

# 大麦芒对籽粒产量的作用

高如嵩 张宝军 李文瑞

(农学系)

**摘要** 1982~1987年剪芒、剪叶试验结果表明,大麦诸光合器官对产量的作用表现为:芒>旗叶>倒2叶>倒3叶。芒的作用因品种类型和结实期的气候生态条件不同而异,6棱大麦芒的作用大于2棱大麦。在温度较高,光照充足和雨量较少的年份,芒对粒重的贡献较大;反之,在温度较低,光照不足和雨量较多的年份则较小。灌浆期芒上喷尿素加 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 液体肥料能显著提高芒的光合强度,增加千粒重1.3~3.4g。芒对产量贡献卓越的主要原因在于其同化细胞结构复杂,光合面积大和叶绿素含量多。

**主题词** 大麦,同化作用(植物生理),粒重,产量,生态气候/芒

芒作为禾谷类作物穗器官的组成部分,是植物长期进化、适应环境的结果。麦类作物的芒早为许多学者研究的题材,1898年施米德就曾作过报道<sup>[1]</sup>。到本世纪,许多人的研究多集中于小麦<sup>[2]</sup>。对大麦芒的研究,国外已有些报道,Thorne(1956)试验指出,穗自身的光合作用对大麦来说,可达产量的79%,如从中减去穗本身的呼吸消耗34%,则净贡献为45%。据Biscoe *et al.*研究,芒的光合作用产物约占整个穗子的80%<sup>[1]</sup>。Blum的实验表明,芒对全穗的贡献约占40%~80%,且因种而异,但蒸腾作用仅占穗的10%~20%。在抗旱方面,6棱大麦优于2棱大麦<sup>[3]</sup>。上述研究结果一致表明,芒对大麦籽粒产量贡献卓越。国内李小云等对大麦芒的细胞形态作了观察报道<sup>[5]</sup>,但关于芒贡献卓越的原因,芒功能在品种类型间的差异,气候生态条件对其影响以及提高芒功能的栽培措施等研究,目前尚未见到报道。为此,进行这方面的研究,对进一步认识芒的结构与功能,找出提高芒光合功能的有效措施,进而提高大麦的产量和品质,无疑是很有意义的。

## 1 材料和方法

供试品种分两种类型:一为6棱皮大麦,以西引2号为代表;另一为2棱皮大麦,以矮早3为代表。两品种的平均芒长分别为11.2 cm和8.1 cm。剪芒、剪叶试验共设7个处理:不剪(*ck*),剪芒,剪旗叶,剪倒2叶,剪倒3叶,留芒、叶全剪,叶、芒全剪。

齐穗后,每处理选400株,仅留主穗和大分蘖穗,其余的小分蘖穗和无效分蘖全部剪除。待开花末期,于同一天完成剪芒、剪叶工作。成熟期同时收获、脱粒、晒干。每处理称千粒重10份,求平均值。

文稿收到日期:1989-08-21.

同化细胞结构观察是在灌浆期,从试验田取芒、叶片,利用段氏细胞离析法<sup>[8]</sup>,经固定、水解、分离、制片,置显微镜下观察,并将分离的细胞再经洗涤、脱水、干燥、粘合、喷金,在扫描电镜下观察、照相。

## 2 结果与分析

### 2.1 芒对籽粒产量贡献卓越

6年连续试验结果(表1)表明,剪芒、剪叶各处理的千粒重呈规律性下降,其降低程度表现为:叶、芒全剪>留芒、叶全剪>剪芒>剪旗叶>剪倒2叶>剪倒3叶。就剪去单个光合器官而论,下降幅度最大的是剪芒处理。西引2号和矮早3剪芒后千粒重分别降低19.42%和13.06%,而剪去旗叶后只分别降低9.71%和8.65%。说明芒对大麦籽粒产量的影响很大,贡献卓越。此结果同国外许多学者的研究结果基本一致<sup>[1-4]</sup>。

