

试验研究专题报告

(1981年 1—4 号)

- 一、大豆高产理论基础及其高产栽培技术的研究报告
- 二、试验推广水稻温室无土育秧及插秧机械栽培技术研究总结报告
- 三、水稻真空抽雄与授粉技术总结
- 四、玉米远缘杂交幼胚离体培养研究初报

黑龙江省农业科学院牡丹江农业科学研究所

一九八一年六月

大豆高产理论基础 及其高产栽培技术的研究报告

(1978~1980年)

李绍曾

(黑龙江省农业科学院牡丹江农业科学研究所)

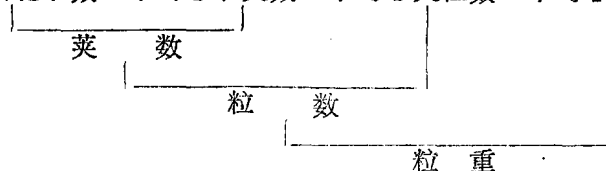
牡丹江地区大豆种植面积占粮豆总面积的24%，平均亩产180~200斤。随着科学种田技术水平的提高，先进社队亩产300斤的面积逐年扩大。亩产400斤的小面积高产田不断出现。1980年我所在两亩高产试验田获得亩产504~511斤的新纪录，从而展示了我区大豆生产的巨大潜力。如何稳定亩产400斤，迅速向大面积高产过渡和进一步摸清超500斤的高产规律；深刻认识大豆高产形成的理论；探讨高产群体结构的动态及光合生产的物质积累、运输、分配问题；找出稳产400~500斤的生理生态及技术指标，是当前大豆高产栽培的中心内容。现将几年来的研究总结归纳如下：

第一、大豆产量构成因素和高产结构

一、产量构成因素

大豆子实产量取决于成荚数、每荚粒数、百粒重三者的乘积，形成公式：

单株产量 = 着花节数 × 平均1节荚数 × 平均1荚粒数 × 平均1粒重



单位面积产量 = 株数 × 单株粒重

1. **着花节数：**由总节数（包括主茎节及分枝节）减去无效节数，即能够花芽分化，发育开花的节数。总节数和着花节数均受密度和栽培条件的支配。开花节数，取决于花芽分化前的同化物质蓄积量，受日照时数、出叶速度及开花日数的影响。

2. **每节荚数：**从第一复叶到株顶各节叶腋间都能生出花芽，发育成花，结荚。但是，在不同时间，不同部位，受种种不利条件的影响，减去花芽败育、落蕾、落花落荚等损失，剩下来的是结荚数。已经查明，初期分化的花，落荚多，后期分化的花，落花多，花荚脱落都是主茎

的下位节和分枝节上最多，花荚脱落率占开花总数的40~70%以上，花荚脱落的原因，主要是缺水，少光，养分偏缺和碳水化合物供应量不足。采取一切利于增花保荚的措施，把花荚脱落率压到最低限度，是夺取大豆高产的关键。

3. 每荚粒数：大豆籽实是由胚珠受精发育而成。一个荚荚含有1~5个胚珠，由胚珠数减去胚发育不全，不受精和受精后停止发育未成粒的胚珠及其他损失，剩下的是一荚粒数。胚珠的稔实率受气温、日照的影响很大，籽实的发育与光合物质的供应有直接关系。在豆荚形成同时，提高结实率和防止籽实发育停止，增加粒数，对产量起决定作用。

4. 粒重：一个荚内粒数和粒大小，存在争夺养分的竞争，两者之间有矛盾统一的关系。只是由于粒多所增加的产量，超过平均粒重多余部分是增产；在粒数相同条件下增加粒重，才是提高产量。粒重的积累，不仅与豆荚伸长期的光合产物有关，鼓粒到成熟还受原先茎叶中贮藏的光合物质向籽粒中运转速率的支配。因此，确保结荚鼓粒期间的叶片光合能力和茎秆的运输机能，对增产有直接关系。

上述产量构成因素的变化，不同品种，不同密度及栽培管理水平有它具体的表现。了解大豆生长发育与外界条件的关系通过最佳的栽培技术，培育相当繁茂的秆壮节多的营养体，促进花芽分化增加开花节数，减少花荚脱落，增加每节荚数，提高胚珠的稔实率，防止子实发育停止，增加每荚粒数，防止早衰提高百粒重。总之，争取荚数、粒数、粒重均衡的发展，产量就高，如果其中某一因素受到限制产量就降低。

二、亩产400~500斤的高产结构指标

高产实例证明：亩产400斤以上，收获时每平方米成荚750个，粒数1,800个，百粒重19克以上是下限指标。亩产500斤以上，收获时每平方米必须确保成荚850个以上，粒数2,100个以上，百粒重20克以上。

表1 亩产400~500斤产量结构

年 度	密 度 (株/m ²)	单 株			平 方 米			百粒重 (克)	亩产量 (斤)
		成 荚	粒 数	粒 重	成 荚	粒 数	粒 重		
一 九 七 八	33.0	23.8	63.5	11.9	736	1910	370	19.7	412.6
	34.0	23.3	59.7	12.2	708	1860	365	20.9	403.8
	41.0	20.4	49.9	9.2	754	1929	377	19.9	458.0
	41.8	18.9	51.0	9.9	762	1962	400	20.4	485.8
一 九 八 〇	30.0	29.3	71.6	13.4	845	2017	402.5	20.7	503.9
	29.5	30.4	75.9	14.4	870	2154	423.0	20.8	509.2
	30.0	29.5	"	14.8	899	2206	458.5	20.9	511.2
	29.5	32.5	80.6	17.0	950	2370	497.0	21.1	600 (理论)

单位面积的荚数是群体发展最后在产量上的表现。粒数、粒重是个体发育最终在产量的结果。达到上述高产结构指标，都是在较好的土、肥、水基础条件下，良种、良法结合，建立合理的群体结构，充分利用光能，提高净光合生产率而实现的。

