

网络出版时间:2016-10-09 10:08 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2016.11.011
网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20161009.1008.022.html

不同氮磷水平对啤酒大麦产量和品质及 氮肥农学效率的影响

徐银萍

(甘肃省农业科学院 经济作物与啤酒原料研究所,甘肃 兰州 730070)

【摘要】【目的】研究不同氮磷肥施用水平下啤酒大麦的农艺性状、产量、品质、氮肥农学效率和经济效益,为啤酒大麦生产提供科学合理的施肥依据。【方法】在田间试验条件下,以啤酒大麦新品种“甘啤 7 号”为材料,设 7 个施肥处理,分别为: N0P0(对照,CK), N 0 kg/hm² + P₂O₅ 0 kg/hm²; N45P45, N 45 kg/hm² + P₂O₅ 45 kg/hm²; N90P90, N 90 kg/hm² + P₂O₅ 90 kg/hm²; N135P135, N 135 kg/hm² + P₂O₅ 135 kg/hm²; N180P180, N 180 kg/hm² + P₂O₅ 180 kg/hm²; N225P225, N 225 kg/hm² + P₂O₅ 225 kg/hm²; N270P270, N 270 kg/hm² + P₂O₅ 270 kg/hm², 研究不同施肥处理对啤酒大麦产量及其构成因素、品质、氮肥农学效率及经济效益的影响。【结果】氮磷施用水平低于 135 kg/hm² 时,啤酒大麦籽粒产量随施肥量的增加而增大;氮磷肥施用水平超过 135 kg/hm² 时,籽粒产量随施肥量的增加而降低。施肥处理对成穗数和穗粒数总体有显著影响,对千粒质量影响不显著;产量与成穗数、穗粒数、千粒质量、株高呈极显著或显著正相关,表明成穗数和穗粒数对籽粒产量起着非常重要的作用。随着施肥量的增加,籽粒蛋白质含量明显提高,而籽粒饱满度和氮肥农学效率总体降低。氮磷肥施用水平在 90~135 kg/hm² 时,啤酒大麦各项测定指标综合表现较优,籽粒产量较对照增产 37%~47%,氮肥农学效率为 23.36~27.91 kg/kg,蛋白质含量在 12.0%~13.0%,饱满度均在 92%以上,符合啤酒大麦酿造要求,而且此时纯经济收入也较高,为 14 184.8~14 691.1 元/hm²。【结论】综合考虑“甘啤 7 号”高产、优质和氮肥高效利用,推荐该区“甘啤 7 号”适宜氮磷肥施用量为 90~135 kg/hm²。

【关键词】 啤酒大麦;氮磷肥水平;氮肥农学效率;经济效益

【中图分类号】 S512.3⁺10.62

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2016)11-0077-06

Effects of nitrogen and phosphate rates on yield, quality and nitrogen use efficiency of malt barley

XU Yinping

(Institute of Economic Crops and Beer Materials, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: 【Objective】 The agronomic traits, yield, quality and economic benefit of malt barley under different nitrogen and phosphate levels were studied to provide basis for scientific and reasonable fertilization. 【Method】 The malt barley varieties Ganpi 7 was planted with seven fertilizer treatments: N0P0(CK) N 0 kg/hm² + P₂O₅ 0 kg/hm², N45P45 N 45 kg/hm² + P₂O₅ 45 kg/hm², N90P90 N 90 kg/hm² + P₂O₅ 90 kg/hm², N135P135 N 135 kg/hm² + P₂O₅ 135 kg/hm², N180P180 N 180 kg/hm² + P₂O₅ 180 kg/hm², N225P225 N 225 kg/hm² + P₂O₅ 225 kg/hm², and N270P270 N 270 kg/hm² + P₂O₅ 270 kg/hm². Then, the effects of different nitrogen and pure phosphorus levels on yield, yield components, quality and nitrogen use

【收稿日期】 2015-05-14

【基金项目】 甘肃省农业科学院中青年基金项目(2015GAAS41);国家大麦(青稞)现代农业产业技术体系项目(CARS-05)

