

农业科学参考资料

大豆生理



学出版社

农业科学参考资料

大豆生理

内 容 简 介

本书一共选译了 25 篇有关大豆生理学在大豆栽培中的一些基础理论的文章。对大豆栽培的农业技术中有关大豆在大田中生长时的光合作用、水分生理、矿质营养、代谢生理、生长发育、大豆凝集素、大豆的根瘤形成、播种深度与大豆根系的测定方法等,作了深入的介绍。

本书可供农业科学工作者、从事栽培大豆的技术人员、植物生理工作者以及农业院校师生阅读参考。

农业科学参考资料

大 豆 生 理

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 11 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1980 年 11 月第一次印刷 印张: 9 3/4

印数: 0001—2,800 字数: 225,000

统一书号: 13031·1388

本社书号: 1919·13—12

定价: 1.50 元

目 录

大豆光合作用能力的遗传·····	小岛睦男 (1)
生长习性不同的大豆品系的蒸发蒸腾作用和水分利用效率·····	
·····	B P Singh E N Whitson (8)
大豆根的发育与土壤水的消耗·····	
·····	L R Stone I D Teare C D Nickell W C Mayaki (11)
大豆植株发育的不同时期缺水对碳素同化与分配的影响·····	
·····	J E Silvius R R Johnson D B Peters (16)
大豆植株中水溶性碳水化合物化合物的积累·····	E J Dunphy J J Hanway (22)
长期残留的肥力和当时施用氮、磷、钾对大豆的作用·····	
·····	Fred C Boswell O E Anderson (28)
大豆在籽粒充实阶段的叶面施肥·····	Ramom Garcia L John J Hanway (35)
植物的年龄、根部的修剪和磷的溶液浓度对大豆根部的磷吸收率的影响·····	
·····	J H Edwards S A Barber (42)
大豆条根比率的变化对化学成分和生长的影响·····	J L Sanders D A Brown (47)
豆科作物的氮代谢·····	石塚润尔 (53)
大豆组织氮分析与大豆产量的关系·····	U R Pal M C Saxena (62)
不同源壑比率与大豆籽粒干物质的积累率·····	D B Egli J E Leggett (71)
在植株发育的不同时期应用反射器、黑板或遮光罩对大豆产量的影响·····	
·····	J B Schou D L Jeffers J G Streeter (76)
反射器引起的大豆冠层覆盖辐射平衡的变动 III 塞里塑料和高岭石反射器效果 的比较·····	Raoul Lemeur Norman J Rosenberg (85)
反射器引起的大豆冠层覆盖辐射平衡的变动 IV 叶片和冠层覆盖的温度·····	
·····	Maximo W Baradas Blaine L Blad Norman J Rosenberg (94)
反射器引起的大豆冠层覆盖辐射平衡的变动 V 长波辐射平衡·····	
·····	Maximo W Baradas Blaine L Blad Norman J Rosenberg (103)
大豆种子释出的外源凝集素·····	
·····	David W Fountain Donald E Foard Wendy D Replogle Wen K Yang (110)
种子不含分子量 120,000 道耳顿外源凝集素的大豆品系·····	
·····	Steven P Pull Steven G Pueppke (114)
牵行大豆的杂草防治·····	O C Burnside R S Moomaw (117)
耕作历史对大豆生长、根瘤形成和土壤根瘤细菌的影响·····	
·····	D M Elkins G Hamilton C K Y Chan M A Briskovich J W Vandeventer (122)
大豆根瘤细菌突变型品系与增加大豆固氮能力·····	

..... Robert J Maier Winston J Brill (130)	
大豆种子的发育与一次结实衰老无关.....	
..... L D Nooden D C Rupp B D Derman (134)	
去掉顶芽对大豆生长和籽粒产量的影响.....	
..... M E Bauer J W Pendleton J E Beuerlein S R Ghorasky (138)	
播种深度、温度和栽培品种对复种大豆出苗和产量的影响..... Donald J Stucky (141)	
大豆根系密度和根系生长五种测定方法的比较.....	
..... W Böhm H Maduakor H M Taylor (147)	

大豆光合作用能力的遗传

小 岛 睦 男

1. 引 言

作为脂肪、蛋白质资源的大豆,其需要量逐年增加。虽然育成了大豆高产品种,但单位面积的产量比水稻、小麦和玉米低得多。这是由于大豆是含蛋白、脂肪较多的作物,因此,Howell (1961) 认为,从能量效率来看,玉米产量 100 相当于大豆产量 45。最近山口等(1975)报告说,在成熟期间,大豆荚粒的生长效率(荚粒总生长量占总光合成量的比例)约为 45%,较玉米和水稻约 70% 为低,大豆籽粒产量 6 吨和水稻、玉米籽粒产量 10 吨,两者生产籽粒能力的数值相等。从能量代谢来看,由葡萄糖转变为蛋白质比变为脂肪和碳水化合物的转换效率为低。