表1 1982~1987年各处理的千粒重变化

g/千粒

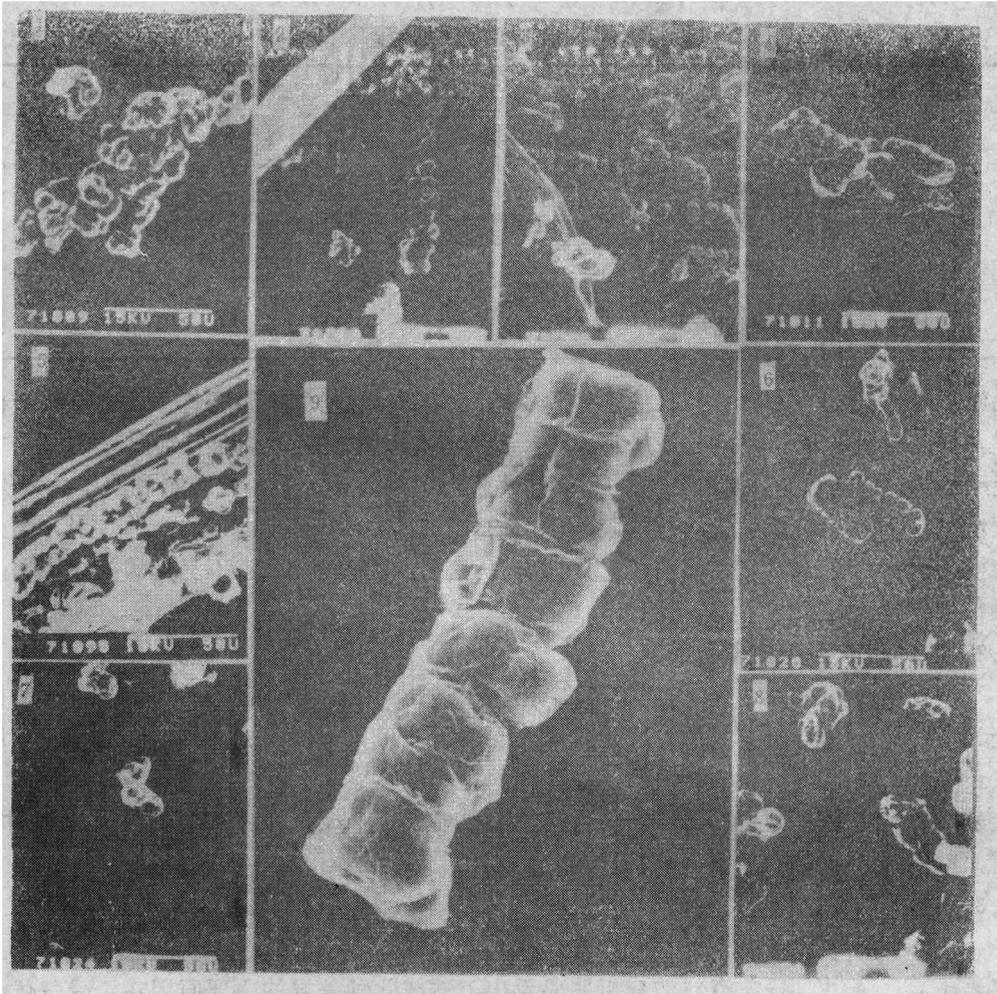
年 份	不 剪		ck		剪 芒		剪 旗 叶		剪 倒 2 叶		剪 倒 3 叶		留 芒 叶 全 剪		叶 芒 全 剪	
	西引 2号	矮早 3	西引 2号	矮早 3	西引 2号	矮早 3										
1982	37.29	41.50	28.51	34.80	33.79	36.90	34.02	37.80	36.70	38.10	25.63	30.40	21.69	20.01		
1983	31.20	37.61	26.65	32.51	26.85	34.11	27.00	34.51	28.75	35.11	25.63	28.30	18.00	22.23		
1984	32.49	40.01	25.67	35.01	30.60	36.51	31.05	37.41	31.14	38.11	28.39	29.01	20.50	20.75		
1985	30.28	37.22	24.63	32.52	26.87	34.72	28.27	35.12	28.98	35.62	23.04	28.12	19.11	22.40		
1986	32.94	39.20	26.34	34.34	28.69	36.29	29.71	37.20	30.83	37.80	24.86	27.90	20.95	20.00		
1987	32.26	36.97	26.49	32.97	30.76	33.87	31.03	35.17	31.28	35.97	25.53	28.74	19.51	21.45		
平 均	32.74	38.75	26.38	33.69	29.56	35.40	30.18	36.20	31.28	36.78	25.49	28.75	19.60	21.14		
千粒重减少量(g)			6.63	5.06	3.18	3.35	2.56	2.55	1.46	1.97	7.25	10.00	13.14	17.60		
千粒重减少(%)			19.42	13.06	9.71	8.65	7.82	6.58	4.46	5.08	22.14	25.81	40.13	45.42		

大麦芒为什么对籽粒产量有如此大的贡献呢?我们可从与光合作用密切的几个方面进行以下分析。

#### 2.1.1 光合面积

2.1.1.1 芒内同化细胞结构复杂 通过对供试品种大麦芒的扫描电镜和显微镜观察,发现芒内的同化细胞比各叶片内的在结构上要复杂得多,其特点有三点:一是多环细胞多。其中三环的占26.28%,四环的占28.47%,五环的占7.3%,六环的占5.47%,七环以上的占4.30%;二是结构独特,单个细胞体积大,多呈分枝状,表面面积大;三是芒内的气孔多,排列较密。从品种间的差异来看,6棱比2棱大麦更复杂(见图版)。