【作者简介】 徐银萍(1978—),女,甘肃民勤人,助理研究员,硕士,主要从事啤酒大麦育种和栽培研究。

E-mail: xuyinping7810@163.com

efficiency were studied. 【Result】 Grain yield increased with the increase of fertilizer level when it was lower than 135 kg/hm^2 , while it decreased with increase of fertilizer level above 135 kg/hm^2 . The yield components were significantly influenced by fertilizer level and there were significant positive correlations between ear number, grain number and grain yield, indicating that ear number and grain number were very important to grain yield. With the increase of fertilizer level, grain protein content increased significantly, while grain plumpness and nitrogen use efficiency reduced significantly. The comprehensive performance indicators were optimal for malt barley when fertilizer level was $90\text{--}135 \text{ kg/hm}^2$. The production increased by $37\%\text{--}47\%$, the nitrogen use efficiency was $23.36\text{--}27.91 \text{ kg/kg}$, the grain protein content was $12.0\%\text{--}13.0\%$, and the plumpness was above 92% , all in accordance with the requirements of malt barley. The economic benefit of $14\,184.8\text{--}14\,691.1 \text{ RMB/hm}^2$ was also the best. 【Conclusion】 Comprehensively considering yield, quality and nitrogen use efficiency, the appropriate fertilizer level was $90\text{--}135 \text{ kg/hm}^2$ for Ganpi 7 in Wuwei region.

Key words: malt barley; fertilizer; nitrogen agronomic efficiency; economic benefit

氮素是作物生长不可或缺的重要营养元素,也是作物产量形成的主要营养因素之一,氮肥的合理施用是获得作物高产优质的必要措施^[1]。氮肥施用量的高低不仅影响其利用效率、经济效益,更关乎生态环境的可持续发展^[2-4]。目前提高作物产量及其氮素利用效率的研究较多。王余龙等^[5]、石庆华等^[6]、苏祖芳等^[7]、陶帅平等^[8]、邹应斌等^[9]提出了水稻获得较高产量的合理施肥措施。彭显龙等^[10]进行了施肥与水稻需肥规律的研究。朱兆良^[11-12]通过总结我国已有的大量田间试验结果,提出了我国主要粮食作物的氮肥利用率为 $28\%\text{--}41\%$ 。张福锁等^[13]分析了近年来全国粮食主产区的 1 300 多个田间试验结果,指出目前条件下水稻、玉米和小麦的氮肥农学效率分别为 $10.4, 9.8$ 和 8.0 kg/kg , 氮肥利用率分别为 $28.3\%, 26.1\%$ 和 28.2% 。在啤酒大麦生产过程中,除品种遗传因素影响外,栽培措施中施肥对啤酒大麦品质也具有重要作用。孙炳玲等^[14]研究认为:氮、磷施用量明显影响啤酒大麦籽粒产量及蛋白质含量,施氮肥不仅提高大麦产量,还可增加蛋白质含量。沈会权等^[15]研究发现,施磷也可提高啤酒大麦产量,但对蛋白质含量有抑制作用。徐银萍等^[16]利用啤酒大麦专用肥和生态肥不同配比对啤酒大麦“甘啤 4 号”产量和品质影响的研究认为, 600 kg/hm^2 啤酒大麦专用肥 + 150 kg/hm^2 生态肥是“甘啤 4 号”高产、优质和高效的最佳施肥方案。但目前有关氮磷不同施肥水平对啤酒大麦新品种“甘啤 7 号”综合品质影响的研究还比较少。本研究以“甘啤 7 号”为材料,研究不同氮磷施肥处理对啤酒大麦产量、品质和氮肥农学效率的影响,旨在为啤酒大麦生产提供高产、优质和高效的施肥依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2014 年在甘肃省武威市凉州区黄羊镇大麦综合试验站进行,该区域属大陆性温带干旱半干旱气候区,位于甘肃省河西走廊东部,为典型的绿洲灌溉农业区,年日照时数 $2\,360\text{--}2\,920 \text{ h}$, 平均海拔 $1\,766 \text{ m}$, 无霜期 $135\text{--}150 \text{ d}$, 年均气温 $6.5 \text{ }^\circ\text{C}$, 年平均降雨量 210 mm , 年蒸发量 $2\,019 \text{ mm}$ 。试验地土壤为灌漠土,耕层 ($0\text{--}20 \text{ cm}$) 土壤理化性质为:有机质 25.1 g/kg , 碱解氮 83 mg/kg , 有效磷 10.8 mg/kg , 速效钾 192 mg/kg , pH 8.42 。

