

大豆叶调位运动的研究^{*}

I 大豆叶运动与叶面受光

胡立成 丁希明 姚 远 郭宇虹
董丽华 王以芝 林蔚刚

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

摘 要

本研究通过盆栽试验于大豆 R_5 时期,在晴天(f)和阴天(c)条件下,对大豆叶运动与叶面受光的研究结果表明,大豆各方位的叶数(%),晴天时,西和西南高于东和东北;阴天时,东西水平线以南各方位叶数(%)大致相近。还看出,不论晴阴天时,东西水平线以南高于以北。大豆叶片倾斜方向,主、副倾角,晴天时的叶数(%)正向>负向;阴天时,相反。大豆叶片倾斜角度,主、副倾角,晴天时,正向>负向,阴天时,相反。大豆叶面受光,晴天群体光照强度处于 20~30KLx,阴天 4~6KLx,多数未达光饱和状态。从叶片分布方位,叶片倾斜方向、角度和叶面受光关系看,在晴天时,由于太阳高度和位置变化,直射光多,主、副倾角正向角度大。为充分利用光能,大豆叶由东南向西南作调位运动。本研究进一步证实了叶枕中钾的含量增高时对叶片直立和扭曲起调节作用。

关键词 大豆;叶向;调位运动;叶面光照强度

Monsi 等人(1953)^[1]从理论上探讨叶片倾斜对植物物质生产的重要意义。Tsunoda (1959)^[2]提出了把叶片倾斜作为育种指标。川岛良一(1960)^[3]指出,繁茂性大豆接近成熟时,下部叶片因光照条件恶化变黄脱落,严重影响大豆产量。大豆叶片倾斜对群体内部透光量多少因品种和栽培条件而异。大岛荣司(1962)^[4]研究了甜菜叶片倾斜与受光及光合作用的关系。Pendleton 等(1968)^[5]指出,玉米品种随叶角度变小,单位时间固定 CO_2 所吸收阳光相对效率明显增加。松岛省三(1967)^[6]通过改变栽培方式调节水稻叶片倾斜,增加光能利用,提出了“V”字型高产理论。

^{*} 国家自然科学基金资助项目。

本文于 1992 年 5 月 19 日收到。 This paper was received on May 19, 1992.

叶片倾斜在理论和实践上引起许多学者重视。川岛良一(1969)^[7]认为大豆叶片倾斜方向和角度是随投射光线方向而改变。他把这种随环境变化改变叶位置的调节作用称为“调位运动”。并从理论上阐述了大豆叶调位运动基本型和在物质生产上的意义。Worfford等(1982)^[8]不仅明确了大豆品种间叶向变化存在明显差别,而且指出叶枕中钾含量多少对叶直立弯曲起调节作用。

许多学者结合本地育种栽培对叶运动进行研究。但在我国高纬度地区大豆叶调位运动与高产的关系和对育种栽培有多大作用,尚未见报道。本文则对大豆叶调位运动与叶面受光、品种间的变化等进行了研究。

材料与方法

本试验(1990~1991)设在哈尔滨黑龙江省农科院大豆研究所盆栽场(北纬 $45^{\circ}41'$, 东经 $126^{\circ}37'$, 海拔 171.7m)用塑料盆装黑土和细沙(10:1)混合土 14kg, 盆底放卵石 1kg, 每盆施磷酸二铵 6g。于 5 月 15 日播种, 三次重复, 随机排列。

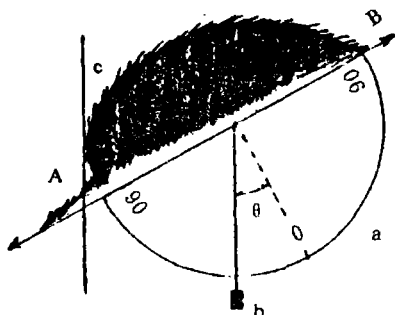


图 1 叶主倾角的测定

Fig. 1 Measurement of main-angle of leaflet inclination

注: A→B, 以 A 叶枕为基点沿主叶脉到 B 叶尖端方向;

a)量角器 b)重锤(用一条线拴重物) c)垂直面

Notes: A→B parallel with the leaflet midrib where A is the point of attachment to the pulvinus and B is the leaflet tip; a)clinometer, b)weight, c)vertical plane.