从物质生产的角度出发,为改善大豆品种的产量性能,提高大豆群体光合作用强度则应为首要的研究课题。为此,要求具有截获光能多转化效率高的群体。大豆基本上是水平叶群落,因为小叶的大小、叶的运动、分枝的长度和角度在品种间有差异,以改良株型为目标的育种工作,正积极地进行着并产生了成果。另一方面,有关提高大豆截取光能及其转化效率的课题,即提高单个叶单位叶面积遗传的光合作用能力(简称单位光合作用能力)的问题,几乎没有提到过。这里,受开创生长解析手法的英国流派的观点即所谓:“在营养生长期,平均净同化率(NAR),不管植物种类还是环境条件,大体上显示一定的值(Heath 和 Gregory, 1938)”的影响很大。进入六十年代后,在日本推广高肥密植的栽培法的同时,对作物最高产量界限的问题进行了讨论(Bonner, 1962; Loomis 和 Williams, 1963),测定光合作用的技术改进了,发现了具有高光合作用能力的品种,与其相关的研究也有进展。在这些科学技术发展的刺激下,做为突破作物品种高产界限的一种方法,即提高单位光合作用能力的设想被提出来。对于大豆有关这方面研究的资料还很少,想参考其他作物的有关研究,予以阐述。

2. 单位光合作用能力在群体光合作用中的地位

大豆的栽培法逐步地由少肥稀植变为多肥密植,单个叶光合作用强度对群落光合作用所起的作用,也随着栽培法的发展相对应地发生变化(小岛, 1972)。也就是说,适合于少肥稀植的旧品种单位光合作用能力虽低,但由于叶面积大,稀植下的群体光合作用强度则大。另一方面,在多肥密植的情况下,叶子的单位光合能力和受光姿态好的适合多肥密植的新品种的叶面积指数(LAI)相当于旧品种的 6/10,但和旧品种有着相等的群体光合作用强度。如果新品种的 LAI 再与以增大则群体光合作用还有可能进一步提高。

Hardman 等(1971)观察到,在大豆不同生育期,供给 1,200 ppm 的 CO_2 ,会因为单叶光合作用强度的提高,而产量得到增加(表 1)。

表 1 在大豆不同生育期供给 CO_2 对其生长发育和产量的影响 (单株)

处 理	茎 长 (厘米)	总节数	茎 重 (克)	结实荚 数	秕 荚 数	荚果重 (克)	百粒重 (克)	籽粒重 (克)
1.对照	188	140	72	334	23	175	16.2	110
2.营养生长期	191	134	72	316	23	167	15.4	105
3.开花期间	191	203	123	457	65	184	13.4	113
4.成熟期间	188	150	100	413	15	221	16.0	137
5.全生育期间	198	156	150	552	24	248	13.2	151

[注] CO_2 1. 200ppm; 处理时期: 2. 6月16日—7月19日; 3. 7月19日—8月25日; 4. 8月25日—9月22日; 5. 6月16日—9月22日。

营养生长期供给 CO_2 , 对生长发育和产量虽无影响, 但开花期的处理则荚数增加, 成熟期的处理则由于荚数增加和百粒重的增大而获得了增产。Krenzer 等(1975)也对小麦进行过高浓度的 CO_2 处理试验, 在发芽-幼穗分化期对产量虽无影响, 但在幼穗分化期-开花期及成熟期的处理得到了增产的结果。这个结果被认为, 是由于光合作用强度的提高, 光合作用产物的增加, 影响了荚数和百粒重所致。

Army 等(1967)发表了有关与作物产量发展阶段相对应的技术系列模型图。他认为从前的农业, 不过是依靠扩大叶面积, 尽量使其接受多量的太阳光能, 可是现在的农业, 则依靠除草剂、防治病虫害和杂种优势等技术措施, 使第一阶段的产量水平, 大体上达到了一个相当高的稳定阶段。要进到更高阶段, 则改良株型和利用生长调节剂生产体系的改进是必要的。要达到更高产量的第三阶段, 恐怕是得在改变光合作用的基础代谢过程之后的事了。

武田(1969)提出构成群体光合作用各要素相互关系发展的模式图。他指出作为增强群体光合作用的第一阶段是扩大 LAI, 第二阶段是改良株型, 第三阶段应当是改善叶子的光能转换效率, 而第二和第三阶段将是相互重合着进行。大豆的品种选育, 大致上可以看成是沿着这条途径发展的。

3. 品种间单位光合作用能力的差别

小岛睦男等(1968)在饱和光下, 测定 38 个品种的单位光合作用能力为 21—31 毫克 CO_2 /分米²/小时。Curtis 等(1969)测定 36 个品种, 第一真叶为 12—24 毫克 CO_2 /分米²/小时。Dornhoff 等(1970)确认 20 品种间单位光合作用能力的差异为 29—43 毫克 CO_2 /分米²/小时。Dreger 等(1969)测定的 9 个品种也认为存在着有意义的差异。水稻的单位光合作用能力对 29 个品种的平均值的变幅为 $\pm 20\%$ 以内(村田吉男, 1957)。小麦栽培种内的变异虽小, 如果包括野生种在内, 系统间就有明显的差异(Evans 等, 1970; Khan 等, 1970)。燕麦 2 倍体—6 倍体的 20 个品种的最高与最低之间的差别约为 1.5 倍(Criswell 等, 1971)。棉花 26 个品种间的差别是 24—45 毫克 CO_2 /分米²/小时(El-Sharkawy 等, 1965)。菜豆品种 Michelite-62 比红菜豆(Red Kidney)高 25%(Heichel 等, 1969), 玉米 27 个品种间的差别是 28—85 毫克 CO_2 /分米²/小时(Izhar 等, 1967)。而甘蔗 10 个品种间的差别则

