

# 氮磷配施对阴山北麓旱作荞麦赖氨酸和黄酮的影响

陈磊庆 刘锁云 胡廷会 李立军 刘景辉

(内蒙古农业大学 农学院 内蒙古 呼和浩特 010019)

**摘要:** 研究甜荞北旱生在内蒙古武川县(地处阴山北麓)不同氮、磷配施处理下赖氨酸和黄酮含量的变化,对于武川区域荞麦药用种植具有重要的指导意义。试验于2010年6月在内蒙古武川县上秃亥乡马铃薯种薯繁育中心进行,试验设氮、磷2个因素,作随机区组设计。测定荞麦现蕾期、盛花期、成熟期3个时期荞麦茎、叶黄酮含量以及荞麦籽粒中黄酮和赖氨酸的含量。结果表明:在 $P_6N_8$ 水平下,赖氨酸含量最高,达到120.14 mg/g,与对照相比增加了118.08%。在 $P_8N_8$ 水平下,茎、叶黄酮含量最高,与对照相比,现蕾期分别减少了1.8%、2.7%;盛花期1.0%、8.6%;成熟期39.4%、12.7%。而荞麦籽粒,在 $P_6N_8$ 水平下,黄酮含量最高,达到98.25 mg/g,与对照相比增加了127.6%。

**关键词:** 氮磷配施;旱作荞麦;阴山北麓;赖氨酸;黄酮

中图分类号: S143 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2012)增刊-0333-06

## Effects of Nitrogen Combined with Phosphate Applying on Lysine and Flavone of Buckwheat in the North of Yinshan Mountain

CHEN Lei-qing, LIU Suo-yun, HU Ting-hui, LI Li-jun, LIU Jing-hui

(Agricultural College, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

**Abstract:** Research lysine and flavonoids content of Beihansheng sheng buckwheat in Wuchuan xian of Inner Mongolia (Yinshan mountain) under different N, P treatments for Wu Chuan regional buckwheat planting has important guiding significance. Test starts in potato seed breeding center, June 2010 Shangtuhai town of Wuchuan county of Inner Mongolia. Test set nitrogen, phosphorus as two factors, make randomized to design. Test buckwheat stem, leaf flavonoid content and buckwheat grain lysine and flavonoids content in squaring stage, bloom stage, mature period. The experimental results show that, In  $P_6N_8$  level, lysine reach the highest levels, 120.14 mg/g, compared with CK, increased by 118.08%. In  $P_8N_8$  level, stems and leaves flavonoids content get to the highest level compared with CK. Squaring stage reduced 1.8%, 2.7% respectively; Bloom stage 1.0%, 8.6%; Mature stage 39.4%, 12.7%. However, in  $P_6N_8$  level, flavonoids of buckwheat grain achieve the highest content 98.25 mg/g, compared with CK increased by 127.6%. For Wuchuan develop their own special buckwheat industry provide certain theoretical basis, more develop local economy.

**Key words:** Nitrogen and phosphorus fertilizer; Dry farming buckwheat; North of Yinshan; Lysine; Flavonoids

荞麦属于蓼科荞麦属,主要栽培品种有甜荞和苦荞,一年生植物。荞麦是一种生育期短、耐贫瘠、适应性广泛的杂粮作物,在世界范围内广泛种植<sup>[1]</sup>。世界荞麦多指甜荞,苦荞在国外被视为野生植物,或用作饲料,只有我国有栽培和利用的习惯。近年来,甜荞独特的营养成分及保健功能逐渐被人们认识并关注,其籽粒蛋白质已成为重要的保健食品资源。

赖氨酸是人体必需氨基酸,且被称为第一限制性氨基酸,也是构成理想蛋白质模型的参比氨基酸,是机体不能自身合成的必需氨基酸之一。蛋白质只有被分解为氨基酸和小肽后才能被机体吸收,所以蛋白质营养实质上是氨基酸营养<sup>[2]</sup>。所以,研究荞麦赖氨酸含量,对于进一步揭示荞麦的保健价值,有