(一) 行距密度与产量构成因素的关系

经过多年的行距密度试验和高产实践，肯定了在牡丹江地区无霜期115~130天的自然条件下，缩垄增行是大豆增产的有效途径。行距30厘米虽然产量高，大面积生产不便田间管理，产量波动较大。行距45~50厘米，比60厘米的增产5~10%，已为大面积机械化栽培所采用。我们研究大豆高产栽培方式在45和60厘米行距上按肥力，品种调整株距，查明适宜密度范围。

表2 密度种植方式与产量构成因素的关系

种植方式	密度株/m ²	株高	主茎节数	有效分枝	单株成荚	一荚粒数	单株粒数	单株产量	秕荚%	粒/茎	百粒重(克)	m ² 荚数
45单条	33.0	30.0	13.1	0.3	23.8	2.65	63.5	4.9	2.63	1.37	19.7	736
	41.8	80.8	13.3	0.2	78.1	2.70	51.0	0.9	3.65	1.41	20.4	762
60双条	34.0	72.5	13.8	0.4	23.3	2.60	59.7	12.2	2.54	1.44	20.9	708
	42.0	70.0	13.0	0.4	20.4	2.50	49.9	9.2	3.30	1.42	19.9	754
30×10	33	94.1	15.2	0.0	22.9	2.45	55.3	10.8	4.8	1.6	19.6	733
50×6.5	30	91.5	15.6	0.07	29.3	2.57	71.6	63.4	6.3	1.62	20.7	845
50×13双	29.5	94.5	16.0	0.07	30.4	2.48	75.9	14.4	5.3	1.14	20.8	870
30×10	33	75.0	14.5	0.10	25.6	2.63	66.4	12.8	5.84	1.65	20.0	777
50×6.5	30	89.0	15.7	0.13	29.5	2.55	75.9	14.8	4.83	1.72	20.9	899
50×13双	29.5	94.7	16.1	0.18	32.5	2.50	80.6	17.0	5.16	1.72	21.1	950

密度每平方米41株成荚19~21个，平均20个，差异幅度增减1个荚，计算平方米820个荚。因为基部4节落荚严重，制约了结荚节数，密度每平方米35株时，单株成荚23~25个，平均24个，差异±1个荚，计算平方米880个荚。密度每平方米30株时，单株成荚28~32个，平均30个，差异±2个荚，最多平方米可达950个荚以上。从合丰23类型品种看，每荚粒数变动范围在2.5~2.7之间，百粒重变动范围在19~21克。

实践表明平方米40株，是高产栽培密度的临界限度。如果把大豆单株营养面积确定300Cm²，即平方米33株为基准，根据具体条件，肥力、品种、种植方式±5株，即密植幅度在平方米28~38株比较稳妥。

总之，增加主茎结荚节数是基础，每节荚数在产量组成上占支配地位。总粒数决定产

量，百粒重（品种固有遗传性制约）起相对增产作用。

（二）粒茎比与产量的关系

增加单位面积的茎重是大豆子实产量的物质基础，增加茎重是通过增加密度或高肥足水达到的。但是肥、水、密处理不当，群体过茂，植株徒长倒伏，或者由于旱害，病虫害等导致花荚脱落严重，粒重减少，粒茎比值（粒重/茎重）降低，即经济系数降低反而减产。

子实产量 = 单位面积茎重 × 粒茎比。

用粒茎比作为判断大豆生育状况与子实生产的关系，对制定栽培措施，和在生育过程中有目的地采取促进和控制措施，协调营养生长和生殖生长将是一个重要依据。根据试验和考察，粒茎比1.4~1.6时，生育正常，群体良好发展时能高产。粒茎比小于1以下，表现生长过茂，徒茎倒伏，或者由于旱害、病虫害等灾害，大量花荚脱落，子实发育停止等，粒重减少，粒重比下降，即经济系数低而减产（见表3）。

表3 不同品种粒茎比变化与产量的关系

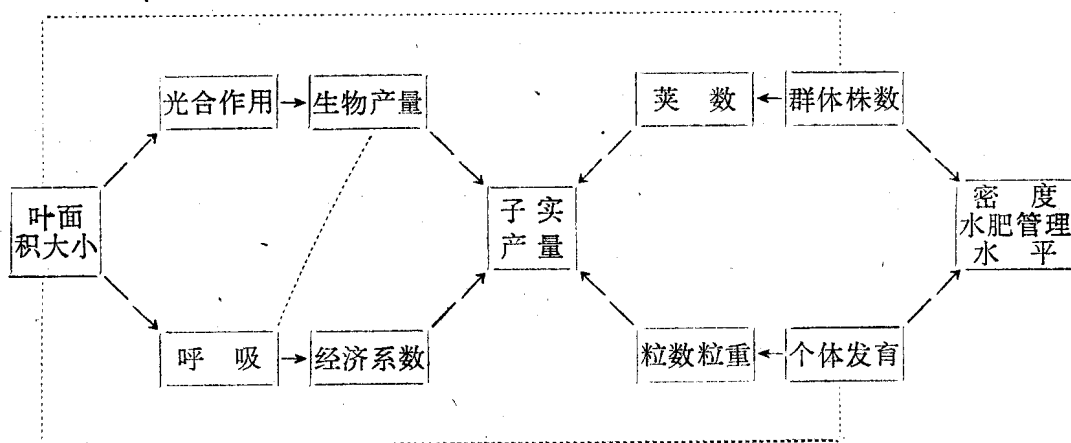
品 种	密 度 (株/m ²)	株 高	茎 重 (克)	粒 重 (克)	粒 茎 比	生物 产量 (克)	经济 系数 (%)	百粒重 (克)	亩产量 (斤)	生 育 状 况
黑 农10	32.0	70.0	8.0	101	1.30	18.1	0.56	17.7	389.0	正 常
"	40.0	92.3	8.4	13.6	1.60	22.0	0.61	19.5	427.4	繁 茂
黑 农11	32.0	94.2	9.5	10.3	1.03	19.8	0.52	16.9	345.4	倒 伏
"	40.0	80.0	7.8	9.5	1.20	17.3	0.55	17.6	396.8	正 常
方选1号	38.0	94.5	11.9	11.3	0.95	23.0	0.48	17.1	319.4	倒 伏
"	38.0	112.0	16.2	10.8	0.67	27.0	0.40	16.4	271.8	严重倒伏
合 丰23	41.0	72.0	8.3	11.7	1.41	20.0	0.58	19.6	468.0	健 旺
"	38.0	91.3	8.9	7.7	0.82	16.6	0.46	19.5	358.4	早 衰
"	30.0	91.5	8.3	13.4	1.62	21.7	0.60	20.7	503.9	繁茂健旺