是 34—86 毫克 CO_2 /分米²/小时 (Irvine, 1969)。甘蔗的高光合用品种是种间杂交品种,玉米远缘间的第一代杂交品种,在光合作用能力方面显现出杂种优势。如同这些作物相比,大豆则属于一种品种间光合作用差别明显的作物。到目前为止,供试品种大豆光合作用能力变化幅度约为平均值的 $\pm 20\%$, 品种间最高与最低的差别可视为 1.5 倍。

大豆品种间光合作用差别的机理,尚未得到充分的阐明。作为影响光合作用强度的主要原因,可以列举出: CO_2 从外界输送到叶绿体反应中心时的扩散阻力,在反应中心里的生物化学过程,光呼吸以及光合作用产物向反应系统外输出的速度。Dornhoff 等(1970)和 Samish 等(1972)认为对于 CO_2 扩散、气孔阻力及叶肉阻力和光合作用强度之间的相关系数是 -0.71 及 -0.47, 而 CO_2 的扩散阻力尤其气孔阻力是重要的原因。但是渡边等则阐述了与之相反的看法。渡边等(1973)认为如果 CO_2 扩散阻力是重要原因的话,那就必然会随着 CO_2 接近饱和而光合作用达到一定值,但实际上没有观察到这种倾向。所以 CO_2 扩散阻力不是主要原因,而品种间叶绿体本身所具有的活性的差别则应是其主要原因。宿根黑麦草光合作用能力高的品种,其叶肉组织的细胞小,单位面积的细胞数多,单位细胞容积的细胞表面积大 (Wilson 等, 1969)。单位细胞的表面积大,意味着供给细胞内 CO_2 的扩散通路宽阔,从而有利于光合作用。具有高光合作用能力的大豆品种,叶面积较小而厚,但尚未见到有关品种间叶组织结构具有差别的报告。

关于生物化学过程,渡边(1973)认为单位叶面积中存在的叶绿体的希尔(Hill)活性和光合作用强度之间有极密切的正相关,同时光化学活性高的品种具有暗反应活性也高的倾向,暗反应活性和饱和光下光合作用强度之间也存在着正的相关性,这种结果很有启发性(渡边, 1973)。另外关于叶绿体的大小和单位叶面积中,存在的叶绿体总容积在品种间的差别虽尚未得出结论,但可以认为光合作用强度大的品种叶绿体具有型小量多的倾向。

光呼吸是在光下氧化光合作用产物释放 CO_2 的过程,如大豆一类的 C_3 -植物光合作用强度低于玉米等 C_4 -植物的主要原因就在这里。大豆光呼吸在品种间没有看到有明显的差别(Curtis 等, 1969; Dornhoff 等, 1970), CO_2 补偿点也无差异,从光呼吸的角度不能说明光合作用强度的品种间差别。

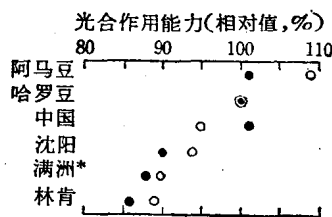


图 1 大豆品种间光合作用能力的比较

光合作用能力以哈罗豆 (Harosoy) 为 100 的相对值

* 根据小岛睦男和川岛良一(1968)的资料,所用的品种是从“满洲” (Manchu) 选育而来的满豆 (Mansoy) 品种; ● 根据小岛和川岛(1968)的资料; ○ 根据 Dornhoff 和 Shibles (1970) 的资料。

光合作用产物向反应系统外的输出速度,被认为是菜豆品种间差别的重要的生理上的原因之一(Liu 等, 1973),可是在大豆有关这方面的探讨尚未见到。然而,与光合作用强度相关的单位叶面积的叶重,包含叶脉以及叶脉的粗细和叶脉的分布与运输速度被认为有密切的关系。

大豆品种间的光合作用强度差别是比较稳定的,几位研究者共同使用的品种,其品种间的光合作用能力相对关系如图 1 所示。

阿马豆(Amsoy)、哈罗豆(Harosoy)、中国[(Mandarin)即渥太华(Ottawa)]等品种,尽管供试条件不同,其光合作用强度,经常表现为高的,林肯(Lincoln)等则总是低的。因此,可得出结论:大豆存在着稳定而高的光合作用能力的品种。

4. 随着品种改良单位光合作用能力的变化

前面已经提到了单位光合作用能力,伴随着栽培方法的发展而发生变化。

育成品种光合作用能力的变化与其亲本的光合作用能力之间的关系如表 2。

表 2 育成品种的光合作用能力和亲本的光合作用能力之间的关系 (品种数)

报 告 者	双 亲 中 间			双 亲	
	以 上	以 下	计	以 上	以 下
小岛等(1968)	15	7	22	11	4
Buttery 等(1972)	22	3	25	17	2