2.1.1.2 芒的表面面积大 在芒和旗叶生长稳定,面积不再增加的灌浆后期,对供试品种植株上的芒及其相对应的旗叶面积测定结果,西引2号平均单穗芒面积为61.56 cm<sup>2</sup>,而旗叶面积为18.62 cm<sup>2</sup>,芒为旗叶面积的3.3倍。矮早3的平均单穗芒面积为25 cm<sup>2</sup>,旗叶面积为14.95 cm<sup>2</sup>,芒面积为旗叶面积1.67倍。另外,芒和叶片的受光姿态也不同,芒为立体采光,而叶多为平面采光。



图版 芒、叶内的同化细胞结构

1~4分别为6棱大麦西引2号芒、旗叶、倒2叶、倒3叶内的同化细胞结构 $\times 700$ ，  
5~8分别为2棱大麦矮早3号芒、旗叶、倒2叶、倒3叶内的同化细胞结构 $\times 700$ ，  
9为西引2号芒内的一个8环细胞 $\times 1.4k$ 。

### 2.1.2 光照强度

灌浆期，选择晴天中午对供试品种芒和不同叶位叶层的光照强度测定结果（表2）表明，西引2号由于芒长而密，遮光比矮早3严重，旗叶、倒2叶、倒3叶的照度分别只有芒的38.64%，26.7%和16.16%。而矮早3的分别为芒的62.06%，43.68%和24.59%。品种间相比，6棱大麦西引2号各叶层的受光强度比2棱大麦矮早3平均少36.97%。由于芒所接受的光照强度明显大于各叶片，因此，它在单位面积、单位时间内生产的干物质也就大于旗叶等叶片。

### 2.1.3 叶绿素含量

叶绿素是植物制造光合产物的工厂，它的多少直接影响着光合作用的强弱。为此，我们在灌浆初期选择西引2号的10个单株，对其芒和相对应的旗叶进行了叶绿素测定。结果表明，每穗芒内的叶绿素含量为1.11 mg，而每片旗叶的叶绿素含量仅为0.71 mg，芒

表2 芒及不同叶位层的光照强度

lx

光合器官	西引2号		矮早3	
	光照强度	各叶层为芒的%	光照强度	各叶层为芒的%
芒	17980	100	17980	100
旗叶	6600	38.64	10600	62.06
倒2叶	4560	26.70	7460	43.68
倒3叶	2760	16.16	4200	24.59
倒4叶	1880	11.01	—	—

比旗叶的多36% (0.4 mg)。故芒在单位时间内合成的光合物质显著多于旗叶和其他叶片。加之芒处于植株顶部,通风,透光,易于进行气体交换。而且芒与种子的距离又近,便于CO<sub>2</sub>的吸收和光合产物的运转。另外,在灌浆期,芒总是在顺利的条件下供应碳水化合物。在植株生活的此阶段,上部的几片功能叶多已渡过了它们的青春,易受病害侵染,光合能力逐减。而芒此时正处青春,生理功能旺盛,且不易受病、虫为害,故对籽粒产量贡献卓越。

## 2.2 芒的贡献因品种类型而异

按芒的长短来分,大麦有长芒、中芒、短芒和无芒之分。就芒的多少来分,多棱大麦为多,2棱大麦为少。对供试的6棱大麦西引2号和2棱大麦矮早3的多年观测结果(表1)一致表明,6棱大麦的芒对籽粒产量的贡献显著大于二棱大麦。这是因为6棱大麦在芒的数量、面积、叶绿素含量等方面明显大于2棱大麦。从同化细胞的结构来看,前者较后者更为复杂。

## 2.3 芒的贡献与气候关系密切

六年试验还发现,芒对籽粒产量尽管趋势相同,但各年间的贡献量差异较大(表1)。通过对气象资料的分析明显看出,造成此种差异的主要原因在于受气候生态条件的影响。芒对粒重贡献大小与当年结实期的气温、日照和降雨量呈现出规律性的变化。以西引2号为例,在5月份月平均温度较高、日照充足和降雨量较少的1982,1984和1986年,芒对粒重的贡献都大(23.5%,20.99%,20.31%)。反之,在气温较低、日照不足和雨量多的1983,1985和1987年,芒对粒重的贡献都较小(14.58%,18.66%,17.87%)。矮早3也表现出同样的规律(表1)。

芒的这种特性与其特殊的构造有关,芒是除了中脉以外,很少有残留物的变态叶片。它的横切面呈三角形,两面有许多气孔,表皮细胞短而厚,显示出适应干旱的性状。它还常含有多量的硅,特别是当临近成熟时。在表皮层下面是含有大量叶绿素的绿色组织,有一个大的和两个较小的维管束。大维管束乃是外颖中心维管束的延伸部分。所以,正是由于芒的此种旱生性状,在水分供应紧张的情况下,才使其更好地发挥其功能。而在水分充足、光照不足条件下,它的此种潜力不能完全发挥,其作用也就不那么大了。