因此，在高产栽培中，选用粒茎比高的并变化小的品种，采用最佳的栽培技术，保持粒茎比1.4~1.6。增加单位面积茎重，方能相应提高子实产量。

第二、大豆产量形成的生理基础

就产量来说，有生物学产量（地上部总干物质重量）和子实产量这个概念。生物产量是子实产量的物质基础。籽实产量 = 生物产量 × 经济系数（籽实产量占总干物质重量的百分比）。为此，一切措施有利于有机物质积累，并能最大限度地使这些物质运转到子实里去，提高经济系数，才能获得高产。用物质生产与产量构成因素关系分解式示意如下：

物质生产与产量构成因素关系分解式：



那么，是否不论增加物质积累和提高经济系数，都可以提高子实产量呢？不能机械地看这个问题。大豆是一个生物体，它的物质积累，不但受大豆品种本身发育规律的支配，而且受外界自然条件和人为栽培措施的影响。在不同的生产条件下有不同的产量水平，两个因素对增产所起的作用也是不同的。调查资料表明：由200~350斤子实产量水平的总干物重350~700斤，每亩相差350斤，而经济系数0.60~0.55，只相差0.05。可见低产变高产，只要合理密植、增加水肥，尽量增加干物质积累，对产量是起主导作用的，而与经济系数相关不明显。可是，由360~450斤子实产量的总干物重750~1,000斤，每亩相差250斤，其经济系数变化0.58~0.45，相差0.13。即子实产量不但与总干物重显著相关，而且与经济系数更高度相关。这说明，高产再高产，除增加干物质积累外，还必须注意调整物质运转，尽量提高经济系数，不能单靠增肥增水，还要掌握高产合理群体结构的动态（指密度、适宜叶面积指数指标）。在栽培管理中，按高产生态指标，灵活运用促进和控制手段，达到高产的目的。

一、适宜的叶面积指数动态指标

形成作物产量的有机物质，主要是靠绿色叶子的光合作用，合成和积累起来的。叶面积的大小及机能的变化，是整个植株极其复杂的生理活动的反映。它不仅受品种固有特性制约，而且密度、水肥管理水平的影响。从上面的物质生产与产量构成关系分解式，便可理解对大豆产量形成的支配作用。叶面积指数小，不能充分利用光能，合成和积累的干物质不足，产量低，过分增大，叶片相互遮蔽，光合效率减弱，呼吸增强，消耗量大，反而不利于干物质积累。因此，叶面积指数的发展，应该有一定的限度和合理的进程，才能增加干物质积累和提高大豆产量。

表4

叶面积指数变化与产量的关系

年 度	苗期 6.15	分枝 6.25	初花 7.5	盛花 7.15	末花 7.30	结荚 8.10	结 荚 8.24	平 均	总干物重 (克/m ²)	亩产量 (斤)
1980	0.36	1.08	2.50	3.96	5.32	4.47	3.24	2.99	905.3	509.2
1978	0.45	1.20	2.05	3.21	3.87	5.54	3.44	2.68	1240.6	485.8
1978	0.39	1.80	3.33	4.92	6.76	6.00	5.09	4.02	752.0	388.9
1979	0.51	1.35	2.60	4.36	52.4	5.60	2.45	3.17	744.0	358.0

从表1和曲线1可以看出,最大叶面积指数达6.7以上,由于叶片重叠,豆田郁闭,徒长倒伏,光合效率急剧下降,呼吸消耗增大,光合产物反馈,导致大量花荚脱落,最终总干物质减少,亩产388.9斤。最大叶面积指数5.6,出现在结荚期比较理想。但是,由于严重干旱和遭受蚜虫危害,叶片光合机能受阻,叶片黄化,落叶早,落荚严重和子实发育停止,总干物质也减少,亩产358斤。最大叶面积指数5~6下降缓慢,积累干物质925~1,200克/m²,亩产达485.8~509.2斤,这个规律与近年实际高产田分析是完全一致的。牡丹江地区,高产大豆的适宜叶面积指数动态指标应该是:第一复叶期0.35~0.45,分枝期1.2~1.5,初花期2.2~2.5,盛花期3.3~3.5,末花期4.5~5,结荚期达高峰5~6,要求下降的陡度小,延续时间长,鼓粒期(8月24日)保持3.5以上。

二、各生育时期的平均叶面积指数与净光合生产率的关系

光合生产的高低,在生育前期受温度及叶面积大小的支配。进入中期则受株间透光性、光照强度、温度、水分,尤其二氧化碳浓度等的影响很大。

表5

各生育时期平均叶面积、净光合生产率与光合产物

生育类型	苗期至 分 枝	分枝至 初 花	初花至 盛 花	盛花至 末 花	末花至 结 荚	结荚至 鼓 粒	合 计	平 均
平均叶面积指数 (m ² /m ²)								
生育繁茂	0.72	1.71	3.15	4.64	4.90	3.87	18.99	3.16
前慢后快	0.83	1.62	2.63	3.54	4.21	3.99	16.82	2.80
徒长倒伏	1.09	2.56	3.13	5.84	6.38	5.54	25.54	4.25
前茂后衰	1.04	2.06	3.51	4.80	5.41	4.04	20.86	3.47

(下接7页表)

(上接6页5表)

净光合生产率 (克/㎡/日)