小岛等(1968)用杂交育成的 22 个品种中,高于双亲中间值的有 70%,有 50% 的品种光合作用能力高于双亲,仅有 20% 低于双亲。Buttery 等(1972)的例子,25 个品种中高于双亲中间值的有 88%,高过双亲的有 70%。这些结果表明,人们是朝着提高单位光合作用能力的方向选育了许多大豆品种,同时还暗示,大豆存在着单位光合作用能力的超亲分离现象。

在大豆育种上,成熟期、产量、品质、抗虫性、抗病性等各种性状虽都得到考虑,但单位光合作用能力,还没有被做为选择的对象。尽管如此,以高产为目标育成的品种的光合作用能力,高于双亲或者偏于双亲中高能力亲本一方进行选择倒是有非常大的意义。

到目前为止,对几乎所有的作物,都是采取增大叶面积和改善受光状态的方法去提高群体的光合作用强度。根据 Watson 等(1959)的意见,从野生甜菜选育为栽培用过程中,改善了性状是受光状态,而孤立状态下的净同化率(NAR)没有变化。根据田中等(1968)在北海道研究改良水稻品种方向,是以改善株型为背景来提高产量,单位光合作用能力没有提高。至于小麦,Evans 等(1970)认为,栽培小麦比野生小麦的叶面积、种子的大小、剑叶光合作用能力的持续时间虽然增大了,但在饱和光下的单位光合作用能力,以及饱和光强度却反而小了。Khan 等(1970)也认为小麦存在类似的情况,但同时指出,也发生了从前所没有的情况,就是与多肥、灌溉技术相配合育成的半矮生的 Mexi-Pak 品种,则具有单位光合作用能力高和叶型小而厚的特征(Khan 等,1970)。

大豆与水稻、小麦不同,向着单位光合作用能力增大方向发展的理由还不明确。野生大豆在向栽培种进化的过程中,单叶型变大,茎由蔓性变为直立性,成熟期延长,籽粒变大等,可以认为与小麦的变化相类似。然而,企图依靠杂交育种而努力获得高产品种的过程中,单位光合作用能力似乎也发生了变化。这里可以考虑有两个理由是:第一,以大型单个叶的水平叶为基础的大豆群体,像玖村(1965)已阐明的那样,光的吸收,主要是在群落的上层进行,群体的光合作用强度受上层叶的光合作用强度支配,这里不受下层叶光不饱和

的限制,只要上层叶光饱和,群体就出现光饱和现象。在这种状态下,提高群体光合作用的方向,不仅是要改善受光状态,而上层叶的光合作用能力即作为品种特性的单位光合作用能力的改善,也开始有了必要。第二是关于氮素营养的特性。水稻和麦类可以施用氮肥人为地提高光合作用强度,然而对依靠根瘤菌固氮的大豆,施用氮肥的效果不好,因此很少使用氮肥,所以大豆叶的光合作用强度受品种遗传特性支配的程度就更大了。可以认为是这样的重要原因相互关联和作用,反映出单位光合作用能力的提高。

5. 单位光合作用能力的遗传和选择的效果

根据小岛等(1969)的调查, F_1 的光合作用能力比双亲的中间值为低,不出现杂种优势,低光合作用能力是显性性状。互相杂交 F_1 的值,彼此大致相等,据推测光合作用能力的遗传与细胞质无关。至于 F_2 的分布类似于常态分布,光合作用能力的遗传已被认为是量的遗传。但从向低光合作用亲本回交的结果来看,与光合作用能力有关的遗传基因数是比较少的。这样的结果与菜豆的情况是一致的(Izhar 等,1967)。从 F_3 则可以确认光-光合作用曲线的系统间差异,在某一系统上,伴随着饱和光下光合作用能力的提高,弱光下的光合作用能力也得到提高。

关于光合作用能力和遗传力,Buttery (1972)等通过对NAR的方差分析,推断出NAR的遗传力是55%。按照小岛等的实验, F_2 个体的光合作用强度与 F_3 系统(系统内平均值)之间的相关系数是0.45和0.66的两个组合。据Martin (1970)推断菜豆广义的遗传力为67%, F_2 和 F_3 之间狭义的遗传力仅有70%。在饱和光下,黑麦草光合作用能力狭义的遗传力为70%,在弱光下为17%(Willson 等,1969)。

从大豆和菜豆的光合作用能力的遗传力来看,在早期世代进行光合作用强度的选择是困难的。关于这一点,Wallace 等(1972)则认为光合作用能力的选择,虽然不一定到 F_3 进行,但在优先于其他各性状而对光合作用能力进行选择时,最好是从系统数、个体数少的 F_3 开始,选择时减少对每个体的测定次数,而尽可能地测定许多的系统和个体。

关于单位光合作用能力,从选择的系统,果真就能发现高产系统吗?经 F_3 就光合作用能力进行过选择的系统 F_4 的产量性能观察,农林1号×哈罗豆时,高光合作用群(5系统群14系统)的平均产量是302克/米²,而低光合作用群(3系统群12系统)为276克/米²,满洲×哈罗豆高光合作用群(3系统群12系统)为276克/米²,低光合作用群(3系统群12系统)为282克/米²。除去生育日数的影响,产量和光合作用能力之间的偏相关系数非常低,前者组合为0.196,后者为0.353。但是,单位光合作用能力的重要性,由繁茂的群体反映出来,因此除去繁茂度小的系统之外,而按成熟期进行系统分类时,则农林1号×哈罗豆不论早熟-中熟群,都出现过从高光合作用群产生最高产量系统。满洲×哈罗豆的成熟期跨极早熟-晚熟,各成熟期内的系统数少,因而难以得出明确的倾向。超过双亲产量的系统虽从高低两种光合作用群中出现过,但最高产量的系统,在早熟、中熟群中均出自于高光合作用群(小岛,1972)。可以认为,两组合的结果能为现有品种就光合作用能力所肯定的事实,提供一种可靠的资料。

