

遮光与去芒对水稻和大麦产量的影响

普布多吉¹, 罗 珍¹, 索 朗^{2*}

¹西藏自治区气候中心, 西藏 拉萨

²西藏墨脱县气象局, 西藏 林芝

收稿日期: 2023年4月20日; 录用日期: 2023年5月22日; 发布日期: 2023年5月29日

摘 要

通过齐穗后对水稻和大麦采取遮光与去芒处理, 探讨遮光与去芒对水稻和大麦穗部产量的影响。结果表明, 遮光会使穗粒重降低6.36%~32.44%, 千粒重降低0.25%~14.91%。遮光对不同水稻品种的影响也不相同, Y两优6号遮光穗粒重降低24.24%, 千粒重降低7.38%; S品8遮光穗粒重降低21.78%, 千粒重降低6.16%; 甬优8号遮光穗粒重降低21.76%, 千粒重降低4.32%; S品29遮光穗粒重降低19.18%, 千粒重降低7.46%。大麦去芒穗粒重降低5.25%~17.01%, 千粒重降低4.74%~15.69%。去芒对不同大麦品种的影响不相同, Faibasiwu去芒穗粒重降低17.01%, 千粒重降低15.69%; Syurai去芒穗粒重降低11.11%, 千粒重降低4.74%; Wowomuki去芒穗粒重降低5.25%, 千粒重降低7.36%。大麦遮光其穗粒重降低24.08%, 千粒重降低24.72%。

关键词

水稻, 大麦, 穗部遮光, 去芒, 穗粒重, 千粒重

Effects of Ear Shaded and Awn Cut Away on Rice and Barley

Pu Bu Duo Ji¹, Zhen Luo¹, Lang Suo^{2*}

¹Climate Center of Tibet Autonomous Region, Lasa Tibet

²Meteorological Bureau of Motuo County, Linzhi Tibet

Received: Apr. 20th, 2023; accepted: May 22nd, 2023; published: May 29th, 2023

Abstract

The effects of shading and awning on the ear yield of rice and barley were discussed by shading

*通讯作者。

and awning after full heading. The results show that, the grain weight per spike decreased by 6.36% to 32.44%, and the 1000-grain weight decreased by 0.25% to 14.91%. Effects of ear shaded on different rice varieties are not the same: the grain weight per spike decreased 21.76% of Yongyou 8 shading; the 1000-grain weight decreased 4.32%. The grain weight per spike decreased 24.24% of Y two and 6 shading; the 1000-grain weight decreased 7.38%. The grain weight per spike decreased 21.78% of S product 8 shading; the 1000-grain weight decreased 6.16%. The grain weight per spike decreased 19.18% of S product 29 shading; the 1000-grain weight decreased 7.46%. The grain weight per spike decreased by 5.25% to 17.01% of cutting awn on barley; the 1000-grain weight decreased by 4.74% to 15.69%. Effects of cutting awn on different barley varieties are not the same: the grain weight per spike decreased 17.01% of Faibasiwu cutting awn; the 1000-grain weight decreased 15.69%. The grain weight per spike decreased 11.11% of Syurai cutting awn; the 1000-grain weight decreased 4.74%. The grain weight per spike decreased 5.25% of Wowomuki cutting awn; the 1000-grain weight decreased 7.36%. The grain weight per spike decreased 24.08% of barley shading; the 1000-grain weight decreased 24.72%.

Keywords

Rice, Barley, Ear Shading, Awn Cutting, The Grain Weight per Spike, The 1000-Grain Weight

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水稻是中国的主要粮食作物之一；而大麦是世界上最古老的农作物之一，距今已有数千年的栽培历史；大麦是种植最广泛的粮食作物，其播种面积和总产量仅次于小麦、水稻、玉米，居谷类作物第四位[1]。光合作用是决定作物产量的重要因素[2]，因为光能是植物进行光合作用的唯一能量来源，对作物生长及产量形成起着无可替代的作用[3]。大量研究表明，分蘖期遮光主要使水稻有效穗数大幅降低，减产 17.34%；拔节孕穗期遮光主要抑制了水稻中期的营养生长和穗分化程度，产量降低 41.35%；灌浆结实期遮光对产量影响最大，严重影响水稻的授粉、结实及籽粒充实，产量降幅达到 53.93%。