生育繁茂	6.11	7.75	3.14	3.91	3.15	33.8	27.44	4.57
前慢后快	5.10	6.55	3.29	3.74	4.02	11.4	34.10	5.68
徒长倒伏	5.00	4.88	2.61	0.62	-0.68	0-0.90	12.43	2.07
前茂后衰	5.51	6.80	4.93	2.21	3.26	-0.47	22.30	3.71

光合产物 (克/㎡)

生育繁茂	44.0	119.7	98.9	271.8	154.3	195.2	905.3
前慢后快	43.0	95.0	103.8	185.6	186.0	605.0	1246.0
徒长倒伏	54.5	124.5	129.4	538.6	-50.0	-61.0	752.0
前茂后衰	52.0	107.7	172.8	231.1	176.5	-28.5	744.0

叶面积指数在3以下,即封垄以前,随叶面积指数增大,光合生产率,光合产物均呈正比增加。但超过3以上,光合产物随之增加,而净光合生产率却相反下降。大豆整个生育期间,净光合生产率变化,大体可分上升、下降、回升三个时期(见表5)。

1. 上升期:以分枝到初花期平均叶面积指数1.7~2.0,净光合生产率6.6~7.7克/㎡/日,为第一次高峰。

2. 下降期:从封垄开始,初花到盛花平均叶面积指数3~4,净光合生产率降为4.5~3克/㎡/日;盛花到末花期平均叶面积指数4.5~4.8时,净光合生产率3.7~2.2克/㎡/日;叶面积指数最大,净光合生产率最低0.62克/㎡/日。

3. 回升期:是叶面积指数开始下降,末花到结荚平均叶面积5左右不再发展时,净光合生产率回升为4~3.5克/㎡/日;结荚鼓粒期平均叶面积指数4,净光合生产率4克/㎡/日;如果加强后期的田间管理,净光合生产率可出现第二次高峰。例如1978年结荚鼓粒期,净光合生产率最高达11.4克/㎡/日,从曲线图2看出,高产田的净光合生产率变化,后期高于前期。全生育期平均光合生产率4.5~5克/㎡/日以上均能高产。后期光合生产率低,子实生产受抑制,尤其倒伏和早衰型的后期净光合生产率呈现负值,产量锐减。

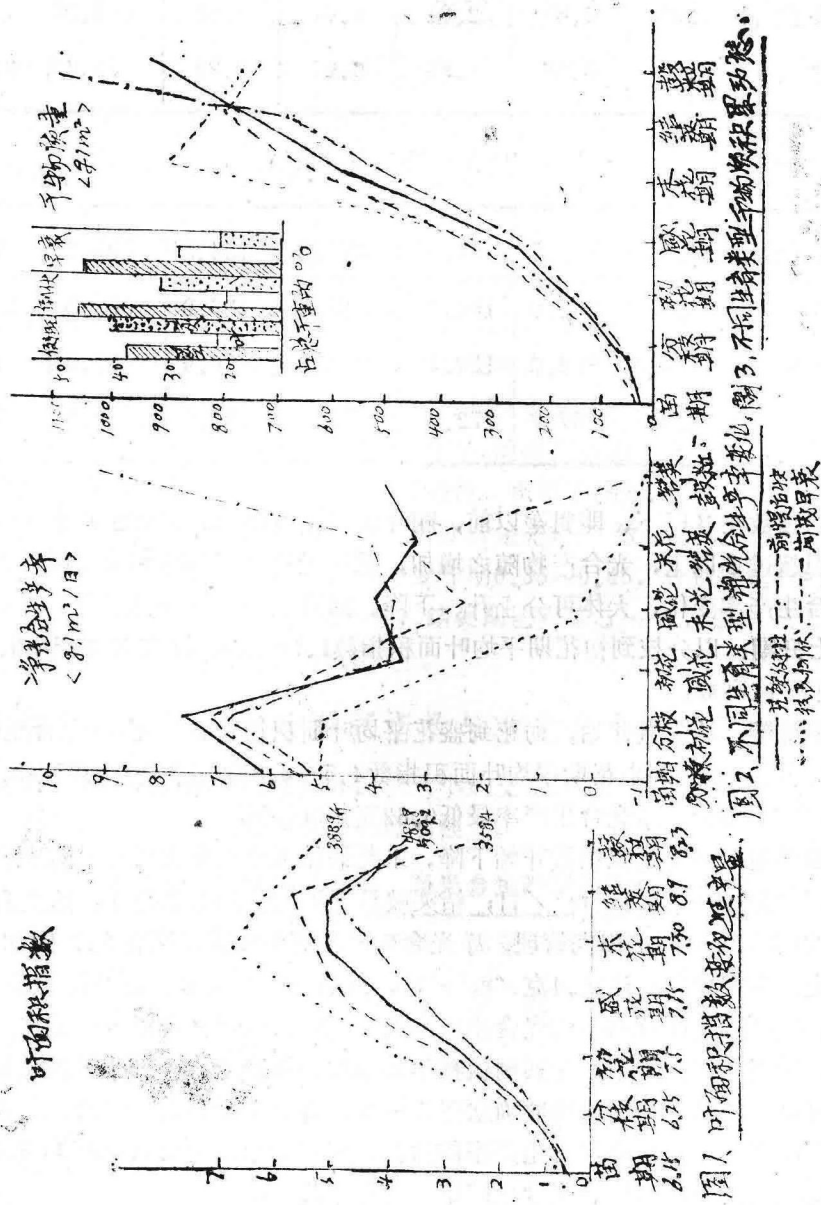
由此可见,把最大叶面积指数确立在5~6,进一步提高大豆产量,关键在于提高中后期的净光合生产率。提高净光合生产率的途径,应该是培育光合效能高的新品种。目前用现有品种在栽培上,提高群体净光合生产率,有以下几点:

1. 改进种植方式,合理分布植株,改善通风透光条件,增强中下层叶片的光合强度。

2. 应用光呼吸抑制剂,当前喷亚硫酸氢钠效果明显。

3. 增施有机肥,增加土壤中的碳源,利于根系发达和通过根外追肥,增加叶片氮、磷养分含量,保证供水,促进养分代谢。

4. 研究增富豆田的二氧化碳浓度的切实可行措施。



三、光合势、净光合生产率与干物质积累的关系

光合势，是某一生育阶段，或整个生育时期叶面积指数大小和光合时间长短结合起来（平均叶面积指数天数）反映光合生产总量。用平方米一日为单位来表示。光合势代表光合作用的“生产规模”，净光合生产代表光合作用的“生产效率”。光合势的发展和叶面积发展是一致的。光合势与净光合生产率的乘积越大，则积累干物质总量越多。

表 6 光合势、净光生产率与积累干物重及产量的关系

生育类型	前 期			后 期			合 计		每 亩 光合势	每 亩 产 量
	光合势 ($\text{m}^2/\text{日}$)	平均光合 生 产 率 ($\text{克}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$)	积 累 干 物 重 ($\text{克}/\text{m}^2$)	光合势	平均光合 生 产 率 ($\text{克}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$)	积 累 干 物 重 ($\text{克}/\text{m}^2$)	光合势	总干物 重($\text{克}/\text{m}^2$)		
	123.09	5.26	555.8	106.78	3.38	349.5	229.87	905.3	153,264	509.3
前慢后快	102.92	4.67	455.0	98.31	7.71	791.0	201.23	1240.0	134,153	485.8
徒长倒伏	173.65	3.28	863.0	130.30	0.84	-111.0	303.95	750.0	202,630	388.9
前茂后衰	123.35	3.86	596.0	114.77	2.79	148.0	247.12	744.0	164,700	358.4

注：前期为6月15日~7月30日，后期为7月31~8月24日。

我区大豆正常播种时期一般是5月25日后，出苗期6月15日左右，第一复叶展平，叶面积指数0.35~0.45，这20多天的光合势差异影响不大。根据由第一复叶期到鼓粒期（6月15日~8月24日）70天内的调查，如果以末花期7月末划界。前半期的光合日数45天，占这个阶段的65%，后半期光合日数25天占35%。在正常情况下，光合势前半期占51~53%，后半期为47~49%，每亩光合势130,000~150,000($\text{m}^2/\text{日}$)，干物质总量925~1,200 $\text{克}/\text{m}^2$ ，亩产485.8~509.2斤。可是，光合势上升到165,000，前期比例大时，经济系数开始下降，超过200,000，前半期占58%，表现徒长倒伏，不但最终总干物重减少，经济系数也降低。

由此可见，为使干物质积累达最大值，并提高经济系数，对光合势和光合生产率这两个因素应该合理的妥善安排，以利协调营养、生殖生长。实践证明，注意掌握和适当控制盛花到末花期15天内叶面积增长速度，7月末叶面积指数在4~5，高峰出现结荚期5~6，光合产物为子实生产所利用。加强后期水肥管理，充分利用后期温度，延长光合日数，发展光合势，努力提高后期光合生产率，乃是实现大豆高产稳产的可靠保证。

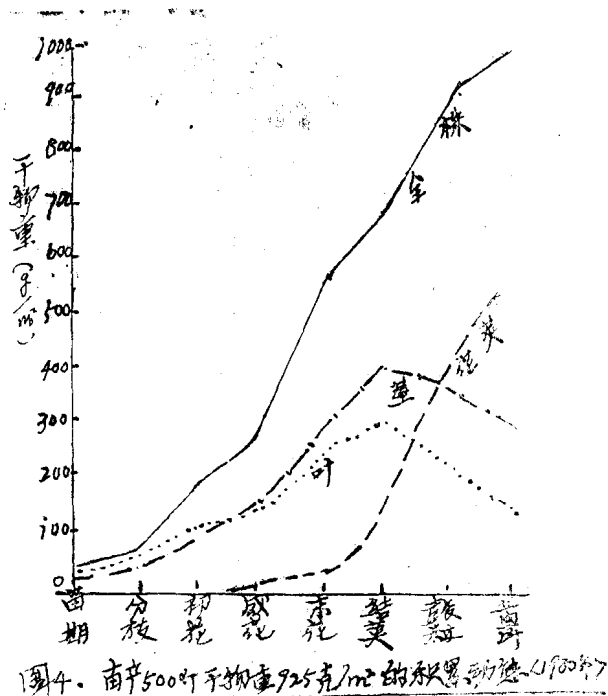
四、干物质的积累运转和分配

高产大豆的总干物重及各器官干物重的变化规律如图4所示，植株总干重是从分枝期开始急剧增加，一直延续到黄叶期。从各器官的干物质积累动态来看。叶干重是随叶面积指数消长而变化，达最大值以后，由于黄叶、落叶而下降，茎干重的增加一直持续到结荚期，而后茎内的可塑性物质向豆荚运转而减少。荚粒干重是末花期以后，与叶片干重转换，呈直线上升。

不同年份、不同品种及栽培条件，生育状况不同，干物重的差异，主要是封垄以后变化显著，并且最终对产量产生重要影响。根据据不同生育类型的干物质积累动态，及其各器官干物重占总干物重的百分比变化，对比分析（见表7）便可以看出影响产量的内在因素。对于改进栽培措施和在田间管理中有目的地加以人工调节，变患为利，发挥内在因素的增产潜力，得到启示。