6. 测定单位光合作用能力的简易法

在探索具有高光合作用能力的品种、系统时,特别希望能创造直接测定光合作用强度和在田间测定多数个体的装置。可是由于种种原因,在测定光合作用困难的情况下,只有测定稀植个体的净同化率(NAR)或者利用与光合作用能力相关明显的性状外,别无他法。测定净同化率(NAR)取样太麻烦,在多数作物叶性状中,单位叶面积的蛋白氮含量或者全氮含量(简称面积氮),与饱和光下的单位光合作用能力呈明显的相关性。大豆品种间的相关系数为0.6—0.8, F_2 个体间为0.39—0.59, F_3 系统间(系统内平均值)为0.69—0.87(小岛,1972), F_3 比 F_2 的相关性高的多。

在多数作物上,看到了单位叶面积的叶干重(即叶面积干重比 SLDW)、鲜重(即叶面积鲜重比 SLFW)、叶的厚度与单位光合作用能力呈相关性。大豆品种间的叶干重和单位光合作用能力之间的相关系数为0.71(Dornhoff 等 1970)、0.6—0.7(小岛,1972),净同化率和叶干重之间具有0.63—0.67的相关性(Buttery 等,1972),然而也有的不存在相关性(渡边和田渊,1973)。叶鲜重和叶干重类似。在这些叶性状中间单位叶面积氮素的分析花费劳力多,但相关系数的普遍性比单位叶面积重量(SLW)高。SLW 因有日变化,取样时特别要注意,但测定手续简单,作为光合作用能力的间接选择手段是有效的性状。对该方法的适用条件,希望予以进一步明确。有人报告燕麦(Criswell 等,1971)、甘蔗(Irvine, 1967)、紫苜蓿(Barnes 等,1969)等作物有利用 SLW 做为测定光合作用能力的可能性。田中等(1974)报告了水稻单个叶的光合作用有效波长区域的透光率与品种的单位光合作用能力呈明显的负相关,假如能够测定许多作物材料的话,可能做为有效的手段。

关于叶性状的遗传性,Buttery 等(1972)测定 SLDW 为90—52%,与 NAR 呈负相关性的叶面积比(LAR)为90—78%。小岛测定 F_2 个体和 F_3 系统的相关系数,单位叶面积氮素为0.47—0.71, SLDW 为0.51—0.78, SLFW 为0.79—0.70,无论哪一个都比光合作用能力的遗传性高(小岛,1972)。单位面积氮和 SLDW 的 F_1 及 F_2 的分布类似单位光合作用能力的分布。含氮量低的,SLDW 小的是显性性状。

如玉米、高粱的单位光合作用能力非常高的植物,其 CO_2 固定为 C_4 -二羧酸循环, CO_2 补偿点(CCP)非常低,几乎无光呼吸,有富含叶绿体大型维管束鞘。在大豆方面,想找出补偿点低的品种,设计出一种测定装置(Menz 等,1969),有人曾调查亲缘关系近的11个种,2,469个品种(Cannel 等,1969),但没有发现一个品种的一株大豆是补偿点低的。

曾尝试将 C_4 -植物的光合作用特性导入 C_3 -植物,用滨藜(*Atriplex*)做过试验(Björkman 等,1971)。红滨藜(*A. rosea*)(C_4) $\times$ 平俯滨藜(*A. patula*)(C_3)的 F_1 代,叶组织结构和烯醇式磷酸丙酮酸(PEP)羧化酶的活性是双亲的中间型,1,5-二磷酸核酮糖(RuDP)羧化酶的活性、由 O_2 而引起的光合作用障碍率及 CO_2 补偿点与平俯滨藜无大差别,饱和光下的光合作用的能力约为平俯滨藜的50%。 F_2 的叶组织结构,从 Kranz 型(即 C_4 型)到 C_3 型均有分离。PEP 的活性也有分离,但都比红滨藜低得多, RuDP 羧化酶活性与平俯滨藜无差别。还有,由 O_2 引起的光合作用的障碍率与平俯滨藜程度相同。 CO_2 补偿点虽也有分离;但单位光合作用力非常低,个体间无差别,大致与 F_1 相等。尚未见到一个个体完全具备 C_4 -植物特征的类型。从这些结果可看出, C_4 -循环的各构成要素是受各个少