1.2 试验设计

试验以“甘啤 7 号”为供试材料,设 7 个处理,分别为: N0P0 (对照, CK), $\text{N } 0 \text{ kg/hm}^2 + \text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 0 \text{ kg/hm}^2$; N45P45 , $\text{N } 45 \text{ kg/hm}^2 + \text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 45 \text{ kg/hm}^2$; N90P90 , $\text{N } 90 \text{ kg/hm}^2 + \text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 90 \text{ kg/hm}^2$; N135P135 , $\text{N } 135 \text{ kg/hm}^2 + \text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 135 \text{ kg/hm}^2$; N180P180 , $\text{N } 180 \text{ kg/hm}^2 + \text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 180 \text{ kg/hm}^2$; N225P225 , $\text{N } 225 \text{ kg/hm}^2 + \text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 225 \text{ kg/hm}^2$; N270P270 , $\text{N } 270 \text{ kg/hm}^2 + \text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 270 \text{ kg/hm}^2$; $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ 质量比为 $1:1$ 。小区面积 10 m^2 ($5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$), 每小区种植 8 行, 3 次重复, 行距 0.25 m , 氮肥用含氮 46% 的尿素, 磷肥用磷酸二铵 ($\text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 46\%$, $\text{N } 18\%$), 所有化肥均作为基肥播种前一次性施入。播种量为 300 kg/hm^2 , 于 03-16 人工手锄开沟撒播, 07-10 收获。全生育期灌水 2 次, 灌溉方式为大水浇灌, 于 05-10 浇第 1 水, 06-20 浇第 2 水。

1.3 测定项目及方法

田间观察记载以每个小区内 70% 以上植株表

现此生育期特征作为进入该生育期的标准。试验按小区收获后脱粒,晾晒计产。大麦成熟后,每小区在相同样行中取 10 株用以考种。

收获后测定每区大麦蛋白质含量和饱满度。蛋白质含量(% ,质量分数)采用 1241 近红外快速品质分析仪测定,饱满度采用 K3 分级筛按照 GB/T 7416—2000 方法测定,千粒质量用称重法测定。

氮肥农学效率 (ANUE) = (施氮小区大麦产量 - 对照小区大麦产量) / 施氮量^[17-18]。

1.4 数据统计方法

试验数据使用 Microsoft Excel 2003 进行统计, SPSS 18.0 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮磷施肥水平对啤酒大麦籽粒产量及其构成因子的影响

由表 1 可见,随着施肥量的增加,啤酒大麦籽粒

产量呈现出先增高后降低的趋势,其中氮磷肥施用水平均为 135 kg/hm² 处理的产量最高,为 9 911.73 kg/hm²;氮磷肥施用水平均为 180 和 90 kg/hm² 处理的产量次之,分别为 9 324.40 和 9 269.70 kg/hm²;氮磷肥施用水平均为 45,90,135,180,225,270 kg/hm² 时产量较对照分别显著增加了 19%,37%,47%,39%,17%和 10%。啤酒大麦成穗数呈现出与产量相同的变化趋势,即随着施肥量的增加,成穗数呈现先增高后降低的趋势,氮磷肥施用水平均为 90,135,180,225,270 kg/hm² 处理的成穗数较对照分别显著提高了 20.28%,24.03%,19.14%,13.81%,10.74%。氮磷肥施用水平均为 45,90,135,180,225,270 kg/hm² 处理的穗粒数较对照显著提高了 1.08%,21.61%,23.97%,19.20%,15.03%,8.06%。而 6 个施肥处理千粒质量与对照差异不显著($P>0.05$)。