水稻是短日照作物，其光周期反应受短日照支配，表现出缩短日照时间促进水稻穗分化、延长日照时间延迟水稻穗分化的特性，即为水稻的感光性。光照是水稻进行光合作用的动力，也是水稻生长的能量来源，水稻产量的高低取决于光合物质生产能力、光合同化产物的运转和分配[4]，其最终产量决定于抽穗前的总库容量和抽穗后产生的灌浆物质，在总库容量相当的情况下，水稻产量的提高主要取决于抽穗后灌浆物质质量的增加；而水稻籽粒灌浆物质主要来自于抽穗后的光合同化物和抽穗前积累于茎鞘中的临时性贮存碳水化合物[5]。对水稻各生育期而言，抽穗至成熟期的光照条件对于产量的形成至关重要，此期的弱光天气对水稻产量有很大影响。有研究表明[6]，光强对强势粒的粒重影响较大，而对其灌浆持续时间的影响较小；对弱勢粒而言则既影响粒重又影响灌浆持续时间，弱光下籽粒的粒重减小，灌浆时间延长。

获得高产是种植水稻的最终目的，而光合物质的生产能力、光合同化产物的转运和分配能力最终决定产量的高低。生育前期光照亏缺主要造成分蘖数减少，有效穗降低，但减产幅度较轻，中后期尤其是齐穗开花后主要造成每穗粒数、结实率及千粒重大大降低，导致大幅减产，减产可达到 20%~50%，甚至更多。王玉夫等[7]认为，孕穗期光照强度与籽粒充实程度成正相关，而灌浆期光照匮乏则严重影响穗粒

数、结实率、千粒重和籽粒充实度，最终导致大幅度减产，这与蔡昆争等[8]的结论相同。因此，水稻全生育期中，光照充足是高产的必要条件，弱光条件(遮光)在水稻任何生育时期都会抑制产量的形成，且越到生育后期(尤其是开花齐穗后)对产量的影响越大。

叶片是作物光合作用的主要器官，在大麦的整个生育期中，叶面积的调控对光能利用、干物质积累及产量形成有重要作用。干物质积累高峰出现的时期晚于叶面积增长高峰，说明前期叶面积增长是后期干物质累积的基础。Gent 和 Kiyomoto (1989)研究指出，茎秆和叶片中的碳水化合物运转到籽粒，使得灌浆后期籽粒的生长速率比茎干物质累积的速率高得多，据报道在大麦不同器官的净光合生产对籽粒的贡献中，叶片占 25%~28%，仅次于茎秆。灌浆期是大麦产量形成的重要时期，茎叶贮藏的碳水化合物是后期谷粒增长的主要来源，茎叶贮藏物质的运转使开花后整个植株光合作用过程降低[9]。

小麦和大麦都是重要的粮食作物，前人对其产量形成等已进行了很多的研究，施生锦等[10]研究发现，小麦穗部光合作用最大达到整个冠层总光合的 65%，田纪春等[11]也指出穗部的绿色组织如颖壳、小穗轴和果皮等合成的光合同化物对子粒的贡献仅次于叶片，Nutbeam 等[12]则指出，小麦和大麦等单子叶植物的穗部组织中存在 C4 途径的关键酶 PEPC。魏爱丽等[13]也发现，小麦穗部组织 C4 途径关键酶 PEPC 的活性显著高于旗叶，可以将果皮内部呼吸代谢产生的 CO₂ 重新固定，并用于穗部组织的光合作用[14]。但是有关光合作用及关键酶活性的具体存在部位并没有明确的研究，小麦和大麦果皮包裹在种子的外面，对它们产量的形成起着重要的作用。

魏爱丽等[15]-[21]研究表明，穗是小麦光合产物的一个主要源，穗部对子粒的贡献率为 10%~76%，可见穗光合对小麦产量的形成起着非常重要的作用。李秀菊等[22]则指出小麦非叶光合器官在灌浆期有较强光合能力，其光合量占冠层总光合量的 56%左右，特别是下午非叶光合器官维持较高的光合能力。

大麦、小麦等麦类和水稻穗部均有芒，大麦的芒最为发达。麦类还具护颖、内外颖[23]。麦穗的各器官(护颖、外颖及芒、内颖、麦皮及穗轴)均含有叶绿素，都能进行光合作用；麦类穗部各器官光合色素的含量顺序为护颖 > 外颖 > 芒 > 旗叶[24]。麦芒、麦颖等穗部光合器官比例虽小，因与籽粒的距离短，其光合产物运输到籽粒的速度快、效率高。黎侠等[25] [26] [27]对大麦芒的研究表明，穗部对产量的贡献较大。