数遗传基因支配,因此,在高光合作用能力的发现上,不仅要有叶的结构和生物化学要素的存在,而且还要注意各要素之间恰当的调节。

从滨藜 (*Atriplex*) 的实验了解到,依育种方法将 C_4 循环导入 C_3 -作物是极为困难的。Cannell 等(1969)的调查,认为大豆属(*Glycine*)无 C_4 循环的品种。对大豆高光合作用遗传基因的探索,必须在现有品种中进行,现在不过只测定 100 个品种。其中育成品种的高光合作用能力是来源于“中国”(渥太华)、A. K. (哈罗豆)和+胜长叶。有的报告说,乌苏里斯克(双城子)154 表现出高光合作用能力(Klimashevskii 等,1968),今后需要广泛深入地进行探索。还有,在不改变 CO_2 固定途径的情况下,依靠突变转化为高光合作用能力,也必须加以研究。为此使用叶性状进行一次选择,其后再进行光合作用的测定,其效率会是很高的。

[苗以农、李振声译自《农业技术》(日文),1975, 30; 11—15]

生长习性不同的大豆品系的蒸发蒸腾作用 和水分利用效率

B. P. Singh E. N. Whitson

提 要

有限花序和无限花序的大豆因生长习性不同,其覆盖形态型亦异。覆盖形态型影响光线吸收与损失,空气循环及湍流。这些因素转而影响热和水汽传导,因而会影响植株对水的利用效率。本研究主要是确定大豆生长习性对蒸发蒸腾及水分利用效率的影响。

两个品系的日蒸发蒸腾率,以在早期生殖生长阶段最大。从土壤中吸水的深度达122厘米,最低的测定深度。有限花序品系总蒸发蒸腾量为41.2厘米,无限花序品系是39.2厘米。大豆因生长习性不同,而引起的蒸发蒸腾量的差异,仅相当于总蒸发蒸腾量的一小部分。

有限花序习性品系比无限花序习性品系耗水仅多5.6%。而籽粒产量却多24.9%。这样,有限生长品系对水的利用率就高18.1%。这些数值指出,大豆生长习性主要通过制约籽粒产量而影响对水的利用效率。

观察两种生长习性的大豆 [*Glycine max* (L.) Merr.], 无限花序型顶芽在生长季的大部时间进行营养性活动,仅腋芽形成总状花序;有限型顶芽的营养生长活动在其分化为花序时就停止,腋芽和顶芽都有总状花序(Carlson, 1973)。无限生长型的营养冠层在植株中部具有较大的羽状复叶,叶柄较长,向茎基部和顶端有规律的变小变短。相反,有限型全株羽状复叶的大小及叶柄长度表现均匀(Shibles 等, 1975)。冠层形态可影响长短波辐射的吸收与损失,空气循环及乱流。这些因子转而影响热和水蒸汽的传导(Loomis 和 Williams, 1969),因而可能影响植株对水的利用效率。

1. 材料和方法

田间试验在位于北纬32°34', 西经83°52' 瓦利堡的州立大学农场进行。土壤系诺福克壤质粉砂土。典型的土壤剖面为:壤质细砂(0—15厘米),砂质壤土(15—30厘米)和砂质粘壤土(30—120厘米)。土壤测定结果,pH和可代换性Mg低,可代换性P、K中等,可代换性Ca丰富。

施用白云石烧制的石灰提升pH大约达6.5。播种前撒施磷和钾,分别为每公顷90和45公斤。

以等基因大豆品系D49-2491(有限型)和D62-7817(无限型)为播种材料,采用完全随机区组法,重复12次。每区4行,长6米,行距91厘米,株距3厘米。1974年于5月17日播种。

每区插放一支开口管,深达 137 厘米,以使用中子加热程序测定土壤水分。用中子测水计测 15—30、30—46、46—61、61—76、76—91、91—107 和 107—122 厘米各层的土壤水分,每个深度采用 1 分钟之测定总数。接近地表面时,由于中子的损失使测定值不准确(Lawless 等, 1963),故 0—15 厘米土壤水用重量法测定。土壤水分数值是 5 月 23 日、7 月 10 日、7 月 18 日、8 月 1 日、8 月 7 日、9 月 4 日和 10 月 20 日测定。

用设置在试验地量雨表测定降水量。

蒸发蒸腾量的计算为:(1)在测定开始时,测土壤水总量;(2)加上在这期间的降水量:(3)减去在测定阶段结束时的土壤存水总量。设想土壤水的流失或深渗丢失量是微不足道的,因为试验区地面水平,在生长季中未见有明显的地表径流发生,同样,由于较低层土壤剖面含水在全部测定日期都低于计算的田间持水力,故渗透丢失是很小的。

在 122 厘米土壤深度内测定每增 15 厘米的土层的土壤萎蔫系数,以超过萎蔫系数的水分确定每层的有效土壤水。

从每区中间两行收获行长 4.27 米植株测定产量。水分利用效率以每公顷-厘米水生产籽粒的公斤数计算。

2. 结果和讨论

累积降水量和 D49-2491 及 D62-7817 大豆品系在生长期间的蒸发蒸腾量示于图 1。在这时期总降水量均超过每个品系的蒸发蒸腾量。不过,在此期间,尤其当 6 月 22 日和 8 月 4 日 44 天中降水分布不匀,这两日期之间,作物蒸发蒸腾量远远大于 4.3 厘米的降水量。