收稿日期: 2012-03-12

基金项目: 国家燕麦荞麦产业技术体系项目(205016) (CARS-08-B-5) (2010-2014)

作者简介: 陈磊庆(1985-),男,陕西渭南人,硕士研究生,主要从事荞麦的栽培生理研究。

通讯作者: 李立军(1972-),男,内蒙古赤峰人,副教授,博士,主要从事耕作制度和农业生态研究。

着重要的作用。其次,荞麦具有其它作物所不具备的一些优点,它生长期短,生命力强,在作物布局中有着特殊的作用,且营养价值高,含有许多其它作物所不含的生物类黄酮等物质,具有营养和保健的双重功效<sup>[3]</sup>。其营养器官富含以芦丁为主的黄酮,叶片中芦丁和黄酮的平均含量高达 4.9% 和 5.3%<sup>[4-5]</sup>,黄酮是重要的药用植物活性成分,对防癌、抗癌以及心脑血管疾病有疗效<sup>[6]</sup>。植物体内黄酮含量受供氮水平影响<sup>[7-8]</sup>。已有研究报道,番茄和拟南芥幼苗、紫花苜蓿根系中黄酮含量随氮素水平提高而下降;用不同浓度硝酸铵处理离体荞麦幼苗的第一片子叶和下胚轴,随氮素处理浓度的提高,荞麦离体器官中黄酮含量均出现下降<sup>[9]</sup>;高氮降低苹果叶片中黄酮含量<sup>[10-11]</sup>。这些结果皆表明低氮有利于维持植物体内较高的黄酮含量。本试验通过研究氮磷配施不同处理下的荞麦茎、叶及籽粒中黄酮

含量变化,明确武川荞麦的最优化氮磷配施方案,以期为当地的荞麦的种植提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于内蒙古呼和浩特市武川县上秃亥乡马铃薯种薯繁育中心(N 40°47', E 110°31'),该中心地处北方农牧交错带的中间地带,地貌属典型的山地丘陵区。平均海拔 1 500 m 以上。属中温带大陆性季风气候。年平均温度 2.7℃,无霜期 124 d 左右,月平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ ,年积温为 2 578.5℃。多年平均年降水量 300~350 mm,降水主要集中在 7~8 月份,年蒸发量约是降雨量的 5 倍多,年平均风速 3.1~3.9 m/s。土壤以栗钙土为主,有机质含量低,土质疏松,易风蚀沙化。试验地土壤主要理化性质见表 1。

表 1 试验地土壤主要理化性质

Tab.1 The main physical and chemical property of experimental fields soil

有机质 /(g/kg) SOM	全氮 /(g/kg) TN	全磷 /(g/kg) TP	全钾 /(g/kg) TK	碱解氮 /(mg/kg) AN	速效磷 /(mg/kg) AP	速效钾 /(mg/kg) AK	pH
17.2	2.5	1.7	21.4	36	17	170	8.5

### 1.2 试验设计

该试验共设 25 个处理(表 2)。

氮肥施用尿素,含氮量 46%,氮肥因素设 5 个处理,分别是不施、60、90、120、150 kg/hm<sup>2</sup>,用 N<sub>0</sub>、N<sub>4</sub>、N<sub>6</sub>、N<sub>8</sub>、N<sub>10</sub> 表示。施用粒状重过磷酸钙做磷肥,含磷量 43%,也设 5 个处理:不施、60、90、120、150 kg/hm<sup>2</sup>,用 P<sub>0</sub>、P<sub>4</sub>、P<sub>6</sub>、P<sub>8</sub>、P<sub>10</sub> 表示,2 个因素随机组合。试验小区面积 3×3.5=10.5 m<sup>2</sup>,供试品种甜荞北旱生,于 2010 年 6 月 14 号播种,9 月 20 号收获。氮肥、磷肥均作为种肥一次性施入。