2. 材料与方法

2.1. 材料

水稻试验品种：Y 两优 2 号，S 品 8，甬优 8 号，S 品 29。

大麦试验品种：syurai (六棱)、faibasiwn (四棱)和 wowomuki (二棱)。

2.2. 方法

水稻遮光处理：在齐穗当天(8月15日)，齐穗后第11天(8月25日)，齐穗后第21天(9月5日)分别用长 25 cm，宽 10 cm 的 80 g/m² 牛皮纸袋套住穗部，同时在其附近找一株长势基本一致的穗子作为对照，并做相应的标记，各 20 穗。试验结束时(9月16日)将其穗子收回，测定稻穗的穗长、穗粒数、穗粒重和千粒重。

大麦去芒处理：在齐穗扬花授粉后(5月15日)用剪刀去掉穗部的半边麦芒，留麦芒的半边作对照，共 40 穗。试验结束时(6月21日)收获穗子，测定麦穗的穗粒数和穗粒重和千粒重(45℃烘 24 h)，去芒照片见图 1，全芒照片见图 2。

大麦遮光处理：在齐穗扬花授粉后(5月15日)用长 15 cm，宽 5 cm 的 g/m² 牛皮纸袋套住穗部，同时在其邻近找一株长势最为接近的麦穗作对照，并做标记，各 40 穗。试验结束时(6月21日)收获穗子，测定麦穗的穗粒数和穗粒重和千粒重(45℃烘 24 h)。



Figure 1. Picture of Gomang

图 1. 去芒图片



Figure 2. Full Mang

图 2. 全芒图片

3. 结果与分析

3.1. 遮光对水稻产量的影响

由表 1 可知，在同一遮光时期内，遮光对穗粒重的影响最大，其次是穗粒数和穗长，对千粒重的影响最小。在不同遮光时期内，齐穗后第 11 天开始遮光对穗粒重的影响大于齐穗当天开始遮光和齐穗后第 21 天开始遮光对穗粒重的影响；随着遮光时间的缩短，遮光对千粒重的影响也逐渐减小。

Table 1. Effect of shading on the yield of single ear of Y Liangyou No. 6

表 1. 遮光对 Y 两优 6 号单穗产量的影响

遮光日期	处理	穗长(cm)	穗粒数(粒)	穗粒重(g)	千粒重(g)
8 月 15 日	遮光	28.0	240.6	4.87	19.39
	不遮光	30.4	269.5	5.99	22.06
	±%	-7.9	-10.7	-18.72	-12.11
8 月 25 日	遮光	28.0	218.4	4.57	20.61
	不遮光	30.9	281.8	6.35	22.33
	±%	-9.4	-22.5	-28.10	-7.73
9 月 5 日	遮光	28.7	228.8	5.27	22.76
	不遮光	31.6	301.9	7.11	23.36
	±%	-9.2	-24.2	-25.89	-2.56

由表 2 可知，在同一遮光时期内，遮光对穗粒重的影响最大，其次是穗长和穗粒数，对千粒重的影响最小。在不同遮光时期内，齐穗当天开始遮光对穗粒重的影响最大，其次是齐穗后第 21 天开始遮光对穗粒重的影响，齐穗后第 11 天开始遮光对穗粒重的影响最小；遮光对千粒重的影响也逐渐减小。

Table 2. Effect of shading on single ear yield of S grade 8

表 2. 遮光对 S 品 8 单穗产量的影响

遮光日期	处理	穗长(cm)	穗粒数(粒)	穗粒重(g)	千粒重(g)
8 月 15 日	遮光	21.7	142.9	2.14	15.45
	不遮光	23.3	178.9	3.16	18.15
	±%	-6.9	-20.1	-32.44	-14.91
8 月 25 日	遮光	21.6	165.6	2.86	17.55
	不遮光	23.5	190.3	3.34	18.13
	±%	-8.1	-13.0	-14.14	-3.16
9 月 5 日	遮光	22.1	170.1	3.35	19.67
	不遮光	24.5	209.2	4.17	19.85
	±%	-9.8	-18.7	-19.81	-0.88