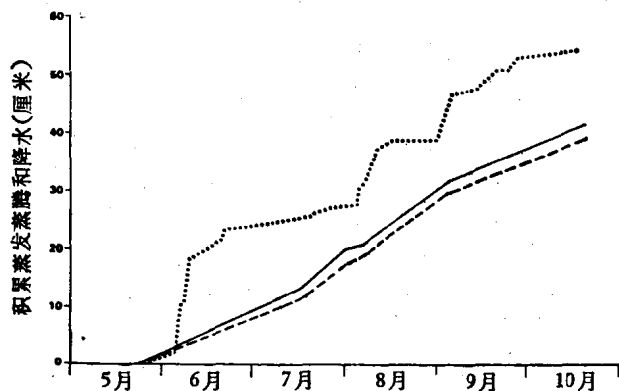


图 1 1974 年生长季两种大豆品系的累积、降水量和蒸发蒸腾作用
——D49-2491(有限花序);——D62-7817(无限花序);——降水。

5 月 23 日,全部小区的有效土壤水达 15.3 厘米,5 月 23 日到 10 月 20 日降水量达 53.8 厘米,D49-2491 和 D62-7817 的蒸发蒸腾总量分别为 39.0 和 41.2 厘米。这样,D49-2491 和 D62-7817 仅分别利用了对作物生长有效水的 59.6 和 65.4%。两个品系在蒸发蒸腾量上相差 2.2 厘米,即使在统计上是显著的,在水分利用上仅相差 5.6%。

在营养生长阶段,D49-2491 和 D62-7817 的每日用水量分别是 0.244 和 0.205 厘米,

在相当于早期生殖生长阶段的2周中,每日用水分别增加到0.455和0.422厘米,之后,在其余的生殖生长阶段又分别降低到0.336和0.361厘米,在成熟时,进一步下降为0.210和0.201厘米/天。

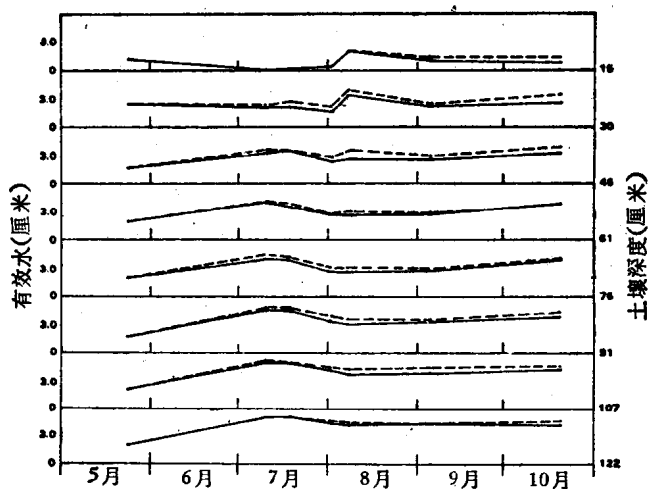


图2 1974年生长季不同土壤深度的有效水分

1974年在生长季中,从15厘米到122厘米的有效土壤水含量示于图2。有效水数量是对土壤剖面供水,土壤剖面对有效水的保持能力和植株在这期间对有效水分的利用数量的函数。此试验田的土壤结构随深度而异,因而使不同深度保持有效水的能力也不同。上部15厘米的砂质土对有效水的保持能力最低;15—30厘米砂质壤土层居中,30厘米以下的砂质粘壤土,在有效水保持能力上最高。

由于降水量超过蒸发蒸腾量,故在生长期土壤剖面净得了有效水分,但是由于在整个生长阶段降水分布不均,故7月18日、8月1日和9月4日的测定数反应由土壤中吸取了水分。测定数指出,植株从整个122厘米深度中吸取水。这两个品系有相同的吸水图式。

D49-2491和D62-7817的籽粒产量分别为2,738和2,192公斤/公顷。D49-2491每公顷-厘米用水生产66.5公斤籽粒,D62-7817为56.3公斤。由于即使D49-2491比D62-7817多用水5.6%,但是比D62-7817多生产24.9%的籽粒,故D49-2491的水分利用效率较高。于是,水分利用效率的变化与籽粒产量的差异,比与蒸发蒸腾作用更密切相关。

[张瑞岐译自 *Agronomy Journal*, 1976, 68 (5): 834—835]

大豆根的发育与土壤水的消耗

L. R. Stone I. D. Teare C. D. Nickell W. C. Mayaki

提 要

在发展和改进根-土壤-水相互作用的模型中,需要田间水分消耗及长根方面的资料,因此,我们进行田间试验,研究大豆 [*Glycine max* (L.) Merr., Williams (威廉斯)] 根的生长和水消耗图型。

灌水的和不灌水的大豆种植在土层深厚无间隔的 Muir 粉砂壤土(细粉粒,混合,中粗壮薄层干软土)上。用中子减速法测定(15—150厘米剖面)土壤含水量,以计算土壤水消耗速率。用土壤含水量和解吸曲线(由土壤剖面每增15厘米测一含水量而得),计算土壤水分势。以—15巴土壤水分势作为有效性的低限测定有效土壤水。采土体积(集中于作物行上)为:宽76厘米,厚7.6厘米,深180厘米(每增15厘米为一层),并用35孔筛将根冲洗净。