### 1.3 样品采集与分析

黄酮测定:以芦丁为标准品,做标准曲线。采用有机溶剂乙醇提取法,也称乙醇浸提法。赖氨酸测定:采用茚三酮显色法。分别于 2010 年 8 月 16 日,8 月 22 日,9 月 4 日在荞麦的现蕾期、盛花期、成熟期进行采集,采集每个处理中具有代表性的植株 3 株,测定其茎、叶、籽粒的黄酮含量。将样品在烘箱中 105℃ 下杀青 30 min 后,在 80℃ 下烘干至恒质量。最后,将各器官粉碎,保存于自封袋中备用。

表 2 试验设计的处理

Tab.2 The treatment of experimental design

处理 Treatment	P <sub>0</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>10</sub>
N <sub>0</sub>	P <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	P <sub>4</sub> N <sub>0</sub>	P <sub>6</sub> N <sub>0</sub>	P <sub>8</sub> N <sub>0</sub>	P <sub>10</sub> N <sub>0</sub>
N <sub>4</sub>	P <sub>0</sub> N <sub>4</sub>	P <sub>4</sub> N <sub>4</sub>	P <sub>6</sub> N <sub>4</sub>	P <sub>8</sub> N <sub>4</sub>	P <sub>10</sub> N <sub>4</sub>
N <sub>6</sub>	P <sub>0</sub> N <sub>6</sub>	P <sub>4</sub> N <sub>6</sub>	P <sub>6</sub> N <sub>6</sub>	P <sub>8</sub> N <sub>6</sub>	P <sub>10</sub> N <sub>6</sub>
N <sub>8</sub>	P <sub>0</sub> N <sub>8</sub>	P <sub>4</sub> N <sub>8</sub>	P <sub>6</sub> N <sub>8</sub>	P <sub>8</sub> N <sub>8</sub>	P <sub>10</sub> N <sub>8</sub>
N <sub>10</sub>	P <sub>0</sub> N <sub>10</sub>	P <sub>4</sub> N <sub>10</sub>	P <sub>6</sub> N <sub>10</sub>	P <sub>8</sub> N <sub>10</sub>	P <sub>10</sub> N <sub>10</sub>

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥处理对荞麦籽粒赖氨酸含量的影响

2.1.1 不同施肥处理对于荞麦籽粒赖氨酸含量的影响 由图 1 可知,荞麦在单施氮肥时,赖氨酸呈明显增长趋势,且在 P<sub>0</sub>N<sub>6</sub> 水平下,赖氨酸含量最高,达到 114.34 mg/g,与对照相比提高了 102.11%,随后

开始下降。在单施磷肥条件下,赖氨酸仍呈增长趋势,在 P<sub>8</sub>N<sub>0</sub> 水平下,赖氨酸含量最高,达到 115.39 mg/g,与对照相比,提高了 120.35%,随后呈下降趋势。从数据整体来看,磷肥对荞麦赖氨酸影响程度小于氮肥,磷肥对于荞麦的品质影响较小。

2.1.2 氮磷配施对荞麦籽粒赖氨酸的影响 由图 2 可知,氮磷配施对于荞麦的影响较单施氮肥和单

施磷肥效果明显。在氮磷配施量逐渐增大时, 荞麦籽粒赖氨酸含量呈增长趋势, 在  $P_6N_8$  处理下, 赖氨酸含量最大, 达到 120.14 mg/g, 与对照相比增加了 118.08%。接着开始下降。从不同磷肥梯度中可以看出, 磷肥的用量对于荞麦的影响明显大于氮肥。氮肥和磷肥的配合施用增产效果高于单施氮肥和磷

肥。这与辽宁省农科院土壤肥料研究所研究的结果相一致<sup>[12]</sup>。由图 2 可知, 在  $P_6$ ,  $P_8$  水平下, 赖氨酸含量均高于  $P_4$ ,  $P_{10}$  两个水平, 而在  $P_6$  水平尤其突出。而在同一磷肥水平下, 氮肥对于赖氨酸的影响不大。