由表 3 可知，在同一遮光时期内，遮光对穗粒重的影响最大，其次是穗长和穗粒数，对千粒重的影响最小。在不同遮光时期内，齐穗后第 11 天开始遮光对穗粒重的影响大于齐穗当天开始遮光和齐穗后第 21 天开始遮光对穗粒重的影响；同时，随着遮光时间的缩短，遮光对千粒重的影响也逐渐减小。

Table 3. Effect of shading on the yield of Yongyou No. 8 single spike

表 3. 遮光对甬优 8 号单穗产量的影响

遮光日期	处理	穗长(cm)	穗粒数(粒)	穗粒重(g)	千粒重(g)
8 月 15 日	遮光	20.5	294.6	6.20	21.47
	不遮光	23.2	341.6	7.78	23.12
	±%	-11.6	-13.8	-20.28	-7.15
8 月 25 日	遮光	21.2	271.0	5.95	21.60
	不遮光	24.4	346.2	7.69	22.92
	±%	-13.1	-21.7	-22.60	-5.75
9 月 5 日	遮光	21.1	244.8	5.96	24.11
	不遮光	23.9	314.6	7.68	24.17
	±%	-11.7	-22.2	-22.41	-0.25

由表 4 可知, 在同一遮光时期内, 遮光对穗粒重的影响最大, 其次是穗粒数, 对千粒重的影响最小。在不同遮光时期内, 齐穗当天开始遮光对穗粒重的影响最大, 其次是齐穗后第 21 天开始遮光对穗粒重的影响, 齐穗后第 11 天开始遮光对穗粒重的影响最小; 遮光对千粒重的影响也逐渐减小。

Table 4. Effect of shading on the yield of single spike of S grade 29

表 4. 遮光对 S 品 29 单穗产量的影响

遮光日期	处理	穗长(cm)	穗粒数(粒)	穗粒重(g)	千粒重(g)
8 月 15 日	遮光	23.8	165.4	2.54	16.19
	不遮光	26.3	200.3	3.74	18.96
	±%	-9.5	-17.4	-32.01	-14.58
8 月 25 日	遮光	25.2	198.8	3.89	18.74
	不遮光	26.8	209.9	4.15	20.14
	±%	-5.9	-5.3	-6.36	-6.95
9 月 5 日	遮光	22.9	166.7	2.86	17.79
	不遮光	25.4	199.5	3.60	17.88
	±%	-9.8	-16.5	-20.63	-0.49

由表 5 可知, 同一个水稻品种, 遮光对穗粒重的影响较大, 对千粒重的影响较小, 遮光对不同水稻品种的影响也不相同。表 5 结果表明, 甬优 8 号遮光穗长降低 12.2%, 穗粒数减少 19.2%, 穗粒重降低 21.76%, 千粒重降低 4.32%; Y 两优 6 号遮光穗长降低 8.8%, 穗粒数减少 19.7%, 穗粒重降低 24.24%, 千粒重降低 7.38%; S 品 8 遮光穗长降低 8.3%, 穗粒数减少 17.1%, 穗粒重降低 21.78%, 千粒重降低 6.16%; S 品 29 遮光穗长降低 8.4%, 穗粒数减少 12.4%, 穗粒重降低 19.18%, 千粒重降低 7.46%。

3.2. 去芒对大麦产量的影响

大麦麦芒含有大量叶绿素, 表面积大, 且互不遮光, 其光合作用受太阳照射角的影响小, 光合作用效率高, 对产量的贡献可观。表 6 为去芒试验大麦穗粒数、穗粒重和千粒重测定结果。表 6 结果表明,

Faibasiwu 去芒穗粒数降低 1.6%，穗粒重降低 17.01%，千粒重降低 15.69%；Syurai 去芒穗粒数降低 1.8%，穗粒重降低 11.11%，千粒重降低 4.74%；Wowomuki 去芒穗粒数降低 1.5%，穗粒重降低 5.25%，千粒重降低 7.36%。去芒对穗粒数影响不大，均下降 1.5%左右，但去芒对穗粒重及千粒重影响较大，且与品种特性有关，六棱 > 四棱 > 二棱，这与有关研究结果比较一致[28] [29] [30]。