表 1 不同氮磷施肥处理对啤酒大麦籽粒产量及其构成因子的影响

Table 1 Effect of different nitrogen and phosphorus levels on yield components and actual output of malt barley					
处理 Treatment	产量/(kg·hm ⁻²) Grain yield	增产率/% Rate of increase	成穗数/(万·hm ⁻²) Ear number	穗粒数 Grain number	千粒质量/g 1 000-seed weight
CK	6 757.80±195.09 Ce		755.92±48.13 Dd	20.36±1.27 Ab	57.14±6.65 Aa
N45P45	8 013.80±184.70 Bc	19	803.65±25.20 CDcd	22.92±0.55 Aa	57.64±2.98 Aa
N90P90	9 269.70±147.17 Ab	37	909.24±19.21 Abab	24.76±3.51 Bc	63.55±11.85 Aa
N135P135	9 911.73±97.48 Aa	47	937.64±42.35 Aa	25.24±3.56 Bc	65.87±6.47 Aa
N180P180	9 324.40±295.76 Ab	39	900.58±37.97 ABab	24.27±3.55 Bc	57.07±3.19 Aa
N225P225	7 938.43±50.89 Bc	17	860.30±20.34 ABCbc	23.42±0.29 Bc	56.47±7.41 Aa
N270P270	7 412.40±551.26 BCd	10	837.12±34.34 BCDc	22.00±1.54 Bc	55.71±7.33 Aa

注:同列数据后标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 2 同。
Note: Different uppercase and lowercase letters in each column indicate extremely significant ($P<0.01$) and significant ($P<0.05$) differences, respectively. The same table 2.

2.2 不同氮磷施肥水平对啤酒大麦主要农艺性状、氮肥农学效率及籽粒品质的影响

由表 2 可见,施肥量与株高呈现出极显著正相关($r=0.653^{**}$),其中氮磷肥施用水平均为 90,135,180,225,270 kg/hm² 处理的株高较对照分别增加 14.41%,15.71%,18.25%,13.27%,18.92% ($P<0.05$)。从不同氮磷肥施用水平对啤酒大麦穗长的影响来看,各处理之间差异不显著,施肥量与穗长相关系数仅为 0.332。不同氮磷肥施用水平对啤酒大麦氮素的吸收和利用有明显影响,随着施肥量的增加啤酒大麦氮肥农学效率降低,即施肥量与氮肥农学效率 (ANUE) 呈负相关($r=-0.329$),氮磷肥施用水平均为 45,90,135,180 kg/hm² 处理的氮肥农学效率分别为 27.91,27.91,23.36,14.26 kg/kg,而氮磷肥施用水平均为 225,270 kg/hm² 处

理的氮肥农学效率明显降低,仅为 5.25,2.42 kg/kg。
从表 2 可以看出,随着氮磷施入量的增加,啤酒大麦籽粒蛋白质含量总体显著提高,施肥量与籽粒蛋白质含量呈现极显著正相关($r=0.947^{**}$)。氮磷肥施用水平均为 0,45,90 kg/hm² 处理的啤酒大麦籽粒蛋白质含量均达到了国家优级酿造标准(蛋白质含量 $<12.5\%$);氮磷肥施用水平均为 135,180 kg/hm² 处理的籽粒蛋白质含量达到国家一级酿造标准($12.5\%\leq$ 蛋白质含量 $\leq 13.5\%$);氮磷肥施用水平均为 225,270 kg/hm² 处理的籽粒蛋白质含量均超过国家二级酿造标准(蛋白质含量 $>13.5\%$)。随着施肥量的增加,啤酒大麦籽粒饱满度总体显著降低($r=-0.732^{**}$),除了氮磷肥施用量均为 270 kg/hm² 处理之外,其余处理的籽粒饱满度均处于国家优级酿造标准以上(饱满度 $\geq 80\%$)。

表 2 不同氮磷施肥处理对啤酒大麦主要农艺性状、氮肥农学效率、籽粒蛋白质和饱满度的影响
Table 2 Effect of different fertilization level on agronomic characters, ANUE, protein and plumpness

