

# 减施氮肥增施生物菌肥对3种不同类型荞麦农艺性状及产量的影响

丰明<sup>1</sup>, 葛维德<sup>1</sup>, 王英杰<sup>1</sup>, 陈庆富<sup>2\*</sup>

(1. 辽宁省农业科学院作物研究所, 沈阳 110161; 2. 贵州师范大学荞麦产业技术研究中心, 贵阳 550001)

**摘要:** 通过研究不同氮肥施用量与生物菌肥组合对多苦荞、米苦荞、甜荞的相关农艺性状及产量的影响, 筛选出适宜每一类型荞麦的菌肥配方。结果表明, 荞麦增施生物菌肥对氮肥具有替代作用, 米苦荞施用50%常规氮肥+生物菌肥处理可以在保证产量的同时改善其品质及抗倒伏性; 多苦荞施用25%常规氮肥+生物菌肥处理产量达76.07 kg/667 m<sup>2</sup>, 比对照增产20%以上, 生育期缩短, 抗倒伏性增强, 实现了多苦荞的增产增效; 甜荞施用75%常规氮肥+生物菌肥处理对其产量并没有显著影响, 但株高显著降低, 籽粒颗粒大, 千粒重显著高于对照组, 商品性更好。研究证实, 施用适宜的生物菌肥是促进荞麦生长发育、改善荞麦品质、提高产量并减少氮肥施用量的有效途径之一, 对构建适宜辽宁地区荞麦良种繁育技术体系及绿色生产技术模式提供了一定的参考和借鉴。

**关键词:** 减施氮肥; 生物菌肥; 米苦荞; 多苦荞; 甜荞

中图分类号: S517.062

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)05-0017-04

## Effects of reducing Nitrogen Fertilizer Application and Increasing Bio-Fertilizer Application on Agronomic Traits and Yields of Three Different Types of Buckwheat

FENG Ming<sup>1</sup>, GE Weide<sup>1</sup>, WANG Yingjie<sup>1</sup>, CHEN Qingfu<sup>2\*</sup>

(1. Institute of Crop Research, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161; 2. Research Center of Buckwheat Industry Technology of Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

**Abstract:** Researching the effects of different nitrogen fertilizer application rates and bio-fertilizer combinations on agronomic traits and yields of perennial tartary buckwheat, rice tartary buckwheat and common buckwheat. The suitable bio-fertilizer formula for each type of buckwheat were selected. The results showed that the application of bio-fertilizer on buckwheat had a substitution effect on nitrogen fertilizer. The 50% nitrogen fertilizer and bio-fertilizer treatment of rice tartary buckwheat can improve its quality and lodging resistance while ensuring the yield. The average yield perennial tartary buckwheat with 25% nitrogen fertilizer and bio-fertilizer reached 76.07 kg/667 m<sup>2</sup>, more than 20% increase than control group. Under this treatment, the growth period of perennial tartary buckwheat was the shortest, the lodging resistance was enhanced, and the yield and efficiency were increased. There was no significant effect on the yield of common buckwheat treated with 75% nitrogen fertilizer and bio-fertilizer. However, the plant height was significantly reduced, the grain size was larger, and the 1 000-grain weight was significantly higher than the control group. It had been proved that applying suitable bio-fertilizer was one of the effective ways to promote the growth and development of buckwheat, improve the quality, increase the yield and reduce the application amount of nitrogen fertilizer. The research provided some references for the establishment of suitable buckwheat breeding technology system and green production technology model in Liaoning Province.

**Key words:** Reduce nitrogen fertilizer; Bio-fertilizer; Rice tartary buckwheat; Perennial tartary buckwheat; Common buckwheat

收稿日期: 2020-12-24

基金项目: 国家燕麦荞麦产业技术体系项目(CARS-07-A5); 辽宁省自然科学基金项目(201700807)