在 R_5 时期晴天(自然光强 80KLx)或阴天(28KLx)于午后 14~16 点对哈 89-2526 品系定株调查。测定全株每个复叶内各小叶的长、宽(cm), 利用叶形指数^[13]求出各小叶面积。用指南针和量角器测定各小叶的方向和叶片倾斜方向与角度。小叶的方向是以叶枕为基点沿主叶脉尖端所指的方向。叶片主倾斜角是以叶枕为基点(见图 1)用量角器测定沿主叶脉方向上与水平面所成夹角(θ), 主叶脉尖端向上为正(+), 向下为负(-)。叶片副倾斜角是面向叶尖, 左、右横转(见图 2), 逆时针方向为正(+), 顺时针方向为负(-)。

叶面照度是用 ST-Ⅲ 型照度计的测头与叶表面平行测定的。自然情况是即使在无风晴日也可能有时出现微风或薄云造成叶状态和光条件不稳定。本试验则是在相当稳定状态下测定的。在 R_5 生长阶段(8 月 15 日)于 14 点叶运动处于紧张状态(叶向上角度高)和

22 点叶运动处于松弛状态(叶向下),分别采取黑农 34 和 F89-1 两品种中间或两边小叶的叶枕各 100 个,放在干燥箱 70℃干燥后,应用三酸消煮法测定全钾含量。

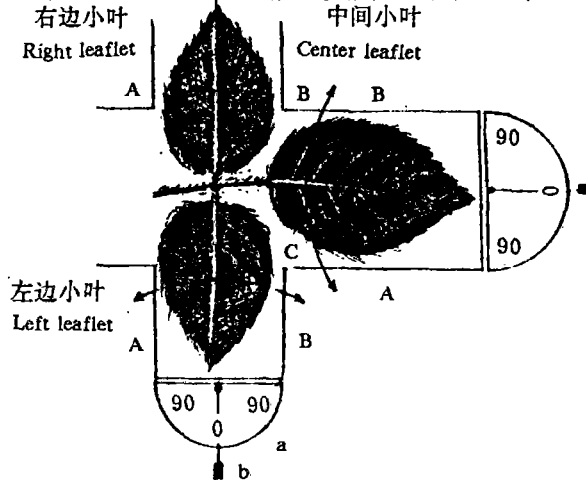


图 2 叶副倾角的测定

Fig. 2 Measurement of sub-angle of leaflet inclination

注: A→B, A 是叶边小叶面; a) 量角器 b) 重锤(用一条线拴上重物) c) 水平面

Notes: A→B, leaflet surface where A is the margin; a) clinometer, b) weight hanged by a thread, and c) horizontal plane

结果与分析

一、大豆叶片不同方位的分布

大豆植株不同方位上,在晴天(f)条件下(见图 3)叶片(指复叶内各小叶)分布的百分数 W 和 WS 方位高于 E 和 EN。在阴天(C)条件下,EW 水平线以南各方位的叶片百分数大致相近,这是因为在 f 条件下大豆叶片受阳光直射产生了较强的调位运动。在 C 条件下由于阳光照射强度较弱,植株内接受的光线又多为散射光,调位运动相对较弱。而 WE 以

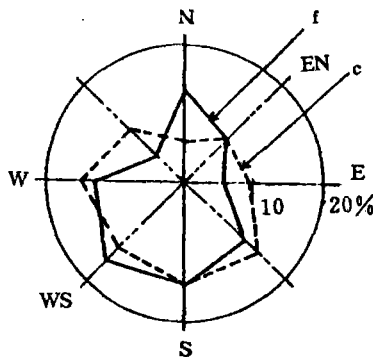


图 3 在 f 和 c 条件下不同方位叶片分布(%)

Fig. 3 Percentage of the number of leaflets according to the directions under the fine (cloudy) weather

南,不论 f 或 c 条件下,叶片分布(%)大大高于 WE 以北,说明南向光源较强所致。

二、大豆叶片倾斜方向和角度

从主倾角(图 4)看, f 时正向(0° 以上)倾斜方向叶片为 67.7%, 负向(0° 以下)33.3%; 正向倾斜角度主要在 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$, 负向 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。C 时正向倾斜叶片为 35.6%, 负向 64.5%; 正向倾斜角度主要在 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$, 负向 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。说明主倾角晴天上举叶数多, 角度大。