处理 Treatment	株高/cm Plant height	穗长/cm Ear length	氮肥农学效率/ (kg·kg ⁻¹) ANUE	籽粒蛋白质 含量/% Protein content	饱满度/% Plumpness
CK	78.90±3.51 Bb	7.33±0.06 Aa		11.07±0.65 Ec	92.35±2.36 Aa
N45P45	85.60±5.01 ABab	7.80±0.10 Aa	27.91	11.57±0.21 Dc	91.62±1.06 Aa
N90P90	90.27±0.90 ABa	7.77±0.21 Aa	27.91	12.43±0.29 CDb	92.19±5.62 Aa
N135P135	91.30±7.65 Aa	7.63±0.72 Aa	23.36	12.80±0.36 Cb	92.68±1.15 Aa
N180P180	93.30±4.68 Aa	7.50±0.20 Aa	14.26	12.97±0.47 BCb	83.20±4.94 ABb
N225P225	89.37±4.01 ABa	7.87±0.23 Aa	5.25	13.90±0.26 ABa	80.41±7.81 ABb
N270P270	93.83±2.45 Aa	7.93±0.51 Aa	2.42	14.37±0.42 Aa	79.57±5.49 Bb
与施肥量的相关系数 Correlation coefficient	0.653**	0.332	-0.329	0.947**	-0.732**

注：* 和 ** 分别代表相关性显著($P<0.05$)和极显著($P<0.01$)。表 3 同。
Note: * and ** indicate significant difference ($P<0.05$) and extremely significant difference ($P<0.01$), respectively. The same table 3.

2.3 啤酒大麦农艺性状与籽粒产量的相关性

由表 3 可见,不同氮磷肥施用水平条件下,啤酒大麦各农艺性状之间的相关关系表现为:株高与穗长、成穗数呈现显著正相关;成穗数与穗粒数呈现显著正相关;穗粒数与千粒质量呈现显著正相关。产

量与株高和千粒质量呈现显著正相关;产量与成穗数和穗粒数呈现极显著正相关。说明本研究中啤酒大麦籽粒产量主要受到成穗数、穗粒数、株高、千粒质量的影响,其影响顺序为成穗数>穗粒数>株高>千粒质量。

表 3 啤酒大麦农艺性状与籽粒产量的相关性
Table 3 Relationship of agronomic characters and grain yield for malt barley

指标 Index	株高 Plant height	穗长 Ear length	成穗数 Ear number	穗粒数 Grain number	千粒质量 1 000-seed weight	产量 Grain yield
株高 Plant height	1.000	0.508*	0.483*	0.273	-0.078	0.444*
穗长 Ear length		1.000	0.084	-0.073	-0.053	-0.018
成穗数 Ear number			1.000	0.500*	0.332	0.832**
穗粒数 Grain number				1.000	0.663**	0.637**
千粒质量 1 000-seed weight					1.000	0.434*

2.4 不同氮磷施肥水平下啤酒大麦的经济效益

由表 4 可见,不同氮磷施肥处理下啤酒大麦的经济效益差异明显。其中氮磷肥施用水平均为 135 kg/hm² 处理的纯经济收入最高,为 14 691.1 元/hm²,其次为氮磷肥施用水平均为 90 kg/hm² 处理,其纯经济收入为 14 184.8 元/hm²。与对照相比,氮磷肥施用水平均为 45,90,135 和 180 kg/hm²

处理的纯经济收入分别增加了 16.18%,32.37%,37.09%,18.88%。而氮磷肥施用水平均为 225 和 270 kg/hm² 处理的纯经济收入较低,分别比对照降低了 14.25%和 31.32%。说明根据当地土地肥力情况,氮磷肥施用水平在 90~135 kg/hm² 时经济效益最佳。

表 4 不同氮磷施肥处理啤酒大麦经济效益的比较
Table 4 Economic benefits of malt barley under different fertilization levels

处理 Treatment	总产值 Output value	投入 Input			纯经济收入 Pure income
		物资 Material	用工 Labor	合计 Total	
CK	13 515.76	900.0	1 899.8	2 799.8	10 716.0
N45P45	16 027.63	1 677.5	1 899.8	3 577.3	12 450.3
N90P90	18 539.58	2 455.0	1 899.8	4 354.8	14 184.8
N135P135	19 823.46	3 232.5	1 899.8	5 132.3	14 691.1
N180P180	18 648.84	4 010.0	1 899.8	5 909.8	12 739.0
N225P225	15 876.87	4 787.5	1 899.8	6 687.3	9 189.5
N270P270	14 824.98	5 565.0	1 899.8	7 464.8	7 360.2

注:肥料投入按市场实际购买价计算,种子投入按市场价 3 元/kg 计算,所用劳动力按每天作业 8 h、50 元计算,啤酒大麦籽粒价格按市场价 2 元/kg 计算。
Note:Fertilizer input was counted based on the actual buying price,seed input was counted based on the market price of 3 Yuan/kg,labor input was counted based on 50 Yuan per day (8 h) per person,and malt barley grain price was counted based on the market price of 2 Yuan/kg.