作者简介: 丰明(1982-), 男, 副研究员, 硕士, 从事荞麦抗逆新品种选育研究。

通讯作者: 陈庆富, 男, 博士, 教授, E-mail: cqf1966@163.com

荞麦富含膳食纤维、蛋白质、维生素及矿物质,是我国重要的小宗杂粮作物<sup>[1-4]</sup>。荞麦中的黄酮、芦丁、赖氨酸等特殊的功能成分,具备很高的营养保健价值,是一种药食同源作物<sup>[5-7]</sup>。近年来随着人们膳食营养观念的改变,荞麦及其加工食品愈加受到青睐,为发展荞麦产业提供了良好的契机<sup>[8]</sup>。辽宁省荞麦种植面积占我省杂粮作物播种面积的5%。荞麦生育周期短、抗逆性强、种植投入低、复种指数高,作为我省抗旱救灾主要作物,在农业生产中发挥了重要作用。由于化肥、农药的长期不科学过量施用,造成土壤酸化,生产能力明显下降。我省荞麦产量约80 kg/667 m<sup>2</sup>,产量低、品质差,严重影响了荞麦种植户的收益及积极性,因此提升荞麦产量及品质对荞麦产业的发展至关重要<sup>[9]</sup>。

生物菌肥作为以活性微生物改善作物土壤肥力的高科技新型肥料,可以促进土壤无机物分解,提升土壤肥力,促进作物根系生长,有效提升作物品质及产量<sup>[10]</sup>。通过生物菌肥的推广应用,使土壤形成健康的生态系统,有效减少传统农药

化肥的施用,对促进节本增效、绿色环保的生产模式提供了有效途径<sup>[11-13]</sup>。刘荣甫等<sup>[14]</sup>通过生物菌肥拌种和喷施,提高了春荞麦的产量;郝志萍等<sup>[15]</sup>通过试验发现,生物菌肥可以在一定程度上替代氮肥,氮肥施入量的减少还能够促进荞麦生长发育,进一步提高荞麦产量。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

米苦荞品种贵米苦 1812-621 (P<sub>1</sub>)、多苦荞品种:贵多苦 1808-1 (P<sub>2</sub>)、甜荞品种贵甜 1812-633 (P<sub>3</sub>),均由贵州师范大学荞麦产业技术研究中心提供。微生物菌肥土巴克3号复合微生物原菌(R)由上海侨基生物科技有限公司提供;氮肥(尿素)、磷肥(过磷酸钙)、钾肥(氯化钾)由山东红日化工有限公司提供。

### 1.2 试验地概况

试验于2019年5~10月进行,前茬为绿豆。试验地点位于辽宁省农科院杂粮试验地,水浇地,黏壤土。试验地土壤基本理化性状见表1。

表1 试验地土壤理化性状

有效磷 (mg/kg)	有效锌 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	水分 (%)	水解性氮 (mg/kg)	氯离子 (g/kg)	交换性钙 (cmol/mg)	有机质 (g/kg)	pH值
37.8	1.5	190.5	1.1	44	0.084	6.35	15.5	6.8

### 1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,3次重复,随机排列,每品种4个处理。小区面积10 m<sup>2</sup>(2 m×5 m)。每小区15行,行距33 cm,行长2 m,留苗约10.8万株/667 m<sup>2</sup>,开垄条播,试验地四周设保护行。以施

常规氮肥18.2 kg/667 m<sup>2</sup>、磷肥57.3 kg/667 m<sup>2</sup>、钾肥9.5 kg/667 m<sup>2</sup>,不施微生物菌肥作为对照组(CK)。设定氮肥减施25%、50%、75%配以常规磷、钾肥随播种基施,以及生物菌肥(R)施用量2 kg/667 m<sup>2</sup>,拌细土或肥料做基肥随播种撒施。试验处理见表2。

表2 微生物菌肥试验处理

品种	处理	氮肥	磷、钾肥	生物菌肥
P <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> (CK)	100%N	P+K	-
	A <sub>2</sub>	75%N	P+K	R
	A <sub>3</sub>	50%N	P+K	R
	A <sub>4</sub>	25%N	P+K	R
P <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> (CK)	100%N	P+K	-
	B <sub>2</sub>	75%N	P+K	R
	B <sub>3</sub>	50%N	P+K	R
	B <sub>4</sub>	25%N	P+K	R
P <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> (CK)	100%N	P+K	-
	C <sub>2</sub>	75%N	P+K	R
	C <sub>3</sub>	50%N	P+K	R
	C <sub>4</sub>	25%N	P+K	R