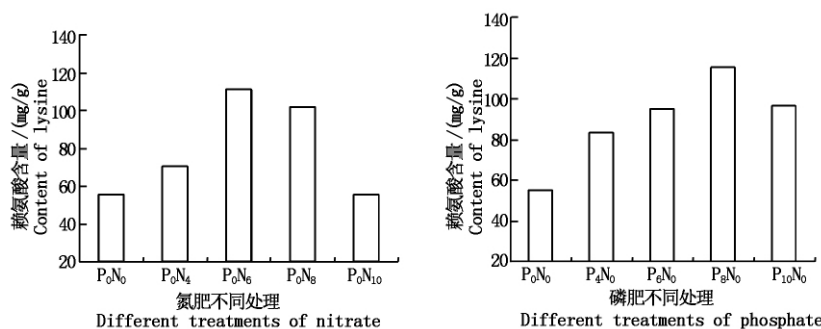


图 1 不同肥料处理下荞麦籽粒赖氨酸的变化

Fig. 1 The change of buckwheat Lysine under different fertilization treatments

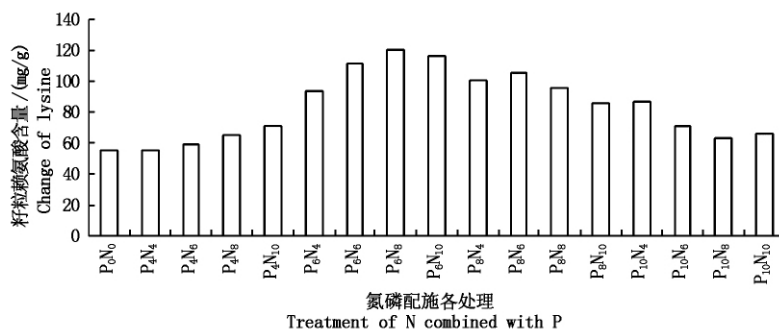


图 2 氮磷配施下荞麦籽粒赖氨酸的变化

Fig. 2 The change of buckwheat Lysine under different N/P fertilization treatments

## 2.2 不同施肥处理对荞麦茎黄酮的影响

2.2.1 不同施肥处理对于荞麦茎黄酮的影响 由图 3 可知, 荞麦在单施氮肥时, 与对照相比, 茎中黄酮含量均呈下降趋势, 而在  $P_0N_8$  水平下, 有所增加, 但与对照相比仍然减少。这可能与各小区的土壤肥力存在差异有关。在现蕾期,  $P_0N_4$ ,  $P_0N_6$ ,  $P_0N_8$ ,  $P_0N_{10}$  与对照相比分别下降了 27.1%, 51.0%, 31.5%, 49.9%, 黄酮下降顺序为  $P_0N_6 > P_0N_{10} >$

$P_0N_8 > P_0N_4$ 。在盛花期  $P_0N_4$ ,  $P_0N_6$ ,  $P_0N_8$ ,  $P_0N_{10}$  与对照相比分别下降了 32.9%, 49.0%, 31.7%, 49.6%, 下降顺序  $P_0N_{10} > P_0N_6 > P_0N_4 > P_0N_8$ 。而在成熟期,  $P_0N_4$ ,  $P_0N_6$ ,  $P_0N_8$ ,  $P_0N_{10}$  与对照相比分别下降了 39.4%, 46.8%, 32.0%, 49.3%, 下降顺序  $P_0N_{10} > P_0N_6 > P_0N_4 > P_0N_8$ 。由此可知,  $P_0N_8$  水平时, 黄酮下降最少。有利于荞麦茎黄酮的积累。同理分析,  $P_6N_0$  水平时, 黄酮下降最少, 茎黄酮积累最多。

