

大豆器官间的热能分布与耐旱性的关系初报^{*}

谢甫绵 董 钻 赵艺新

(沈阳农业大学农学系)

提 要

采用四个耐旱性不同的大豆品种,在始花期和成熟期分别测定了各器官间热量分布状况。结果表明,不同品种器官间热能分布不同;热能累积速率也不同,耐旱强的品种开花后热能累积速率高。导致干旱减产的重要原因之一,是光合生产捕获的太阳能滞留在茎和荚皮中。热量的垂直分布与籽粒的垂直分布关系表明,抗旱品种的热量分布与籽粒重量分布呈极显著相关,而不抗旱品种则无明显相关关系。

关键词 大豆;热量分布;干旱

大豆生产受外界环境条件的制约,当大豆受到干旱胁迫时,将产生形态和生理指标上的变化,最终造成减产^[1,2,3,4,6]。董钻(1981)认为器官平衡可以反映大豆植株的物质分配状况。作物功能生物学的研究者们,认为作物系统的生产,实际上是物质、能量流的生产^[7]。用能量流观点来探讨大豆受到干旱胁迫后,热量分布与产量关系,尚未见有报道。为了弄清干旱情况下,大豆植株的物质、能量流状况,我们选用耐旱性不同的大豆品种,分析了始花期和成熟期各器官的热能分布状况,现将结果作一初步报道。

材 料 和 方 法

采用的供试品种有抗旱性较强的冀豆4号和辽豆10号,抗旱性中等的开育10号,以及不耐旱的丹豆87-5-1。田间种植,等距穴播,每亩保苗11100株,小区面积14.4平方米,收获测产面积为4平方米。

• 本文于1991年12月19日收到。

This paper was received on Dec. 19, 1991.

1991年8月沈阳地区严重干旱,9月1日测得土壤表层20厘米的含水量只有4.7%,而此时正是大豆鼓粒高峰期,由于干旱造成籽粒灌浆受阻,光合作用形成的能量滞留在植物营养器官中,测定热量的分布状况,可以较客观地反映品种的抗旱性。

在开花期和成熟期测定了植株各器官的重量,样本风干后磨成粉,用绝热式自动弹体热量计CA-3P(岛津)型测定单位重量的含热量。然后计算热量在植株各器官中的分布状况,并探讨其与产量的关系。

结果与分析

一、大豆始花期热量分布

大豆开花始期取样,测定其生育状况,继而分析其能量分布情况,结果如表1所示。

表1 大豆始花期各器官的热能分布

Table 1 Thermal energy distribution among organs at the early flowering stage of soybean

品 种 Variety	热能分配(%) Thermal energy distribution(%)			单株总热量(千卡) Thermal energy per plant (Kcal)
	叶 片 Leaf	叶 柄 Stipe	茎 Stem	
开育10号	38.25	16.34	45.41	115.31
丹豆87-5-1	47.57	15.50	36.94	87.59
辽豆10号	65.49	12.56	21.95	33.69
冀豆4号	43.10	16.41	40.49	86.92

从表1可知,大豆始花期其热能主要分布在叶片中,叶片是热量的生产源,同时又是主要的贮存库。不同品种,由于生育进程不同,至始花期单株热能累积量不同,近乎无限结荚习性的辽豆10号,开花较早,到始花期累积能量最少,而有限结荚习性品种只有到热能累积较多时才开花。

二、大豆成熟期的能量分布

1991年8月,由于遇到特殊干旱,大豆鼓粒受阻,为了考查大豆抗旱性与热量分布的关系,于大豆成熟期分析了热能在大豆各器官中的分布情况(表2)。

由表2可知,抗旱性较强的冀豆4号、辽豆10号和开育10号的最终热能累积量明显较抗旱性弱的丹豆87-5-1的多。鼓粒期干旱造成丹豆87-5-1的热能主要分配在营养器官和荚皮中,籽粒中的热能份量明显较其他品种少。

表 2 大豆成熟期各器官的热量分布

Table 2 Thermal energy distribution among organs at the maturing stage

品 种 Variety	热量分布(%) Thermal energy distribution(%)					单株累积热量(千卡) Thermal energy per plant (Kcal)
	叶 片 Leaf	叶 柄 Stipe	茎 Stem	荚 皮 Pod husk	籽 粒 Seed	
开育 10 号	33.72	8.76	20.45	10.89	26.19	320.54
丹豆 87-5-1	35.46	11.01	29.56	11.92	12.04	253.16
辽豆 10 号	32.61	11.90	24.22	8.41	22.85	336.58
冀豆 4 号	27.18	10.41	23.76	8.89	29.77	548.69