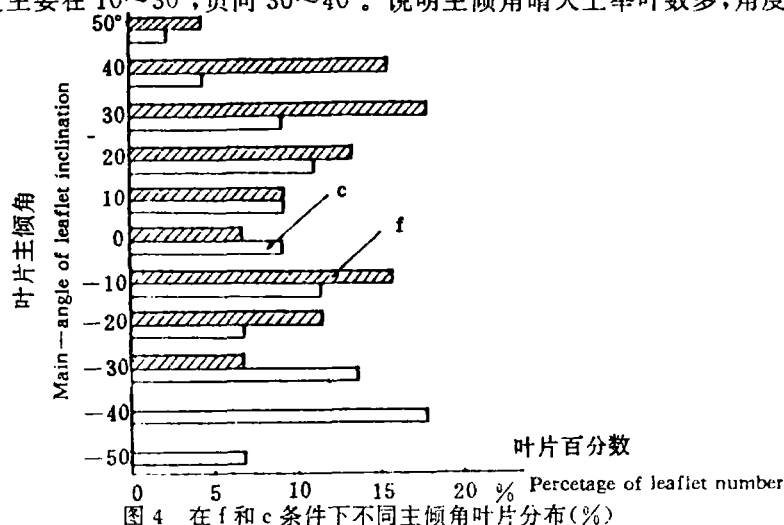


图 4 在 f 和 c 条件下不同主倾角叶片分布(%)
Fig. 4 Percentage of the number of leaflets by main-angle of leaflet inclination under the fine (cloudy) weather

从副倾角(图 5)看, f 时正向倾斜方向叶片为 64.4%, 负向 35.6%; 正向倾斜角度主要在 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$, 负向 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。C 时正向倾斜方向叶片为 37.8%, 负向 62.3%, 正向倾斜角度主要在 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$, 负向 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。说明副倾角和主倾角一样, 晴天上举叶数多, 角度大。

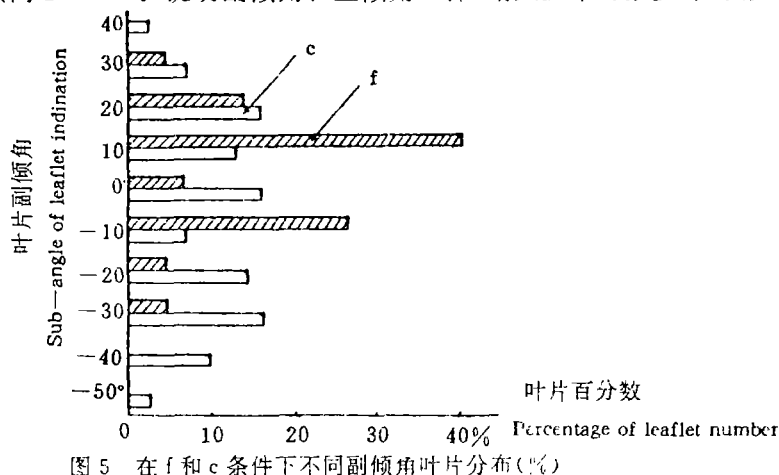


图 5 在 f 和 c 条件下不同副倾角叶片分布(%)
Fig. 5 Percentage of the number of leaflets by sub-angle of leaflet inclination under the fine (cloudy) weather

以上结果表明,大豆叶主、副倾角在晴天直射光较强时比阴天散射光较多时有更明显的调位运动。

三、大豆叶面受光

在 f 条件下自然光强 80KLx 时,大豆各叶片光照强度(指向阳部叶面照度)处于 10—60KLx,此范围内不同光强度下叶面积的分布(%)有明显差异(图 6),最高是 20—30KLx 为 30.5~33.7%,最低是 50—60KLx,只有 2.8~6.6%。在 C 条件下自然光强 28KLx 时,各叶片光强度处于 3—10KLx,此范围内不同光强下叶面积分布为 17.9~22.5%,差异不明显。

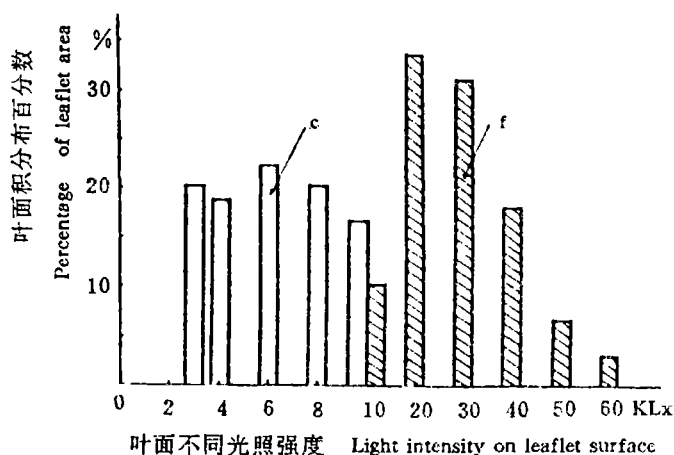


图 6 在 f 和 c 条件下不同叶面照度叶面积分布(%)