Table 5. Effects of shading on rice yield
表 5. 遮光对水稻产量的影响

品种	处理	穗长(cm)	穗粒数(粒)	穗粒重(g)	千粒重(g)
甬优 8 号	遮光	20.9	270.0	6.04	22.39
	不遮光	23.8	334.0	7.72	23.40
	±%	-12.2	-19.2	-21.76	-4.32
Y 两优 6 号	遮光	28.2	229.0	4.91	20.92
	不遮光	30.9	285.0	6.48	22.58
	±%	-8.8	-19.7	-24.24	-7.38
S 品 8	遮光	21.8	160.0	2.78	17.56
	不遮光	23.8	193.0	3.56	18.71
	±%	-8.3	-17.1	-21.78	-6.16
S 品 29	遮光	23.9	177.0	3.10	17.58
	不遮光	26.2	202.0	3.83	18.99
	±%	-8.4	-12.4	-19.18	-7.46

Table 6. Effects of mango on barley yield
表 6. 去芒对大麦产量的影响

品种	处理	穗粒数(粒)	穗粒重(g)	千粒重(g)
Faibasiwu	去芒	56.9	1.59	27.97
	留芒	57.8	1.92	33.17
	±%	-1.6	-17.01	-15.69
Syurai	去芒	56.7	1.69	31.59
	留芒	57.2	1.91	33.16
	±%	-1.8	-11.11	-4.74
Wowomuki	去芒	24.2	0.98	39.88
	留芒	24.5	1.03	43.05
	±%	-1.5	-5.25	-7.36

3.3. 遮光对大麦产量的影响

由表 7 可知，穗部遮光对穗粒数的影响较小，遮光处理会使穗粒数微增 0.89%，穗粒重和千粒重分别减少 24.08%和 24.72%。穗部遮光是采用 100 g/m²的牛皮纸，不能彻底遮光，遮光率为 30%，如果 100%遮光，估计穗部产量会降低 30%左右。

Table 7. Effects of panicle shading on barley (Syurai) yield
表 7. 穗部遮光对大麦(Syurai)产量的影响

处理	遮光	不遮光	±%
穗粒数(粒)	56.50	56.00	0.89
穗粒重(g)	1.55	2.05	-24.08
千粒重(g)	26.09	34.67	-24.72

4. 结果与讨论

本试验做了水稻遮光对穗部产量的影响比较,还做了大麦遮光与去芒对穗部产量的影响比较。

水稻遮光试验结果表明,遮光会使穗粒重降低 6.36%~32.44%,千粒重降低 0.25%~14.91%。同一水稻品种,不同遮光时期对产量的影响也不相同,甬优 8 号和 Y 两优 6 号齐穗后第 11 天开始遮光对产量的影响最大,S 品 8 和 S 品 29 齐穗当天开始遮光对产量的影响最大。遮光对不同水稻品种的影响也不相同,Y 两优 6 号 > S 品 8 > 甬优 8 号 > S 品 29。

大麦去芒试验结果表明,大麦去芒穗粒重降低 5.25%~17.01%,千粒重降低 4.74%~15.69%。遮光对不同大麦品种的影响也不相同,syurai(六棱)>faibasiwn(四棱)>wowomuki(二棱)。