3 讨 论

适宜氮磷量的确定除了与施肥量和施肥措施有关外,还与基础地力、作物品种等因素有关。张耀鸿等^[19]、曾建中等^[20]在水稻方面的研究表明,一定施氮量范围内,籽粒产量随施氮量的增加而增大,超过一定范围后则产量下降,甚至引起水稻后期生长过旺,造成实粒、千粒质量等产量构成因子降低。本研究中,当氮磷肥施用水平低于 135 kg/hm² 时,啤酒大麦产量增幅随施肥量的增加而提高;当氮磷肥施用水平超过 135 kg/hm² 时,产量增幅随施肥量的增加而减少,氮磷肥施用水平均为 225、270 kg/hm² 时尤为明显。

啤酒大麦产量构成因子主要有成穗数、穗粒数和千粒质量等,它们对籽粒产量的贡献因品种、施肥水平和栽培措施不同而有差异^[21]。本研究表明,合适的氮磷施入量可以增加啤酒大麦籽粒产量,增产的主要原因是增加了成穗数、穗粒数和千粒质量。因此,啤酒大麦氮磷施肥量的确定应在确保啤酒大麦有较高成穗数的前提下兼顾其穗粒数和千粒质量,以达到啤酒大麦高产的目的。另外,本研究中所有施肥处理之间穗长和千粒质量差异均不显著,这可能主要由品种自身因素所决定,还有可能是由于氮磷肥施用水平为 0~45 kg/hm² 时,土壤养分含量少,成穗主要依靠主穗成穗,每个籽粒获得的养分充足,千粒质量高;而氮磷肥施用水平为 90~270 kg/hm² 时土壤中的养分含量能够满足植株生长过程中所需养分需要,分蘖数较前者增加了 1~2 个,分蘖穗和主穗生长保持整齐一致,所以千粒质量也较高。

本研究结果表明,不同施肥处理对氮素的吸收利用效率影响很大。氮肥农学效率均随施肥量的增加而降低,即施肥量与氮肥农学效率(ANUE)呈现负相关($r=-0.329$),这也说明啤酒大麦在低氮磷肥土壤条件下对氮肥的反应比在高氮磷肥条件下更为敏感,这也与彭显龙等^[10]在水稻上的研究一致。说明在啤酒大麦生产中降低氮肥施用量是提高其氮肥利用率的途径之一,但施氮量过低,产量会严重降低,所以在实际生产中必须二者兼顾。

由于生产中优质啤酒大麦籽粒蛋白质含量必须为 10.0%~12.5%,欧洲酿造协会要求大麦籽粒蛋白质含量低于 11.5%,因此大麦生产中应协同考虑其产量和品质因素。本研究中,啤酒大麦籽粒蛋白质含量随着施肥量的增加明显提高,这与孙炳玲等^[14]的研究结果一致;而籽粒饱满度随着施肥量增加明显降低。

本研究中,氮磷肥施用水平均为 45~180 kg/hm² 处理的纯经济收入明显高于对照,而氮磷肥施用水平均为 225~270 kg/hm² 处理的纯经济收入明显低于对照,说明各处理之间在种子和人工投入相同的情况下,其经济效益之间的差异主要是由其化肥投入和产量不同所致,其中氮磷肥施用水平均为 90~135 kg/hm² 处理的经济效益最为明显。