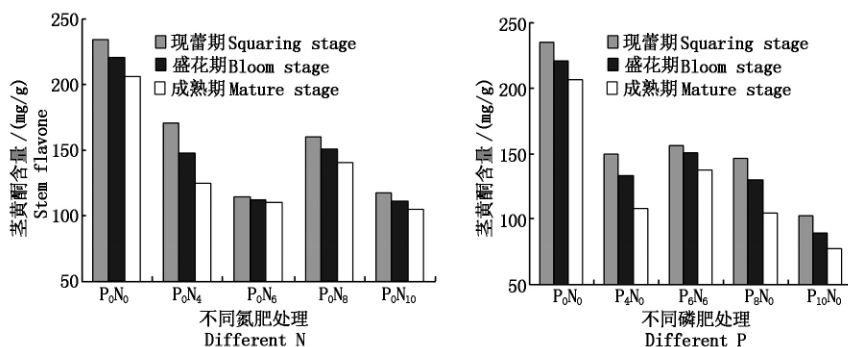


图 3 不同肥料处理下荞麦茎黄酮的变化

Fig. 3 The change of buckwheat stem flavone under different fertilization treatments

## 2.2.2 氮磷配施对荞麦茎黄酮的影响

由图 4 可知, 在氮磷配施条件下, 荞麦茎黄酮的含量, 按高低

顺序排序为: 现蕾期 > 盛花期 > 成熟期。在各不同氮磷配施下, 基本在  $P_8N_8$  水平下, 茎黄酮含量最高。在现蕾期, 比对照减少了 1.8%。在盛花期减少了 1.0%, 而在成熟期, 却比对照减少了 39.4%, 说明在成熟期茎中的黄酮可能大批量的转向了籽粒, 而

使得成熟期的茎中黄酮含量大幅减少。从图中可以看出, 基本上在  $P_8$  水平下, 荞麦茎黄酮的含量最高, 随后呈下降趋势。从现蕾期到盛花期和从盛花期到成熟期, 各处理间茎黄酮的含量变化基本没有规律。

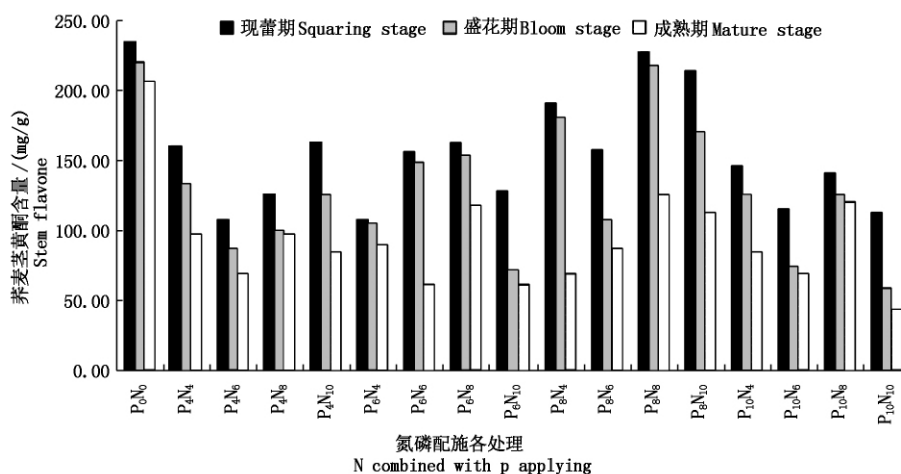


图 4 氮磷配施处理下荞麦茎黄酮的变化

Fig. 4 The change of buckwheat stem flavone under different N/P fertilization treatments

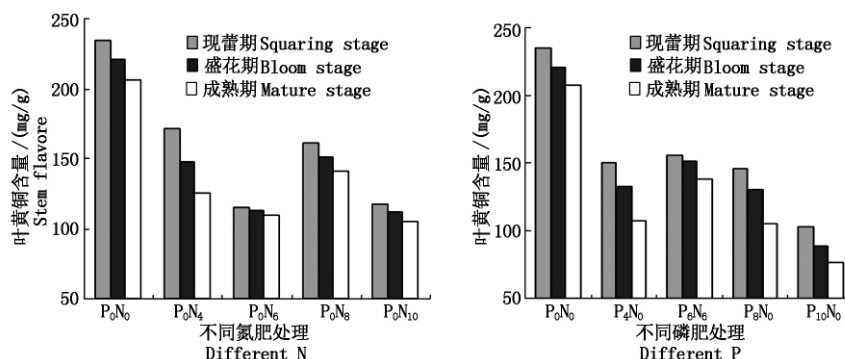


图 5 不同肥料处理下荞麦叶黄酮的变化

Fig. 5 The change of buckwheat leaf flavone under different fertilization treatment