三、热能累积速率及其与产量关系

不同大豆品种生育进程不同,热能累积速率也会不同。分析干旱条件下热能的累积速率及其与产量关系将有助于查明干旱减产的原因。

从表 3 可以看出,大豆开花前和开花后热能累积速率是不同的,大豆的能量累积主要是在开花以后。因为开花后植株绿色体达最大,捕获光能的能力最强。开花前热量累积速率与最终产量相关不显著,说明开花前热能累积速率大小对产量无多大影响;而开花后热能累积速率与最终产量的相关系数 $r=0.9879^{**}$,达极显著水平,这表明,开花后热能累积速率对最终产量起着极大的制约作用。抗旱力强的冀豆 4 号大豆品种,在干旱条件下累积能量的速率远远大于不抗旱的丹豆 87-5-1 的速率。

表 3 大豆热能累积速率及其与产量的关系

Table 3 Accumulating rate of thermal energy and its relationship with yield

品 种 Variety	始花前累积速率(千卡/天·株)	始花后累积速率(千卡/天·株)	实收产量(公斤/亩)
	Rate before flowering	Rate after flowering	Yield
	(Kcal · day ⁻¹ · plant ⁻¹)	(Kcal · day ⁻¹ · plant ⁻¹)	(kg · mu ⁻¹)
开育 10 号	1.65	3.21	106.39
丹豆 87-5-1	1.51	2.18	82.87
辽豆 10 号	0.82	3.26	117.23
冀豆 4 号	1.50	6.08	165.58

四、大豆成熟期热能的垂直分布与籽粒分布关系

于大豆成熟期测定了热能的垂直分布(不含叶片和叶柄部分)与籽粒分布的关系,结果如表 4 所列。

从表 4 可知,丹豆 87-5-1 的热能分布与籽粒分布相关不显著,而冀豆 4 号则相关程度达到极显著水准。说明,鼓粒期受到干旱影响时,不抗旱的丹豆 87-5-1 大豆的热能将滞留在茎秆和荚皮中,而较抗旱的冀豆 4 号仍能将热能转移给籽粒。因此,研究大豆的抗旱机制,探讨植株体内的物质和能量流是有重要意义的。

表 4 不同大豆品种热能的垂直分布与籽粒分布关系
Table 4 Vertical distributions of thermal energy and seed weight

品 种 Variety	丹豆 87-5-1		冀豆 4 号	
层 高(厘米) Height range (cm)	热能分布(%) Thermal energy distribution (%)	籽 粒(克) Seed (g)	热能分布(%) Thermal energy distribution (%)	籽 粒(克) Seed (g)
150—160			1.00	1.11
140—150			2.29	9.48
130—140			4.32	18.08
120—130			4.34	17.38
110—120			7.72	31.75
100—110			7.45	28.93
90—100	3.13	2.69	9.02	35.02
80—90	6.86	4.24	9.77	35.34
70—80	6.75	2.66	7.49	23.06
60—70	15.39	7.37	7.18	21.06
50—60	15.38	5.82	9.38	29.47
40—50	11.66	2.70	6.80	16.75
30—40	11.25	2.23	5.56	9.89
20—30	13.36	3.26	6.87	12.92
10—20	8.38	0.84	5.73	4.33
0—10	7.84	0	5.08	0
相关系数(r)	0.5947		0.7810**	

五、不同品种生产 100 公斤籽粒需耗去热能量

根据植株考种结果,和成熟期单株热能累积量,我们可以推算出不同品种生产 100 公斤籽粒需要耗去的热量(表 5)。

表 5 不同品种生产 100 公斤籽粒消耗热量

Table 5 Thermal energy consumption for producing 100kg seeds of different soybean varieties

品 种 Variety	开育 10 号	丹豆 87-5-1	辽豆 10 号	冀豆 4 号
耗热量(千卡) Thermal energy consumption(Kcal)	2.27×10^6	4.29×10^6	2.36×10^6	1.84×10^6

由表 5 可知,抗旱性强的冀豆 4 号品种,生产 100 公斤籽粒所消耗的热能,远远低于不抗旱品种(丹豆 87-5-1)。也就是说,抗旱品种在干旱条件下能量转化效率较不抗旱的高。冀豆 4 号是在河北省(较干旱)条件下培育的,而丹豆 87-5-1 是在辽宁省丹东地区(较湿润)条件下培育的,这两个品种在干旱条件下能量转化效率不同,似与培育地有一