4 结 论

有关 N、P、K 施肥水平对作物产量影响的相关研究较多,但由于受土壤肥力、气候等因素的影响,其结果有所不同。但是根据其研究目的和用途不同,施肥水平一定要与所追求的产量和品质水平相协调。本研究表明,在当地生态和栽培措施条件下,6 个氮磷施肥处理较对照增产均在 10% 以上,而且氮磷施肥水平在 90~180 kg/hm² 时增产效果更为明显,增产率 $\geq 35\%$ 。产量与株高和千粒质量呈显著正相关,与成穗数和穗粒数呈极显著正相关;产量构成因素中影响产量的顺序为成穗数>穗粒数>株高>千粒质量。氮磷肥施用水平均在 90~135 kg/hm² 时,啤酒大麦氮肥农学效率为 23.36~27.91 kg/kg,籽粒蛋白质含量在 12.0%~13.0%,饱满度均在 92% 以上,符合啤酒酿造要求,而且纯经济收入最佳。因此,氮磷肥施用量 90~135 kg/hm² 是“甘啤 7 号”生产中较为科学合理的参考施肥量。本研究仅为一年试验结果,关于啤酒大麦各个生育时期以及各个器官中氮磷含量、累积和吸收规律在不同施肥水平下存在的差异,还需进一步研究和试验。

【参考文献】

- [1] 陆景陵. 植物营养学 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
Lu J L. Plant nutrition [M]. Beijing: Press of China Agricultural University, 2003.
- [2] Schepers J S, Below F E. Influence of corn hybrid on nitrogen uptake and utilization efficiency [C]//Wilkinson D. Proceedings of forty-second annual corn and sorghum. Washington D C: American Seed Assoc, 1987: 172-186.
- [3] 邓美华, 谢迎新, 熊正琴, 等. 长江三角洲氮收支的估算及其环境影响 [J]. 环境科学学报, 2007, 27(10): 1709-1716.
Deng M H, Xie Y X, Xiong Z Q, et al. Nitrogen budgets of the Yangtze delta region and their effect on the environment [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2007, 27(10): 1709-1716.
- [4] 宇万太, 姜子绍, 周 桦, 等. 不同施肥制度对作物产量及肥料贡献率的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(6): 54-58.
Yu W T, Jiang Z S, Zhou H, et al. Crop yield and fertilizer con-