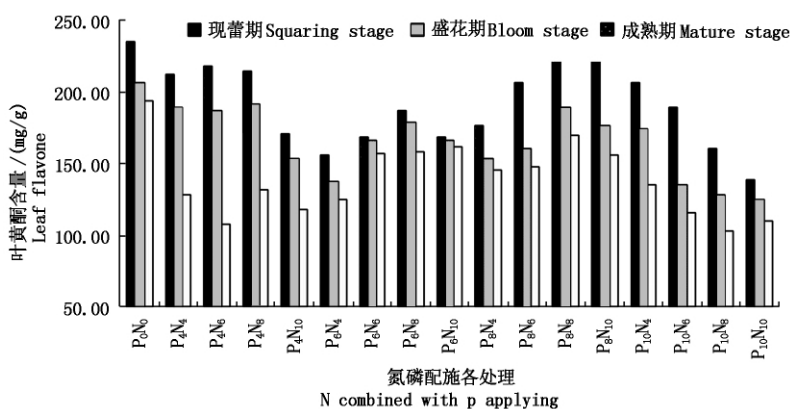


图 6 氮磷配施处理下荞麦叶黄酮的变化

Fig. 6 The change of buckwheat leaf flavone under different N/P fertilization treatments

## 2.3 不同施肥处理对荞麦叶黄酮的影响

2.3.1 不同肥料对于荞麦叶黄酮的影响 由图 5 可知, 荞麦在单施氮肥条件下, 与对照相比, 荞麦叶黄酮含量在 3 个生长时期均呈下降趋势, 而不同生长时期叶黄酮含量按高低顺序排为: 现蕾期 > 盛花

期 > 成熟期。在各处理下,  $P_0N_8$  水平下叶黄酮含量最高。与对照相比, 在现蕾期, 下降了 27.1%; 盛花期下降了 24.6%; 成熟期下降了 31.8%。其他处理与对照相比, 下降值均大于  $P_0N_8$  水平。在单施磷肥条件下, 同对照相比, 叶黄酮含量在 3 个时期均呈下

降趋势,且从盛花期到成熟期下降幅度大于现蕾期到盛花期。由图可知,在 $P_6N_0$ 水平下,叶黄酮含量最高。与对照相比,现蕾期下降了13.7%;盛花期下降了10.7%;成熟期下降了30.1%。其他处理的下降幅度均大于 $P_6N_0$ 水平。

2.3.2 氮磷配施处理对于荞麦叶黄酮的影响 由图6可知,荞麦在氮磷配施条件下,荞麦叶黄酮在相同处理下的3个生长时期均呈下降趋势。由图中可以看出,磷肥对于叶黄酮的影响明显小于氮肥,在同一磷肥梯度处理下,各氮肥处理在各个时期黄酮的含量差异不明显。同时,各个时期叶黄酮含量与对照比较,均呈下降趋势。在 $P_8$ 水平下,荞麦的整体黄酮含量与其他水平相比较小,下降幅度也相对较小。在 $P_4$ 水平下,从现蕾期到盛花期,各处理的黄酮下降幅度均较小,而从盛花期到成熟期黄酮下降幅度较大。然而在 $P_6$ 水平下,无论是从现蕾期到盛花期,还是从盛花期到成熟期,黄酮的下降副幅度均最小。在 $P_8P_{10}$ 水平下,基本上是从现蕾期到盛花期下降幅度较大,而盛花期到成熟期下降幅度很小。