表7 各生育时期各器官占积累总干物重的比例

生育类型	生育时期	调查月日	积累总干重		各器官干重			占总干重%			叶/茎	荚/茎
			g/m ²	%	茎	叶	花荚	茎	叶	花荚		
繁茂健壮株高92 Cm. 亩产509.2斤	初花	7.5	185.1	20.4	84.7	100.1	0.3	45.8	53.3		1.18	
	盛花	7.15	284.0		147.0	136.0	1.0	51.8	47.9	0.2	0.93	
	末花	7.30	555.8	60.0	296.6	240.0	19.2	53.4	43.2	3.4	0.81	0.07
	结荚	8.9	710.0		388.0	210.0	112.0	54.6	29.6	15.7	0.64	0.29
	鼓粒	8.24	905.2		341.2	196.0	368.0	37.7	21.6	40.6	0.57	1.08
前慢后快株高80Cm 亩产485.8斤	初花	—4	165.6		76.2	89.0	0.4	46.0	54.0		1.17	
	盛花	7.16	269.4		138.0	124.0	7.4	51.2	46.0	3.8	0.90	
	末花	7.30	455.0	36.5	220.0	158.4	76.6	48.4	34.8	16.8	0.72	0.35
	结荚	8.10	641.0		320.0	193.0	128.0	49.9	30.1	20.0	0.60	0.48
	鼓粒	8.22	1246.0		532.8	308.8	404.8	42.7	24.8	32.5	0.58	0.76
徒长倒伏株高98 Cm亩产388.9斤	初花	7.6	195.0		98.4	96.6		50.5	49.5		0.98	
	盛花	7.18	324.4		174.0	146.0	4.4	53.6	45.0	1.4	0.84	0.03
	末花	8.2	863.0	114.7	—88.8	356.2	218.0	33.5	41.3	25.6	1.23	0.7
	结荚	8.10	813.0		325.0	293.0	195.0	40.0	36.0	24.0	0.90	0.60
	鼓粒	8.21	752.0		315.2	156.8	244.0	46.7	20.9	32.4	0.45	0.69
前茂后衰株高92 Cm 亩产358斤	初花	7.5	192.1		89.0	102.1	1.1	46.3	53.1		1.13	
	盛花	7.16	364.9		185.0	176.0	3.9	50.7	48.2	1.1	0.95	
	末花	7.30	596.0	80.0	343.0	238.0	15.0	57.6	39.9	2.5	0.69	0.04
	结荚	8.10	772.5		416.5	260.0	96.0	53.9	33.7	12.4	0.62	0.23
	鼓粒	8.23	744.0		349.5	235.0	159.5	47.0	31.6	21.4	0.67	0.46



初花期的总干重 $185\sim 195\text{克}/\text{m}^2$ ，其中茎干重占 $46\sim 50\%$ ，茎叶干重比例 $1: 1.17$ ，表明前期干重以生叶为中心。

盛花期，健旺型总干重 $284\text{克}/\text{m}^2$ ，茎干重占 52% ，茎叶比 $1: 0.93$ ，近于平衡发展为佳；徒长型总干重 $325\text{克}/\text{m}^2$ ，茎干重占 53.6% ，茎叶比 $1: 0.84$ ，表现节间伸长，茎秆变细徒长。

末花期，健旺型总干重 $555.8\text{克}/\text{m}^2$ ，茎干重占 53.4% ，茎叶比 $1: 0.81$ ，有规律的逐渐下降，茎荚比开始上升；而徒长倒伏型，总干重既猛增到 $863\text{克}/\text{m}^2$ （比健旺型多 0.54 倍）过分繁茂，茎干重占 34% ，茎叶比 $1: 1.23$ ，变为茎小叶大，比重失调，导致倒伏。说明盛花到末花期15天时间，营养和生殖生长争夺光合产物，竞争的最激烈，矛盾最集中，对以后的干物质积累和再分配产生重要影响。

结荚期，健旺型总干重 $710\text{克}/\text{m}^2$ ，茎干重占总干重的 54.6% ，茎叶比 $1: 0.54$ ，茎荚比迅速上升；倒伏型总干重反而减少；前茂后衰型此时总干重 $772\text{克}/\text{m}^2$ ，茎干重占 54% ，与健旺型相似。但因这时严重干旱及蚜虫危害，叶片迅速黄化，导致后期与倒伏型劣变情况相同。

鼓粒期，健旺高产型总干重 $905\sim1,200$ 克/ m^2 ，其中茎干重占 $38\sim42\%$ ，茎叶比 $1:0.57$ ，茎荚比 $1:1.08$ 或 $1:0.76$ ，最后粒茎比分别为 1.62 和 1.41 ，亩产量 509.3 斤和 485.8 斤。而倒伏型和早衰型皆因落荚严重，不但总干重减少到 752 克/ m^2 和 744 克/ m^2 ，茎干重占 47% ，运转机能受阻，茎荚比减为 0.67 和 0.46 ，最后粒茎比，均降为 0.85 左右，经济系数降低，亩产量分别为 388.9 和 358 斤。

上述变化是与前面的各生育时期叶面积指数，净光合生产率相对应的。综合分析看出，为了增加干物质积累和合理分配，把体内可塑性物质最大限度地转运到子实里去。实行人工调节内在因素是可能的。

1. 掌握合理的叶面积指数动态指标。特别是要注意盛花到末花期平均叶面积指数，不能超过 4.5 ，控制营养和生殖生长并进期的争夺光合产物，调节各器官平衡。防止徒长倒伏，防止早衰，改善透光条件，增强下层叶片的光合效率。

2. 茎秆积极参与物质运转和积累的再分配。特别是大豆的各节叶片光合产物优先供给本节生殖器官、或者说有局部分工。那么增强大豆茎秆的物质贮存，对于平衡“库”和“源”两者关系，充分发挥茎中间“库”和“流”的机能有重要意义。

据文献记载，大豆单株营养器官与子实产量的相关关系的分析，相关性大小，其顺序是：茎重（ $r=0.88-0.957$ ）、茎粗（ $r=0.70-0.98$ ）、总节数（ $r=0.58-0.88$ ）、叶面积（ $r=0.737$ ）、株高（ $r=0.43-0.53$ ）、分枝（ $r=0.35-0.557$ ）。而在生产密植条件下，茎粗呈高度正相关，其他的相关性变低。根据我们试验调查，大豆茎粗小于 0.6 厘米（指第二节间）和从第 7 节到 12 节的平均茎间长度与结荚率及倒伏性呈负相关。因此，培育壮秆多节，压缩节间长度，对调节内在因素，提高经济系数有显著效果。