## 2.4 灌浆期芒上喷肥增产显著

在探明大麦芒对籽粒产量作用的基础上,如何提高芒的光合功能,充分发挥其增产

作用，乃是栽培上要研究解决的重要问题。为了找出提高芒光合功能的有效栽培措施，1986~1987年以西引2号为供试品种，在灌浆期对芒进行了喷肥试验，结果见表3。

表3 灌浆期芒上喷肥对千粒重影响

g/千粒

次数	日期 (月/日)	喷 水 (ck)			尿 素 (2%)			磷酸二氢钾 (0.2%)			尿素 + 磷酸二氢钾 (2%) (0.2%)		
		1986	1987	平均	1986	1987	平均	1986	1987	平均	1986	1987	平均
1	4/28	31.0	33.1	32.1	31.6	34.1	32.9	31.8	34.2	33.0	32.6	34.2	33.4
2	5/4	30.3	32.4	31.4	33.3	34.1	33.7	32.3	34.3	33.3	33.6	33.6	33.6
3	5/11	30.4	31.4	31.4	34.0	34.1	34.1	33.9	34.1	34.0	34.2	35.4	34.8

表3的资料表明，灌浆期采取各种喷肥措施均能不同程度地增加千粒重(0.9~3.4g)。从喷肥的种类看，增重的趋势为：尿素+磷酸二氢钾>尿素>磷酸二氢钾。从喷肥的次数看，以喷3次的效果最佳。

### 3 结 论

1) 在大麦的诸光合器官中，对籽粒产量贡献最大的是芒。其贡献量因品种类型而异，6棱大麦大于2棱大麦。芒对粒重贡献卓越的主要原因在于：芒的同化细胞结构复杂，光合面积大，叶绿素含量多，处于功能旺盛期，光照位置最佳等。

2) 芒对籽粒产量贡献还受结实期气候生态条件影响，其规律性表现为：在结实期温度较高、日照充足、雨量较少的年份，贡献量大，均在20%以上；而在温度较低，光照不足和阴雨多的年份，贡献量较小，一般为14%~18%。

3) 弄清芒的功能，找出其内在规律及影响因素，对育种和栽培具有重要意义。例如，在制定大麦育种目标时，应将芒放在重要位置。栽培中应重视灌浆期芒上喷肥，提高芒的光合功能，增加籽粒产量等。

参加部分试验工作的先后有郭社荣、李军、陈乃阵、李铁钢等，在此一并致谢。

### 参 考 文 献

- 1 村田吉男著；郑丕尧译。几种作物的光合作用和产量形成。北京：农业出版社，1987。11~12
- 2 C. A. 拉姆著；尹士景译。芒的功能和重要性。河北农业科技，1981(1)：28~39
- 3 Blum A. Photosynthesis and Transpiration in leaves and Ears of Wheat and Barley Varieties. *J. Exp. Bot.*, 1985 (164)：432~440
- 4 李小云，郑丕尧。大麦不同叶位叶片细胞及其它器官细胞形态的初步观察。作物学报，1984(3)：207~115
- 5 北条良夫著；李胜田译。大小麦穗部光合作用对结实养分的供应。麦类作物，1982(2)：9~10
- 6 郑丕尧，李小云。大麦不同叶位叶鞘同化细胞形态结构的初步观察。作物学报，1982(3)：83~85
- 7 段续川。植物细胞和细胞器的固定、分离和染色的革新。植物学报，1959(1)：1~15

## Effect of Barley(*Hordeum vulgare*) Awns on the Grain Yield

Gao Rusong Zhang Baojun Li Wenrui

(Department of Agronomy)

**Abstract** The awn-cutting and leaf-cutting experiments made from 1982 to 1987 have shown that effects of all the photosynthetic organs on yield were, awn > flag leaf > the second leaf from the top > the third leaf from the top. The effects of awns varied according to the varieties and ecoclimatic conditions during seed setting stage. The effect of awns in sixfarious barley was greater than that of bifarious variety, the contribution of awns to grain weight in the years with higher temperature, sufficient sunlight and less rainfall is greater than that in the years with lower temperature, insufficient sunlight and more rainfall. At the seed setting stage, spraying liquid fertilizer of urea mixed with  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  onto awns could improve the photosynthetic strength considerably, with the increase of 1.3~3.4g per 1000 grains. The principal reason of the excellent contribution of awns to yield lies in their complex structure of assimilation cells, larger photosynthetic area and greater content of chlorophyll.

**Subject words** *Hordeum vulgare*, assimilation, grain weight, yield, ecoclimate/awn