## 1.4 调查项目

调查播种期、出苗期、开花期、成熟期各生育期的日期。盛花期每小区中部位置随机取5株,测定植株鲜重、干重,地上部鲜重、干重,根鲜重、干重,3次重复。成熟期每小区中部随机取5株进行考种,包括株高、主茎分枝、主茎节数、茎粗、单株粒数、单株粒重、千粒重,3次重复。取样后整个小区收获、脱粒、测定小区产量。

## 1.5 数据分析

试验数据采用Excel 2007和DPS 7.05进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对3种荞麦生育期的影响

由表3可以看出,随着氮肥施用量的减少,在微生物菌肥的作用下,各品种出苗期没受到影响, $P_1$ 、 $P_3$ 生育期提前2~3 d, $P_2$ 在 $B_4$ (25%氮肥)处理下生育期为136 d,比 $B_1$ (100%氮肥)缩短9 d。由于辽宁地区多苦荞收获期恰逢霜冻节气,生育期的提前对多苦荞稳产收获十分有利。

表3 不同施肥处理对3种荞麦生育期的影响

荞麦品种	处理	播种期(月/日)	出苗期(月/日)	开花期(月/日)	成熟期(月/日)	生育期(d)
$P_1$	$A_1$	06/15	06/22	08/07	9/20	98
	$A_2$	06/15	06/22	08/07	9/20	98
	$A_3$	06/15	06/22	08/06	9/18	96
	$A_4$	06/15	06/22	08/05	9/17	95
$P_2$	$B_1$	05/12	05/26	08/19	10/03	145
	$B_2$	05/12	05/26	08/19	10/01	143
	$B_3$	05/12	05/26	08/18	09/28	140
	$B_4$	05/12	05/26	08/15	09/24	136
$P_3$	$C_1$	06/15	06/20	07/11	9/17	95
	$C_2$	06/15	06/20	07/11	9/17	95
	$C_3$	06/15	06/20	07/11	9/17	95
	$C_4$	06/15	06/20	07/10	9/15	93

注: $P_1$ 、 $P_3$ 播种时间为6月15日,由于 $P_2$ 生育期较长,播种时间提前至5月12日

### 2.2 不同处理对3种荞麦盛花期主要性状的影响

由表4可以看出, $P_1$ 在盛花期,随着氮肥施用量的减少, $A_2$ 、 $A_3$ 处理植株鲜质量及干质量与 $A_1$ 相比差异不显著( $P>0.05$ )。当氮肥施入量减少到25%( $A_4$ 处理)时,对荞麦生长的抑制作用显著( $P<0.05$ ),各生物量值均最低。 $P_2$ 在 $B_4$ 处理下植株鲜质量、

干质量及地上部鲜质量、地上部干质量与 $B_1$ 相比增加显著( $P<0.05$ )。由于多苦荞可以作为青贮饲料,因此选择 $B_4$ 处理。 $P_3$ 在各处理间植株鲜质量差异不显著( $P>0.05$ ),表明生物菌肥可以替代部分氮肥,对荞麦盛花期植株生长及生物量的积累具有一定作用。

表4 不同施肥处理对3种荞麦盛花期主要性状的影响

荞麦品种	处理	植株鲜质量(g)	植株干质量(g)	地上部鲜质量(g)	地上部干质量(g)	根鲜质量(g)	根干质量(g)
$P_1$	$A_1$	222.3±15.6a	46.7±3.7ab	210.1±12.5b	42.9±3.9a	14.2±1.0a	7.8±0.5a
	$A_2$	209.5±10.2ab	44.9±2.5b	202.1±10.6bc	41.2±2.8a	13.1±0.9b	6.5±0.3b
	$A_3$	232.7±19.7a	48.8±4.7a	218.5±10.6a	43.3±3.7a	14.6±1.2a	7.8±0.7a
	$A_4$	204.8±17.5b	41.8±1.7c	199.6±10.2c	36.9±2.1b	12.5±1.1b	6.9±0.9b
$P_2$	$B_1$	423.6±50.1b	96.0±7.3b	401.8±20.5b	88.2±4.5b	20.9±1.7b	10.5±0.2ab
	$B_2$	409.3±50.1b	93.7±4.6b	389.7±11.5b	86.0±8.1b	19.6±0.8c	10.1±0.7bc
	$B_3$	395.2±36.7b	86.8±10.1c	370.1±26.4c	84.3±8.6b	19.2±1.3c	9.9±0.6c
	$B_4$	489.7±39.1a	110.6±7.4a	458.5±18.5a	105.4±6.6a	23.8±1.2a	10.8±0.7a
$P_3$	$C_1$	311.4±57.3a	65.5±6.1bc	296.4±13.4ab	52.8±5.6ab	13.0±1.7c	6.3±0.3c
	$C_2$	322.8±22.6a	71.5±3.9a	305.7±12.9a	54.3±6.7a	16.3±1.6b	6.8±0.3b
	$C_3$	301.0±21.6a	62.4±5.0c	290.0±16.4b	49.5±6.8b	13.7±1.3c	6.1±0.7c
	$C_4$	328.7±29.1a	67.7±7.0ab	302.8±25.6ab	54.9±4.6a	17.6±1.3a	7.2±0.4a

