室栽培多利用水田，在冬季降雨少，地下水位较低，但一到次年2月雨水逐渐增多，地下水位上升，土壤过湿而

发生早期枯萎，造成减产。梅雨期也发生同样情况，并常常和梅雨后的伏旱相连，干湿不均，造成危害。

土地没有平整的地区则正相反，常常由于夏季或冬季干旱时期缺水，使作物的物质生产显著降低，生长发育停滞。这样的例子也屡见不鲜。

如上所述，为了维持和增进物质生产能力，整地是基本条件。

(2) 光的有效利用 植物光合作用的原动力是太阳光能。植物把光能转换成化学能，并从土壤中吸收水分，从空气中吸收二氧化碳而形成有机物质。栽培作物的目的就是尽可能地提高光能利用率，以生产更多的物质。光能的有效利用和前面说的整地一样，都是这种技术措施。

关于光的重要性现在已被充分认识，但还往往忽略夏季日照强、冬季日照弱这一事实。夏天的强日照固然对物质生产非常有利，但有时也会出现过强的情况，例如当栽植密度过稀时，地温就会过度上升，植物体温度也过高，阻碍了作物的正常生长发育。相反，在冬季的塑料温室中，则往往因光线过弱，降低了作物的物质生产能力。

所以群体的作物，其栽植密度或管理措施，必须有利于充分发挥作物群体的物质生产能力。

(3) 温度管理 温度对作物的光合速度、呼吸强弱、物质的移动速度、方向和同化物质的分配都有很大的影响。

在自然界中温度变化和日照强度同时影响着物质的生产和分配的顺利进行。

确定各种蔬菜的栽培适期，是温度管理的基本出发点。

近来所谓温室栽培的夜间变温搭配管理，也是以此为依据的。

(4) 水肥管理 在地力高的土壤中，水肥管理比较容易，但在地力低的土壤中，下雨就容易使养分流失，一遇到水分不足又易造成干旱，水分稍多时又会引起过湿。如前所述，通过整地在某种程度上能减轻这种危害。同时还须进一步通过水肥管理，如雨后适量追肥，干旱时适量灌水等就更能有效地防止物质生产能力的下降。相反，在温室栽培中，由于不受雨淋，肥料容易集聚在土壤表层，易引起干燥，所以适量地施肥和灌水就成为重要的栽培措施。

另外，光的强弱对叶片进行光合作用起着主要作用，所以施用养分、水分的量也必须与光的强弱相适应。过多地施肥灌水对作物只能“有百害而无一利”。

2. 生长发育诊断的方法

前面已经说过，蔬菜的生长诊断应以物质生产能力为基础。要维持和提高物质生产能力，整地、有效地利用光能、加强温度和水肥管理是四个基本方面。其中任何一项处理不当都会降低植物生理机能，阻碍或停滞物质生产，从而引起发育不良、畸形、徒长、变色等形态恶变或病害。

在蔬菜栽培方面，迄今仍拘泥于这些现象方面，忘记了有关本质方面的措施。例如，高知县是日本全国有名的温室园艺区，但自从石油危机以来，因节省加温费用而进行低温管理，结果使黄瓜发生细菌性角斑病，喷药也得不到很好的效果。这是由于低温管理造成了植株衰弱，而水肥管理却和以前一样，致使黄瓜的生理状态显著恶化。因此，喷药即使能

暂时抑制病情，但不能充分治疗，还会引起病情的急剧蔓延。这时如果考虑一下低温时物质生产有何变化，怎样才能维持物质生产能力等问题，就能减轻发病，使植株不衰弱、不徒长，发育健壮的植株，能提高药剂防治的效果。另外在温室生产中，由于室内密闭，早晨光合作用开始时容易缺乏二氧化碳。研究证明，施用二氧化碳是一项有效措施。目前二氧化碳施肥装置已经迅速推广应用。但也有一部分发现生长停滞或障害，有些人已停止使用。分析其原因，虽然随着二氧化碳浓度的增加，叶面光合作用显著增强，增加了物质生产，但因光线、温度、肥料不足，反而会阻碍物质的运转，对于物质生产也发生相反作用，结果导致物质生产下降，起不到增加二氧化碳应有的效果。这说明生长发育诊断必须以物质生产为基础，也就是说，如果不考虑生产的物质如何分配及如何利用于再生产，那末诊断就是片面的，甚至会发生阻碍物质生产本身的结果。