表3 不同施氮量对荞麦籽粒黄酮的差异性分析

Tab.3 The discrepancy analysis on buckwheat seeds under different N treatment

处理 Treatments	平均数 Mean	$P < 0.05$	$P < 0.01$
$P_0N_4$	96.98	a	A
$P_0N_8$	89.35	ab	A
$P_0N_6$	77.89	ab	A
$P_0N_{10}$	63.89	b	A
$P_0N_0$	43.16	c	B

注:同一列中不同字母表示不同肥料处理下差异显著,表4、5同。

Note: Different letters in the same column indicate significant different under different fertilization treatments. The same as Tab. 4, 5.

## 2.4 不同施肥处理对荞麦籽粒黄酮的影响

由表3可以看出,在单施氮肥条件下, $P_0N_4$ 处理与 $P_0N_0$ (对照)、 $P_0N_{10}$ 、 $P_0N_6$ 、 $P_0N_8$ 均达到显著水平( $P < 0.05$ )差异,其他处理之间差异不显著。但与对照相比,差异达到极显著( $P < 0.01$ )水平。由表4可以看出,在单施磷肥条件下, $P_8N_0$ 、 $P_6N_0$ 处理与对照均达到显著水平( $P < 0.05$ )其他的与对照差异不显著,但各处理间差异不显著。与表3对比,可以看出,单施氮肥对于荞麦籽粒的黄酮的效应大于单施磷肥。表5可以看出,在氮磷配施条件下,除了 $P_{10}N_4$ 处理, $P_6N_8$ 水平与其他各处理相比均达到显著水平( $P < 0.05$ )而其他各处理间差异不显著,但所有处理与对照相比,均达到极显著水平( $P < 0.01$ )。在单施条件下,各处理与对照相比,均达到显著水平;而在氮磷配施条件下,各处理与对照

相比,达到极显著水平,由此可以看出,氮磷配施效果要好于单施氮和单施磷。

表4 不同施磷量对荞麦籽粒黄酮的差异性分析

Tab.4 The discrepancy analysis on buckwheat seeds under different P treatment

处理 Treatments	平均数 Mean	$P < 0.05$	$P < 0.01$
$P_8N_0$	82.98	a	A
$P_6N_0$	70.71	a	A
$P_{10}N_0$	60.07	ab	A
$P_4N_0$	46.07	ab	A
$P_0N_0$	43.16	b	A

表5 氮磷配施下荞麦籽粒黄酮的差异性分析

Tab.5 The discrepancy analysis on buckwheat seeds under different N P treatment

处理 Treatments	平均数 Mean	$P < 0.05$	$P < 0.01$
$P_6N_8$	98.25	a	A
$P_{10}N_4$	77.89	ab	AB
$P_4N_8$	68.98	bc	AB
$P_8N_6$	68.98	bc	AB
$P_8N_8$	67.71	bc	AB
$P_{10}N_8$	67.71	bc	AB
$P_{10}N_{10}$	60.07	bc	AB
$P_6N_6$	60.07	bc	AB
$P_6N_{10}$	58.80	bc	AB
$P_4N_{10}$	56.25	bc	B
$P_6N_4$	52.44	bc	B
$P_{10}N_6$	49.89	bc	B
$P_4N_6$	48.62	bc	B
$P_8N_{10}$	47.25	bc	B
$P_4N_4$	46.07	c	B
$P_8N_4$	43.25	c	B
$P_0N_0$	43.16	c	C

## 3 讨论

目前,我国对于荞麦的加工基本停留在籽粒上,只有很小一部分产业开始转向荞麦茎、叶、花的加工。荞麦的应用特别广泛,它广泛应用于农业、工业、医药等领域。通过对荞麦籽粒赖氨酸含量的分析,可以知道,氮肥对赖氨酸含量的影响大于磷肥,而在氮磷配施条件下,荞麦籽粒赖氨酸含量大于单施氮肥或磷肥的,而且各处理间上下浮动较小。