大麦遮光试验结果表明,Syurai 遮光穗粒重降低 24.08%,千粒重降低 24.72%,但遮光对穗粒数有微增的效果,穗粒数微增 0.89%。

参考文献

- [1] 陈晓静,陈和,陈健,等. 推进大麦生产的意义及利用价值的探讨[J]. 大麦科学, 2003(3): 7-9.
- [2] 杜维广,张桂茹,等. 大豆光合作用与产量关系的研究[J]. 大豆科学, 1999, 18(2): 61-66.
- [3] 许大全. 光合作用效率[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002: 164-167.
- [4] 吕军,王伯伦,孟维韧,赵凤艳. 不同穗型粳稻的光合作用与物质生产特性[J]. 中国农业科学, 2007, 40(5): 902-908.
- [5] 马莲菊,李雪梅,王艳. 源库处理对两种不同穗型水稻品种籽粒灌浆的影响[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2006, 24(4): 470-473.
- [6] Tanaka, A. (1958) Studies on the Characteristics of the Physiological Function of Leaf of Definite Position on Stem of the Rice Plant. *Science Soil Manure*, **29**, 327-331.
- [7] 王玉夫,张洪程,赵新华,等. 温光对水稻籽粒充实度的影响[J]. 中国农业科学, 2001, 34(4): 396-402.
- [8] 蔡昆争,骆世明. 不同生育期遮光对水稻生长发育和产量形成的影响应用[J]. 生态学报, 1999, 10(2): 193-196.
- [9] 杨建明,沈秋泉. 我国大麦生产、需求与育种对策[J]. 大麦科学, 2003(1): 1-6.
- [10] 施生锦,黄彬香,王志敏. 小麦不同光合器官的光合性能研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(4): 10-11.
- [11] 田纪春,王延训,唐绍磊. 不同类型超级小麦不同光合器官与子粒产量的关系[J]. 山东农业科学, 2005(4): 12-14.
- [12] Nutbeam, A.R. and Duffus, C.M. (1976) Evidence for C₄ Photosynthesis in Barley Pericarp Tissue. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **70**, 1198-1203. [https://doi.org/10.1016/0006-291X\(76\)91029-9](https://doi.org/10.1016/0006-291X(76)91029-9)
- [13] 魏爱丽,王志敏. 小麦不同光合器官对穗粒重的作用及基因型差异研究[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(2): 57-61.
- [14] Bort, J., Brown, R.H. and Araus, J.L. (1996) Refixation of Respiratory CO₂ in the Ears of C₃ Cereals. *Journal of Experimental Botany*, **47**, 1567-1575. <https://doi.org/10.1093/jxb/47.10.1567>
- [15] 魏爱丽,王志敏,翟志席,龚元石. 土壤干旱对小麦旗叶和穗器官 C₄ 光合酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2008, 36(5): 508-512.
- [16] 罗春梅. 小麦开花后穗部同化物对子粒产量形成的影响[J]. 安徽农业科学, 1984(2): 11-16.
- [17] Evans, L.T., Wardlaw, I.F. and Fischeff, R.A. (1992) Wheat. In: Evans, LT, Ed., *Crop Physiology: Some Case Histories*, Cambridge University Press, Cambridge, 101-150.

- [18] Araus, J.L., Brown, R.H., Febrero, A., Bort, J. and Serret, M.D. (1993) Ear Photosynthesis, Carbon Isotope Discrimination and the Contribution of Respiratory CO₂ to Differences in Grain Mass in Durum Wheat. *Plant Cell and Environment*, **16**, 383-392.
- [19] Johnson, R.R. and Moss, D.N. (1976) Effect of Water Stress on ¹⁴CO₂ Fixation and Translocation in Wheat during Grain Filling. *Crop Science*, **16**, 697-701. <https://doi.org/10.2135/cropsci1976.0011183X001600050024x>
- [20] 杜久元, 周祥椿, 杨立荣. 不同小麦品种植株光和器官受损对单穗子粒产量的影响及其补偿效应[J]. 麦类作物学报, 2004, 24(1): 35-39.
- [21] 盛承师. 小麦冠层形态结构与籽粒产量的关系(一) [J]. 麦类作物学报, 1986(4): 20-24.
- [22] 李秀菊, 职明星, 石晓华, 陈春艳. 小麦穗光合对不同花位籽粒及颖壳的影响[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(5): 146-148.
- [23] 熬立万. 湖北小麦[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2002: 42-43.
- [24] 魏爱丽, 邢勇, 张小冰, 宋敏丽. 小麦穗光合作用对干旱胁迫的响应[J]. 太原师范学院学报(自然科学版), 2005, 4(4): 78-80.
- [25] 黎侠, 杨文新. 大麦芒的作用初探[J]. 大麦科学, 1996, 47(2): 14-15.
- [26] 高如高, 张宝军, 李文瑞. 大麦芒对籽粒产量的作用[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 1990, 18(1): 13-18.
- [27] 杨煌峰, 唐桂香, 陆定志. 大麦不同光合组织对籽粒充实及产量的影响[J]. 浙江农业科学, 1989(5): 201-204.
- [28] 黎侠, 杨文新. 大麦芒的作用初探[J]. 大麦科学, 1996, 47(2): 14-15.
- [29] 高如高, 张宝军, 李文瑞. 大麦芒对籽粒产量的作用[J]. 西北农业大学学报, 1990(1): 13-17.
- [30] 杨煌峰, 唐桂香, 陆定志. 大麦不同光合组织对籽粒充实及产量的影响[J]. 浙江农业科学, 1989(5): 201-204.