在试验的前半段时间里,最大的根与耗水深度大致相同,之后,耗水深度比根之生长多15厘米左右(可能是水向上移动到耗水根层所致)。本资料指出,大豆根重增加具有干燥效应,故使有效土壤水和土壤水分势减少。在根重较小,土壤水分势较高,有效土壤水较多时,水分消耗效率(规定为:每日每克根耗水的立方厘米数)最大。消耗效率随土壤剖面深度之增加而增加,这可能是由于在湿土中生长的系幼根,且很少拥挤的结果。本资料指出,一小部分根系就可承担大量水的吸收。

对根系性质及环境有精确的了解,就能更好的实施正确的水肥管理。从土壤中吸取水分,很大程度上决定于根的密度和分布,土壤水的传导和有效性,以及根内水分和土壤水势间的差异。诸如土壤类型,土壤通气,土壤温度,土壤的营养状态,土壤pH,水的有效性,气候,耕作措施以及植物的遗传类型等因子均可导致长根状况的改变。

因为直接挖掘或取样有明显的缺点,故非破坏性的测定根分布,对确定吸收养分和水分的土壤体积很有必要。Long 和 French (1967) 以及 Draycott 和 Durrant (1971) 未直接测定根生长,基于水分在土壤剖面中之消耗,推想植株根在土壤中之扩展和分区。Shaw (1963) 在测定土壤水分条件的研究中,用测定玉米 (*Zea mays* L.) 根之深度,确定吸收水的深度。Durrant 等 (1973) 通过玻璃镶板观察根的生长,以及根生长与土壤水变化的关系。观察到根生长通常和土壤水消耗的最大深度有关,但比它深10—15厘米。可能所观察的部分根,在坚实土壤中之生长速度比在接近测定水分部位更快。Allmaras 等 (1975) 发现大豆 [*Glycine max* (L.) Merr.] 最大的扎根深度与最大吸水壑相一致,但玉米扎根深度比其吸水壑深15—30厘米。

测定长根深度正用于拟模以分析灌溉制度之实施(Godwin 等, 1971; Morey 和 Gilley, 1973)。因为在大田条件下研究土壤水分消耗和根发育的试验有限,另外,对根-土壤-水相互作用模型之发展与改进的估价亦需要田间水分消耗和根生长的资料,故在田间进行

这项研究,以检验大豆根生长和水分消耗图型。试验有灌水和不灌水两种,在土层深厚而无间隔的土壤上进行。

1. 材料和方法

研究在堪萨斯州曼哈顿西南 14 公里的阿希兰农学研究农场进行。土壤 Muir 系粉砂壤土。表层土壤质地是粉砂壤土, 14—50 厘米为粉质粘壤土, 50—81 厘米粉质粘土, 81 厘米以下为粉砂壤土(细粉粒, 混合, 中粗壮薄层干软土)。1974 年 5 月 13 日播种(品种为威廉斯, 行距 76 厘米, 长 12.2 米, 定苗时行内每米留 26 株。小区 4 个, 每区 12 行, 长 12.2 米。其中两区不灌水, 两区补充淹灌(6 月 28 日, 10 厘米)。始花期为 6 月 25 日, 盛花期为 7 月 1 日, 在 7 月 17 日豆荚开始发育。

每区放置两支开口管, 用中子减速法在 15—150 厘米土壤剖面上每 15 厘米测一土壤含水量。用土壤含水量和解析曲线计算土壤水分势。以 -15 巴土壤水分势作为有性的下限计算有效土壤水。

每区两点取样, 采土体积(集中在作物行上): 宽 76 厘米, 厚 7.6 厘米, 深 180 厘米(每 15 厘米为一段), 并用 35 孔筛将根冲洗净。根干重在烘箱内用 100℃ 烘干后测定。

2. 结果和讨论

灌水和不灌水区的 15—150 厘米土壤剖面的有效土壤水(每立方厘米土壤含水立方厘米)示于图 1。图内的资料点是四个样本的平均数。在 6 月 12 日至 7 月 16 日期间, 可测降雨仅在 6 月 13 日(1 厘米)和 7 月 3 日(1 厘米)发生。于 6 月 28 日对灌水区无流失的灌水 10 厘米。未灌水的, 有效土壤水分布随时间不断降低; 灌水区 7 月 5 日在 15、30 和 45 厘米深处的有效土壤水含量比 6 月 27 日更大些, 其他方面含水量则随时间而不断降低。

图 2(灌水区大豆)和图 3(不灌水区的大豆)展现在上述 4 个时期中的耗水速率 ×

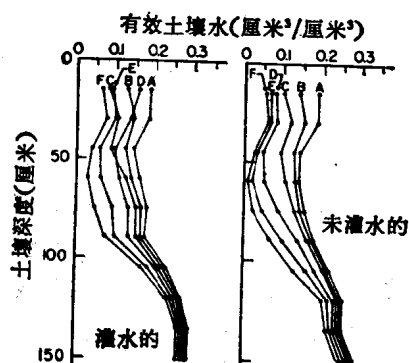


图 1 灌水和未灌水大豆的有效土壤水(水, 立方厘米/土壤, 立方厘米)对土壤深度, 6 次观察。

A. 6 月 12 日; B. 6 月 20 日; C. 6 月 27 日;
D. 7 月 5 日; E. 7 月 11 日; F. 7 月 16 日。