荞麦籽粒中含有小麦、玉米、大米等不具有的一类成分—黄酮类物质,其食疗及保健功能日益受到人们的重视,尤其具有降血糖、尿糖、血脂、抗突变等药理作用,可作为毛细血管脆性引起的出血症及高血压的辅助治疗<sup>[13]</sup>。本试验可以看出,不同生长期荞麦黄酮含量存在着差异,分析结果表明,同一品种

在不同施肥处理下,荞麦的赖氨酸、黄酮含量均差异较大。而且,同一处理下,荞麦的茎、叶黄酮的含量也不相同;在同一生长时期,荞麦叶中的黄酮含量要大于茎的黄酮含量,在盛花期和成熟期效果尤其明显。

试验结果表明,在  $P_6N_8$  水平下,赖氨酸含量最高。达到  $120.14 \text{ mg/g}$ ,与对照相比差异显著。茎、叶、籽粒黄酮含量最高的处理分别是  $P_8N_8$ 、 $P_8N_8$  和  $P_6N_8$ 。说明在  $N_8$  水平是有利于荞麦黄酮的形成和积累。以茎、叶黄酮含量高为目标,需施氮肥、磷肥各  $120 \text{ kg/hm}^2$ ,以籽粒含量高为目标,施磷肥  $90 \text{ kg/hm}^2$ ,施氮肥  $120 \text{ kg/hm}^2$ ,依据不同目标制定施肥方案。

#### 参考文献:

- [1] Wei Y. Buckwheat production in china [C] / /Matano T, Ujihara A. Current Advance in Buckwheat Research, Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on Buckwheat. Nagano: Shinshu University Press, 1995: 7 - 10.
- [2] 曾佩玲,张常明,王修启,等. 日粮不同赖氨酸水平对生长猪养分表观消化率、血清氨基酸含量和生化指标的影响[J]. 华北农学报 2009 24: 116 - 120.
- [3] 邱明,赵小平. 浅谈荞麦的生产现状及发展趋势[J]. 甘肃农业学报 2005( 10): 81.
- [4] 唐宇,赵钢. 荞麦中总黄酮与芦丁含量的变化[J]. 植物生理学通讯, 1989( 1): 33 - 35.
- [5] 唐宇,赵钢. 荞麦中黄酮含量的研究[J]. 四川农业大学学报 2001, 19( 4): 352 - 354.
- [6] 王龙,孙建设. 类黄酮的化学结构和生物功能[J]. 河北农业大学学报 2003 26( 增刊): 144 - 147.
- [7] Stewart A J, Chapman W, Jenkins G L, et al. The effect of nitrogen and phosphorus deficiency on flavonoid accumulation in plant tissues [J]. Plant, Cell & Environment, 2001 24: 1189 - 2001.
- [8] Kondorosi A, Ratet P, Coronado C, et al. Alfalfa root flavonoid production is nitrogen regulated [J]. Plant Physiology, 1995, 108: 533 - 542.
- [9] Margna U, Margna E, Vainjarv T. Influence of nitrogen nutrition on the utilization of L-Phenylalanine for building flavonoid in buckwheatseedling tissues [J]. Journal of Plant Physiology, 1989, 134: 697 - 702.
- [10] Strissel T. Growth-promoting nitrogen nutrition affects flavonoid biosynthesis in young apple (*Malus domestica* Borkh.) leaves [J]. Plant Biology 2005 7: 677 - 685.
- [11] Leser C, Treutter D. Effect of nitrogen supply on growth, contents of phenolic compounds and pathogen (scab) resistance of apple trees [J]. Physiologische Plantarum, 2003, 123: 49 - 56.
- [12] 阎天成,王秀华,周慧. 影响荞麦产量原因的综合分析[J]. 杂粮作物 2003 23( 2): 101.
- [13] 蔡马. 萌发对荞麦影响成分的研究[J]. 西北农业学报 2004, 13( 3): 18 - 21.