Fig. 6 Percentage of leaflet area according to light intensity on the leaflet surface under the fine (clondy) weather:

上述调查表明,在 f 条件下,直射光和散射光虽然较强,但仍有 40%左右叶面积处于 30KLx 光强以下。说明即使在晴天条件下也需要改善群体植株的透光性,提高光能利用率。

四、大豆叶片方位、倾斜方向、角度和叶面受光

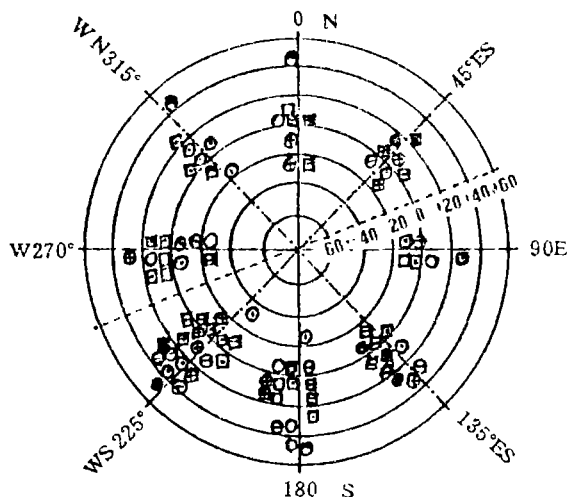
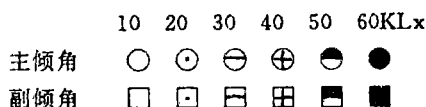


图 7 方位、倾斜和叶面受光

Fig. 7 Direction, inclination and light intensity on the leaflet surface under the fine weather

注:1)倾斜:0:水平,+:上倾斜,-:下倾斜。2)光强度。



大豆叶片由于来自投射光的位置不同,致使叶片方位、倾斜方向、角度和叶面光照强度发生了变化。以 f 条件为例(图 7)看出,叶片分布率的方位 EW 水平线以南较多,而 W 和 WS 方向高于 E 和 EN 方向。叶片主倾角正向分布率由 ES 向 WS 增高,角度多在 20~40°,少数达 50°,叶面受光强度多在 20—30KLx,少数 50—60KLx。三者表明,在 f 条件下由于太阳高度和位置的变化,阳光直射和散射强度较高,主倾角上举角度大。为了充分利用光能大豆叶由 ES 向 WS 和 WN 方向作调位运动。

讨 论

一、关于引起叶调位运动的原因

对大豆品种黑农 34 和品系 F89-1 的叶枕分析表明(表 1),在 R₅(8 月 15 日)时期,黑农 34 复叶的中间小叶紧张比松弛状态钾的含量高 0.56%,边叶高 0.78%,平均高 0.67%。F89-1 中间小叶紧张比松弛状态高 0.34%,边叶高 0.16%,平均高 0.25%。许多学者研究表明,植物叶枕中钾含量和流动引起叶枕一侧细胞压力增高导致叶片扭曲(Brauner 1959^[3], Satter et al 1971^[10], Wien et al 1973^[11])。Worfford (1982)^[8]研究大豆叶向变化后指出,引起大豆叶调位运动的原因是由于叶枕中钾的含量在叶紧张时比松弛状态明显增高所致。本文的结果也证实了这一点。

表 1 大豆叶紧张和松弛状态叶枕中钾的含量(%) (1991)

Table 1 Potassium concentration in soybean pulvini at tense and relaxed positions

(1991)

品 种 Cultivar	紧 张 Tense			松 弛 Relaxed			差 值 Difference
	中 间 叶 Center	边 叶 Side	平 均 Average	中 间 叶 Center	边 叶 Side	平 均 Average	
黑 农 34 Heinong 34	3.84	3.84	3.840	3.28	3.06	3.170	0.67
F89-1	3.45	3.50	3.475	3.11	3.34	3.225	0.25

二、关于大豆群体中的光照强度

玖村敦彦(1965)^[12]指出,大豆群体中光照强度达到一定值后再增加,其光合产物不再增加,发现了光饱和现象。但他过高评价了光饱和现象,而且光照强度是中午一定时刻测定的,没考虑太阳位置变化引起光向群体下部穿透。实际上由于太阳位置变化群体下部也有直射光透入,晴天条件下中下部叶并不完全处于光饱和状态。许多学者证实,大豆光饱和强度在 30—40KLx,约为全太阳光强度的 1/3^[13]。作者研究表明,大豆群体中光照强度受晴天、阴天、日照时数、太阳位置和高度等影响。品种和栽培方式不同也有变化。我们发现随大豆密度增加群体内光饱和现象消失。作者认为,在高纬度地区主茎型高大繁茂品