- tribution under different fertilization systems [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2007, 15(6): 54-58.
- [5] 王余龙, 姚友礼, 蒋军民, 等. 水稻群体质量理论与实践: 高产水稻养分吸收规律及氮素调控机理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 118-130.
- Wang Y L, Yao Y L, Jiang J M, et al. Theory and practice of rice population quality rule and regulation mechanism of nitrogen of nutrients uptake of high-yielding rice [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995: 118-130.
- [6] 石庆华, 潘晓华, 钟旭华, 等. 不同熟期杂交晚稻的氮素吸收特性与产量形成的研究 [J]. 江西农业学报, 1991, 3(1): 43-50.
- Shi Q H, Pan X H, Zhong X H, et al. Studies on the characteristics of nitrogen absorption and the yield formation of late hybrid rice with different growth duration [J]. Acta Agricultura Jiangxi, 1991, 3(1): 43-50.
- [7] 苏祖芳, 周培南, 许乃霞, 等. 密肥条件对水稻氮素吸收和产量形成的影响 [J]. 中国水稻科学, 2001, 15(4): 281-286.
- Su Z F, Zhou P N, Xu N X, et al. Effects of nitrogen and planting density on nitrogen absorption and yield of rice [J]. Chinese J Rice Sci, 2001, 15(4): 281-286.
- [8] 陶帅平, 李仿伢, 马国福, 等. 不同农艺措施对机插水稻产量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(33): 14463-14465.
- Tao S P, Li F Y, Ma G F, et al. Effects of different agronomic measures on the yield of mechanical transplanting rice [J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2008, 36(33): 14463-14465.
- [9] 邹应斌, 敖和军, 夏冰, 等. 不同氮肥施用对杂交稻产量及其氮素利用效率的影响 [J]. 作物研究, 2008, 22(4): 214-219.
- Zou Y B, Ao H J, Xia B, et al. Effects of different nitrogen application on the yield and nitrogen use efficiency in hybrid rice [J]. Crop Research, 2008, 22(4): 214-219.
- [10] 彭显龙, 刘元英, 罗盛国, 等. 实地氮肥管理对寒地水稻干物质积累和产量的影响 [J]. 中国农业科学, 2006, 39(11): 2286-2293.
- Peng X L, Liu Y Y, Luo S G, et al. Effects of the site-specific nitrogen management on yield and dry matter accumulation of rice in cold areas of northeastern China [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2006, 39(11): 2286-2293.
- [11] 朱兆良. 农田生态系统中化肥的去向和氮素管理 [C]//朱兆良, 文启孝. 中国土壤氮素. 南京: 江苏科学技术出版社, 1992: 228-245.
- Zhu Z L. Fertilizer fate and N management in agroecosystem [C]//Zhu Z L, Wen Q X. Nitrogen in soil of China. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1992: 228-245.
- [12] 朱兆良. 我国氮肥的使用现状、问题和对策 [C]//李庆远, 朱兆良, 于天仁. 中国农业持续发展中的肥料问题. 南昌: 江西科学技术出版社, 1998: 38-51.
- Zhu Z L. The status, problems and counter measures of nitrogen fertilizer application in China [C]//Li Q K, Zhu Z L, Yu T R. Fertilizer issues of sustainable agriculture development in China. Nanchang: Jiangxi Science and Technology Press, 1998: 38-51.
- [13] 张福锁, 王激清, 张卫锋, 等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径 [J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- Zhang F S, Wang J Q, Zhang W F, et al. Nutrient use efficiencies of major crops in China and measures for improvement [J]. Acta Pedologica Sinica, 2008, 45(5): 915-924.
- [14] 孙炳玲, 韩顺斌. 不同施肥水平对啤酒大麦产量和蛋白质含量的影响 [J]. 耕作与栽培, 2008(4): 38-39.
- Sun B L, Han S B. Effect on yield and protein content of malt barley under different fertilizer input [J]. Farming and Cultivation, 2008(4): 38-39.
- [15] 沈会权, 陈晓静, 陈和, 等. 氮肥用量及运筹对不同啤酒大麦产量和啤酒品质的影响 [J]. 大麦与谷类科学, 2008(2): 29-32.
- Shen H Q, Chen X J, Chen H, et al. Effect on N-fertilizer dosage and application on yield and quality of different malt barley [J]. Barley and Cereal Science, 2008(2): 29-32.
- [16] 徐银萍, 潘永东, 胡生海, 等. 啤酒大麦专用肥和生态肥不同配比对甘啤 4 号产量和品质的影响 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(29): 14085-14086.
- Xu Y P, Pan Y D, Hu S H, et al. Effects of different proportions of ecological fertilizer and barley specialty fertilizer on yield and quality of no. Ganpi 4 [J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2009, 37(29): 14085-14086.
- [17] 江立庚, 曹卫星, 甘秀芹, 等. 不同施氮水平对南方早稻氮素吸收利用及其产量和品质的影响 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(4): 490-496.
- Jiang L G, Cao W X, Gan X Q, et al. Nitrogen uptake and utilization under different nitrogen management and influence on grain yield and quality in rice [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2004, 37(4): 490-496.
- [18] 殷晓燕, 徐阳春, 沈其荣, 等. 直播旱作和水作水稻的氮素吸收利用特征研究 [J]. 土壤学报, 2004, 41(6): 983-986.
- Yin X Y, Xu Y C, Shen Q R, et al. Nitrogen uptake and use efficiency by rice crops cultivated in waterlogged field and sowed on field without or with different mulchings [J]. Acta Pedologica Sinica, 2004, 41(6): 983-986.
- [19] 张耀鸿, 张亚丽, 黄启为, 等. 不同氮肥水平下水稻产量以及氮素吸收、利用的基因型差异比较 [J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(5): 616-621.
- Zhang Y H, Zhang Y L, Huang Q W, et al. Effects of different nitrogen application rates on grain yields and nitrogen uptake and utilization by different rice cultivars [J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2006, 12(5): 616-621.
- [20] 曾建中, 李运生, 曾燕青, 等. 氮肥不同用量对 P88S/0293 产量与抗性的影响试验初报 [J]. 湖南农业科学, 2005(2): 39-40.
- Zeng J Z, Li Y S, Zeng Y Q, et al. Effects of different nitrogen application rates on grain yields and resistance for P88S/0293 [J]. Hunan Agricultural Sciences, 2005(2): 39-40.
- [21] Koutroubas S D, Ntanos D A. Genotypic differences for grain yield and nitrogen utilization in Indica and Japonica rice under mediterranean condition [J]. Field Crops Research, 2003, 83: 251-260.