第三、大豆高产栽培技术要点

一个高产的合理群体结构，是在良好的土、肥、水、种等生产条件下形成的。而且群体结构的动态变化，直接受肥、水、光、热、气等诸因素的制约。

要想夺取大豆高产，必须创造土、肥、水等基础条件。在栽培管理中，充分利用和加强有利因素，避免和克服不利因素。在不同生育阶段，有不同管理中心，协调群体与个体，营养与生殖生长之间的关系，扬长弥短，使其向高产长相发展，才能实现高产。根据几年的高产经验和试验研究，将高产栽培技术要点分述如下：

一、创造土、肥、水基础条件

用 $1978\sim1980$ 年的高产田实例列表加以说明：

一般认为土壤有机质含量 4% 是高产土壤肥力指标。如表 8 所示黑朽土有机质含量 $5\sim6\%$ ，但是速效氮、磷、钾比例很不协调及栽培管理跟不上去，仍然不能高产。土壤有机质 2% ，实行连年增肥改土，一百克土中碱解氮 9.2 毫克，速效磷 12.8 毫克，速效钾 16.2 毫克，利用前茬肥基础上，亩施农肥 $6,000\sim8,000$ 斤，磷肥过石 80 斤（三料 40 斤），适当配合氮、钾肥，亩产 $485\sim511$ 斤。说明，增施有机肥和磷肥，合理施用氮肥完全可以达到高产。根据 500 斤的高产田，末花期（吸收最多时期）的土壤化验，碱解氮 $150\sim200$ PPM、速效磷 $250\sim400$ PPM、速效钾 $200\sim300$ PPM，已满足亩产超 500 斤的养分要求。但是，这些养分的吸

表 8 高产与土、肥基础条件

土 壤 类 别	前 作 施 肥	播前土壤化验 (0~20Cm)	施 肥 水 平 (包括追肥)	灌 水	管理 水平	亩产量 (斤)
砂壤土	农肥6,000	有机质2%	农肥6,000斤	二	较	420
1979年	小 麦	碱解氮7.7毫克/百克土 速效磷6.87 " 速效钾18.18	硝铵40斤 过石80斤 氯化钾8斤	次	细	485
黑朽土	未施肥	有机质6.1% "	农肥1,000斤	无	一	360~
1979年	高 粱	碱解氮23.29毫克/百克 速效磷7.55 " 速效钾23.55 "	硝铵30斤 过石80斤 氯化钾8斤		般	390
冲积土	农肥6,000	有机质2.1% "	农肥8,200斤	三	细	500~
1980年	菜 地	碱解氮9.29毫克/百克 速效磷12.39 " 速效钾16.18 "	尿素16斤 三料40斤 氯化钾18斤	次		510

收利用, 还和土壤结构良否, 即固、液、气态状况, 有很大关系。实践证明, 通过合理耕作, 使土壤容重在1克/厘米³以下, 总孔隙度50~60%。在物理的、化学的、生物学的综合作用下, 协调土壤的水、肥、气、热, 利于根系发达, 增加根瘤。

遇旱灌水是大豆高产稳产的命脉和保证。1975年在砂土(持水量15%)上进行的大豆灌水时期、次数试验结果见表9。

表 9 大豆不同灌水时期、次数试验结果 (1975)

处理 产量	对照 不灌	一 次 灌 水				二 次 灌 水				三 次		四 次
		分枝 期	开花 期	结荚 期	鼓粒 期	分枝 + 开花	开花 + 结荚	分枝 + 结荚	结荚 + 鼓粒	枝花荚	花荚粒	枝荚 花粒
亩产量	174.4	271.3	266.0	25.75	212.7	282.0	278.0	262.0	234.0	313.3	265.5	332.3
增产%	100.0	55.6	52.5	47.8	21.9	61.6	59.4	50.2	33.8	79.5	52.2	90.3
平均增产 %	100	44.45				51.25				65.85		90.33

1. 分枝期灌水能加快株体生长, 促进花芽分化和分枝; 开花期灌水利于增花保荚; 结荚期灌水, 增加成荚数和粒数; 鼓粒期灌水主要作用是提高百粒重。从一次灌水处理看出, 灌水时期效果顺序是: 分枝>开花>结荚>鼓粒。表明前期干旱, 造成的生长发育不良等损失, 后期难以弥补。

2. 从连续灌水来看: 二次灌水处理中, 凡是花期间断的处理, 落花较多增产效果下降; 三次灌水处理, 分枝、开花、结荚连续灌水比花、荚、粒连续灌水的增长率高, 产量占各处理的第二位; 枝、茎、荚、粒四次灌水产量居第一位。可见在降水少, 土壤保水力差的条件下, 随灌水次数增加产量递增。任何阶段干旱造成的生育不良, 生殖器官败育, 滞长和脱落等损失都会造成减产, 尤其花荚期干旱减产最重。所以人们认为花荚期是大豆灌水的关键时期。

3. 由于降雨多少和地势、土质等不同, 耐旱力也不同。若要做到合理灌水, 应该首先测定豆田的土壤最大持水量。按照大豆不同生育期间的需水要求, 明确适宜的土壤水分含量占最大持水量的百分比。据试验, 大豆不同生育时期, 适宜土壤含水量占最大持水量的百分比。分枝期为65~70%; 花荚期为75~80%; 鼓粒期为75%左右。土壤水分降到最大持水量的50%时, 就要及时灌水, 超过80%以上也不利于大豆生育。水淹超过一昼夜因根部受害而减产, 应该及时排水。

总之, 肥和水皆蓄纳于土, 土、肥、水是相互作用, 相互制约的。肥多水缺不能高产, 水足肥少也不能达到最高产量。土和肥是物质基础, 水助肥威方能保证高产稳产。

二、抓好田间管理、做到促控结合

科学种, 科学管, 一管到底夺高产。为了协调营养和生殖生长之间的关系, 培育高产长相, 在不同生育阶段, 有不同的管理中心。即, 抓住全苗壮苗, 增花保荚, 防倒增重三个关键。前期为后期打好基础, 后期扬长弥短, 定向地, 灵活地运用促进和控制措施, 主动进攻夺取高产。