种,群体内光照强度是大豆产量(大于 3750kg/ha)的限制因素。在 f 条件下有 65%叶片处于 10—25KLx 光照下,并未达光饱和状态,在 C 条件下就更显得光照不足。因此结合本地自然条件和大豆生产情况探讨大豆叶调位运动的理论改善透光条件,指导大豆育种栽培就很有意义。

三、关于大豆叶片倾斜角度

在大豆叶片光能利用研究上,除考虑叶排列和叶形外,还涉及叶片倾斜角度。Donald (1968)^[14]报道了直立叶比水平叶利用光更有效。本结果是,f 时主倾角向上倾斜角度高,叶数多;下倾斜角度低,叶数较少。c 时则相反。副倾角也有同样趋势。这些研究和其他学者也有不一致的地方。因为叶片倾斜角度大小决定于叶方位,光照强度、太阳位置(日变化和季节变化)等多因素影响。但可看出,大豆叶片具有明显的叶向倾斜,这种运动是大豆具有尽可能多的吸收可见光线的本能特性。Worfford(1982)^[8]指出,大豆各复叶内中间和两边小叶在接受同源直射光时,主、副倾角的方向和角度品种间有明显差异。作者认为,在不同栽培条件下(密度、种植方式等)选用调位运动强的品种类型,提高光能利用率,增加大豆产量是可能的。

参 考 文 献

- [1] Monsi, M. et al., 1953. Jap. Jour. Bot 14:22~52
- [2] Tsunoda, S. 1959, Jap. J. Breed. 9: 237~244
- [3] 川岛良一, 1960, 育种杂志, 10:120
- [4] 大岛荣司, 1962, 北农试报告 59:1~59
- [5] Pendleton, J. W. et al., 1968. Agron. J. 60:422~424
- [6] 松岛省三, 1967, 农业と园艺, 42: 144~150
- [7] 川岛良一, 1969, 日本作物学会记事 38:718~729
- [8] Worfford, T. J. et al., 1982, Crop Sci 22: 999~1004
- [9] Brauner, L. 1959, In Encyclopedia of plant physiology 17(1):427~491
- [10] Satter, R. L. et al., 1971, Science 174:518~520
- [11] Wien, H. C. et al., 1973, Crop Sci., 13: 721~724
- [12] 玖村敦彦, 1965, 日本作物学会记事 33:473~481
- [13] 任文千等, 1978, 铁岭农业科技 No. 1: 15~16
- [14] Donald, C. M. 1968, Euphytica 17:193~211
- [15] 许忠仁等, 大豆生理与生理育种, 黑龙江科出版社 1989

STUDIES ON THE LEAFLET ORIENTATION—ADJUSTING MOVEMENT IN SOYBEAN PLANTS

I. The leaflet orientation—adjusting movement and light intensity on leaflets surface

Hu Licheng Ding Ximing Yao Yuan Guo Yuhong
Dong Lihua Wang Yizhi Lin Weigang

(Soybean Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences)

Abstract

This study was conducted on the leaflet orientation—adjusting movement and light intensity on leaflets surface under the fine(f) and cloudy(c) weather during the R5. The results were shown that percentage of the number leaflet according to the directions was $S > N$ and was $WS > S > EN$ under the f and was $ES = S = WS$ under the c. The upward inclination (UI) was bigger than downward inclination (DI) for percentage of leaflet inclination of main(sub)—angle of leaflet inclination. Percentage of leaflet main(sub)—angle of leaflet inclination was $f > c$ when UI under the c and $f < c$ when DI. Main(sub) angle of leaflet surface was $UI > DI$ under the f and $UI < DI$ under the c.

The light intensity on leaflets surface of plant communities was 20—30 KLx under the f and was 4—6 KLx under the c. The 65% of plant leaflets were not found the light saturation phenomenon. The relationship among leaflet orientation, leaflet inclination and light intensity was shown that main—angle of leaflet inclination of the UI was bigger and the leaflet orientation—adjusting movement was remarkable from ES to WS for more use the light energy.

The investigation was shown that the K concentration in the pulvinus might have some role in regulation the bending and straightening movement of leaflets of soybean plant.

Key words Soybean; Leaflet orientation; adjusting movement; light intensity of leaflet surface