定关系。

六、干旱情况下,太阳能转化为籽粒热能的效率

在大田干旱情况下,测定太阳能转化为籽粒热能的效率,能反映出不同耐旱性大豆品种的太阳能能量利用效率。大豆生育期间,沈阳地区每亩土地收入太阳辐射热量为 3.63 亿千卡,根据收获时单位籽粒重量的含热量和实收产量可以计算出太阳能转化为籽粒热能的效率(表 6)。

表 6 不同大豆品种太阳能利用效率

Table 6 Utilized coefficient of solar energy among different soybean varieties

品 种 Variety	开育 10 号	丹豆 87-5-1	辽豆 10 号	冀豆 4 号
利用效率(%) Utilized coefficient(%)	0.16	0.12	0.17	0.25

表 6 表明,由于抗旱能力不同,干旱导致不同品种太阳能利用率不同,抗旱能力强的品种太阳能利用率较高,能充分利用干旱期间的太阳辐射能。干旱地区要想提高光能利用率,必须选用抗旱力强的品种。

结 语

1. 开花初期,大豆叶片既是太阳能的捕获器,又是主要的热能贮存库。
2. 鼓粒期受到干旱胁迫时,导致热能分配受阻,热量主要滞留在茎和荚皮中,不抗旱品种尤为明显。
3. 大豆开花前,热能累积速率与最终产量关系不大,而开花后的热能累积速率却与产量相关显著。
4. 鼓粒期受到干旱影响时,抗旱性强的品种热能垂直分布与籽粒分布相关关系达极显著水平,而不抗旱品种这种相关关系不复存在。
5. 鼓粒期干旱情况下,抗旱能力强的品种,太阳能利用率高,生产 100 公斤籽粒所消耗的能量较少,而抗旱能力弱的品种则与之相反。
6. 用热能分布的方法来研究作物的物质转运,能较客观地反映实际情况,可避免由于物质存在状态不同而造成的影响。

参 考 文 献

- [1] 庞士铨等,1964,植物生理学通讯(6):22-27
- [2] 尹田夫等,1987,作物学报 13(4):310-313
- [3] 尹田夫等,1990,大豆科学 9(1):19-23
- [4] 刘丽君等,1986,大豆科学 5(2):117-122
- [5] 董钻,1981,辽宁农业科学(3):14-21

[6] Dornobs, D. L. et al. 1989, *Crop Science*, 29, 476-480

[7] Vincent P. Gutschick, 1987, *A Functional Biology of Crop Plants*, published by CROOM HELM London & Sydney

PRELIMINARY STUDY ON RELATIONSHIP BETWEEN THERMAL ENERGY DISTRIBUTION AMONG SOYBEAN ORGANS AND DROUGHT RESISTANCE

Xie Futi Dong Zuan Zha Yixin

(*Agronomy Department, Shenyang Agricultural University*)

Abstract

The distribution of thermal energy among organs were studied at the early flowering stage and the maturing stage with four varieties having different degree of drought-tolerance. The results showed that the thermal energy distribution in different organs were not the same, and the accumulating rates of thermal energy per plant were different between varieties. High drought-tolerant variety had higher rate after the stage of flowering. One important reason of yield reduction resulted from drought was that the energy captured by leaf remained in stem and pod husk. High drought-tolerant variety had a significant (at 0.01 level) relationship between the vertical distribution of thermal energy and seed weight however, low drought-tolerant variety had no such case relationship.

Key words Soybean; Thermal energy distribution; Drought

大豆新品种“红丰七号”

黑龙江省农垦科学院红兴隆农科所 1981 年用“合丰 25 号”作母本, KENT 作父本有性杂交育成, 原品系号“钢 8169—5”。1993 年经黑龙江省农作物品种审定委员会审查, 确定推广。

该品种为亚有限结荚习性, 尖叶、紫花, 株高 70—80 厘米, 有分枝, 节短、荚密, 株形收敛, 秆强不倒。在黑龙江省属中熟品种, 需活动积温 2456.9℃。高抗灰斑病兼抗蚜虫。百粒重 16.5 克, 脂肪含量 20.65%, 蛋白质含量 38.2%。1989—1992 年经三年区域试验, 平均比对照品种“合丰 25 号”增产 6.5%, 1991—1992 两年生产试验, 平均比“合丰 25 号”增产 10.0%。

适于黑龙江省东部第 2、3 积温带肥力较好的平岗和低湿地种植。适宜播期为 5 月 5 日—15 日, 种植密度每亩 2 万株左右。不宜在重茬地种植。

崔文馥

“大豆科学”编辑部