(一) 前期(出苗~分枝)狠抓全苗壮苗

全苗是前提。必须抓好深耕深施肥和精细整地, 粒选种子, 提高播种质量等, 千方百计确保苗全苗齐, 在此基础培育壮苗。壮苗促进花芽分化是增花多荚的基础。壮苗的标志, 是根系发达, 根瘤数多, 茎秆粗, 节间短, 出叶快, 叶色深绿, 到分枝期叶面积指数1.1以上(见表10)。

促进壮苗的措施

1. 用磷肥混细粪作口肥。增进根际养分, 促根发苗, 如果幼苗不振, 真叶期追施少量氮肥, 催苗快长, 防止根瘤尚未固氮之前出现苗期渴氮现象。筑造良好的营养体, 有助于提高后期固氮能力。

2. 早间苗, 防止苗欺苗。据调查真叶期人工手间苗可增产9.2%, 第一复叶期早间苗增产7.1%。

3. 早铲深趟, 增温保墒。据试验, 真叶期开始铲趟能放寒增温, 使5厘米地温增高0.3~0.5℃, 10~20厘米土壤湿度多0.5%, 比晚开始铲趟的, 次数相同的增产5.9%。另一试验在第一复叶期垄沟深松20~23厘米, 降低容重, 改善土壤中的水、气、热状况, 根深叶茂, 增产7~8%。

表10

壮苗形态与产量的关系

(1980年)

	生育期	株高	茎粗	主茎节数	节间长	叶面积指数	地上部干重	根干重	根瘤数	最大叶面积	亩产量
一般田	苗期	8.0	0.30	3.0	2.7	0.232	17.2	8.5	89.3		
	分枝期	15.9	0.44	4.5	3.53	0.767	44.5	13.0	1635	3.8	360.7
高产田	苗期	8.5	0.38	3.12	2.7	0.360	21.8	9.0	1909		
	分枝期	15.8	0.50	5.01	3.16	1.131	66.5	17.4	2359	5.4	509.3

注：苗期为6月15日，分枝期6月25日。地下部为23 Cm。

(二) 中期(初花~结荚) 把好增花保荚关

本阶段的特点是：营养生长和生殖生长并进，气温升高，雨量多少不均。几乎大豆全生育期的主要矛盾都集中在这一阶段。既要合理发展群体，又要个体发育良好，促进壮秆增节，压缩节间长度，防止徒长倒伏，创造利于增花保荚的条件。为此，应该定向地、辩证地运用促、控。合丰23号平方米30株密度下，亩产500斤的大豆生长动态实例作为指标(见表11)。

表11

高产大豆中期生育动态指标

(1980年)

生育期	调查月/日	株高	茎粗	主茎节数	平均节间长	叶面积指数	地上部干物重 (克/m ²)
初花期	7.5	30~33	0.55	7~7.5	4.6	2.2	185~190
盛花期	7.15	50~55	0.60	9~10	5.0	3.3	290~320
末花期	7.30	83~85	0.65	14~15	5.8	4.5	520~558
结荚期	8.90	88~90	0.70	15~16	5.9	5~6	710~750

实践证明，在盛花期叶面积指数3.3，开始封垄为宜，封垄过早或过晚都不利。因此，在初花期和盛花期及时测定叶面积指数，按生长量指标，不够则促，超过则控。掌握辩证促、控的主动权。促的措施是追肥和灌水，控的措施是喷三碘苯钾酸，壮秆防倒，调节内在因素，利于生殖生长。末花期控制株高80~85厘米，叶面积指数4.5，直立不倒。而后变控为促，增加肥水，结荚期株高90厘米左右，叶面积指数高峰5~6。这时，应用光呼吸抑制剂，喷100PPM浓度亚硫酸氢钠(每隔7天喷1次)，2~3次可增产15~20%。补充营养，叶面喷肥，用0.5%浓度磷酸二氢钾，2%浓度尿素复合肥液或用10%过石水浸液，加0.03%钼酸铵，均可增产10%以上。

（三）后期（豆荚形成～黄叶前）猛攻增粒增重

此时，植株停止生长，叶面积开始下降，根瘤固氮力渐弱，根系还有吸肥能力。应该一促到底。保持茎叶生理活性，提高后期光合生产率，增加干物质积累，并使植株体内有机物和养分尽最大限度地运转到子实中去，达到增粒、增重的目的。

1. 追施氮肥，灌鼓粒水，延长功能叶片的寿命，发展光合势。
2. 拿净田间大草，使其通风透光，促进早熟。

一九八〇年十二月

试验研究专题报告（81）之二

试验推广水稻温室无土育秧 及插秧机械栽培技术研究总结报告

（1976～1979年）

蔡仲锡 李学仁 朱今哲

（黑龙江省农业科学院牡丹江农业科学研究所）

（一）

一、试验示范推广情况及效果

1976年6月，省农业局依据省委领导同志关于学习“湖北水稻温室无土育秧经验”的指示，委派省农业科学院组织省、地科研单位11人赴湖北省黄冈县学习水稻无土育秧经验。7月参观学习归来后，我所立即开展水稻温室无土育秧的试验示范工作。当年在所内先后搞了4批无土育秧试验，并借全省农牧局科长会议在我所召开之机，向与会各市县领导同志300多人介绍了无土育秧方法，并进行现场参观。此后又接待了全省各市县参观学习人员350多人次。同时在牡丹江地区各市县布置30多个育苗试验点，进行多点试验示范。初步掌握了无土育秧的技术方法，明确了育秧中存在的问题，为翌年扩大试验示范创造了条件。

1977年，为改进育秧方法和扩大试验示范，我所在海林县海南公社山河大队基点上，连续搞了5批水稻无土育秧试验，并在大面积生产上进行示范，当年全公社无土育秧面积达30%。同时进行了抗寒性鉴定，肥水育大秧，防止烂根，机械插秧试验工作。当年全地区扩大到34个公社，130个大队，246个小队进行示范，无土育秧面积达13681亩，其中宁安县无土秧面积占水田面积的10%，渤海公社江西大队无土育秧面积1875亩，占大队水田面积的41%。江南公社第二良种场75亩无土秧，亩产1150斤，对全省水稻无土秧的推广起到了良