目前，生育诊断方面通过叶片分析或土壤分析检定其营养状态的方法，已在科研部门和部分实际生产中利用。但利用时必须要有专门的知识和技术。分析的结果也只表示无机营养元素的量的关系，作为伴随生长的诊断技术在实用上还存在许多不足之处。例如，叶片内含百分之几以上的氮或钾才算合适？在日照不足时叶片内氮素的含量容易上升，而在低温下生长发育受到阻碍，叶片内的氮素或钾素含量也易于累积。所以，即使各种营养元素的含量充足也很难确定为生长顺利的指标。对此，一部分农民凭经验以各生育时期的形态变化为基础，进行观察和诊断，栽培成最合适的形态而获得

了良好成绩。把物质生产的结果，做为形态变化的基础是符合客观规律的。

试从物质生产的立场来看生育诊断的方向，现分述如下：

(1) 不同生育时期的诊断 种子刚发芽生长非常缓慢，地上部和地下部也看不出明显的生长。不久生长发育加快，随着根系的发达，地上部生长也活跃起来，以后生长发育速度再次变慢，一般都把植物的生长发育描绘为“S”形曲线。因此，蔬菜的生育可分为缓慢的初期、旺盛的中期和再次缓慢的后期。

生育初期 生育初期植物体很小，为了尽早加快物质生产，必须尽量扩大叶面积。在这个时期，对于点播和混播的作物及时进行间苗是一项重要措施。通过间苗可保留遗传性良好的个体和保持植物体生长发育平衡。若不及时间苗，不但使不良个体得以保存，还使植株在生长初期因叶片重叠而引起徒长，减少物质生产。

生育中期 生育初期之后要继续努力扩大叶面积和维持光合能力。在生育初期只要很少一点水分和养分就可以维持物质生产能力。但随着植株长大，养分和水分少了就不能维持物质生产能力。当下部叶片中的养分转到新叶，使下部叶片老化，便不能维持物质生产能力。所以要在扩大叶面积的同时，维持提高物质生产能力，就必须进行适当的管理。在这个时期，叶菜类于生长点附近分化出很多的幼叶，根菜类也开始肉质根的形成和膨大，果菜类则形成多量的花芽并开始发育。应尽量使它们的形成和发育不致受到损伤。

生长后期 这个时期叶面积已经充分扩大，因群体内部的叶片互相重叠，容易引起物质生产能力的下降。为了防止群体物质生产能力的下降，必须注意叶片的适当配置，确定合理的密度和良好的受光状态。同时还必须继续供给丰富的水分养分。

以上述各项为基础进行生育诊断。

(2) 从光合、呼吸作用及物质分配方面进行诊断 要进行不同生育时期的具体诊断，必须判断光合作用和呼吸作用及物质分配是否适当。

从光合作用方面进行诊断 叶片的光合作用如果进行得顺利，则叶绿素多，叶色浓绿，叶面积大而舒展，叶片开展的角度也适宜，能充分受光。这可从下列各项进行观察：

①**叶片颜色** 叶片颜色浅表明光合能力较低，特别是下部叶片黄化就可考虑是氮、钾、镁等营养元素不足。如果生长点部位的幼叶褪绿，则可认为是缺乏铁、锰、硼、钙等元素。

当夜间温度过低时，叶片的叶脉间容易黄化。反之，夜温过高则全部叶片都变成淡黄绿色。

叶片如果呈浓绿色，有时是因为吸收氮、特别是氨态氮过多所引起的。磷素不足时，生长也同样受到阻碍。缺钾时在生育初期叶片呈浓绿色，随后出现叶缘坏死现象。

②**叶片的大小和形状** 光合作用活跃叶子叶肉厚、叶片大，充分表现出本品种的固有叶形。

如果叶片大但又薄又软，大多是光线不足、夜间温度高、氮素过多（容易伴随着缺磷）等原因所引起。反之，叶片过