注:同一品种各处理条件下,同列小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),下同

### 2.3 不同处理对3种荞麦成熟期主要性状的影响

由表5可以看出,随着施氮量的减少, $P_1$ 在成熟期, $A_3$ 、 $A_4$ 处理株高较 $A_1$ 显著降低( $P<0.05$ ),分别为142 cm、140 cm。千粒重 $A_3$ 显著高于对照组 $A_1$ ( $P<0.05$ ),为14.12 g。 $P_2$ 各处理株高显著下降( $P<0.05$ ),其中 $B_4$ 处理株高仅为157.9 cm;茎粗均

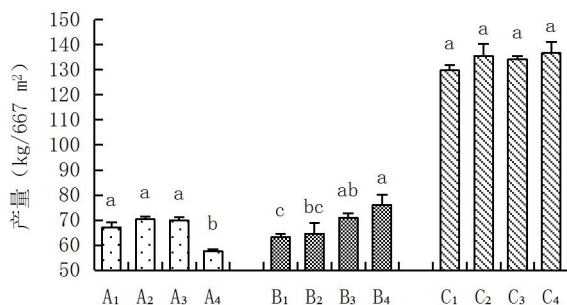
比对照显著增加( $P<0.05$ )。 $P_3$ 在 $C_2$ 处理株高160.8 cm、千粒重35.55 g,均与对照组差异显著( $P<0.05$ )。由此可见,米苦荞、多苦荞及甜荞施用生物菌肥同时根据减施氮肥的程度,具有降低株高、增加茎粗、提升千粒重的作用,有效减少了植株倒伏对产量的影响,商品性及品质得到一定改良。

表5 不同施肥处理对3种荞麦成熟期主要性状的影响

荞麦品种	处理	株高(cm)	主茎分枝	主茎节数	茎粗(mm)	单株粒数	单株粒重(g)	千粒重(g)
$P_1$	$A_1$	156.5±11.2a	6.8±1.3a	10.3±1.7a	4.7±0.3c	157.5±20.3b	2.03±0.05d	12.96±0.77c
	$A_2$	153.1±14.8a	6.9±0.6a	14.1±3.5b	5.4±0.6b	178.7±12.4a	2.41±0.17a	13.48±1.39bc
	$A_3$	142.0±8.6b	6.8±1.0a	10.5±2.1a	6.1±0.4a	153.1±14.4b	2.17±0.13c	14.12±1.32b
	$A_4$	140.7±10.8b	6.7±1.2a	8.4±2.0c	6.2±0.4a	139.3±21.3c	2.29±0.20b	16.47±1.40a
$P_2$	$B_1$	185.4±8.9a	10.7±1.7a	18.9±3.1b	6.4±0.5b	189.1±14.6c	7.65±0.51c	37.79±5.36b
	$B_2$	178.1±8.0b	14.4±3.0b	22.7±3.5a	7.4±0.4a	150.1±12.8d	7.39±0.48c	49.62±9.10a
	$B_3$	165.2±8.9c	12.9±3.1b	22.0±2.6a	7.4±0.3a	225.9±21.2a	8.92±0.44a	39.42±3.16b
	$B_4$	157.9±11.2d	9.7±1.9a	20.8±3.0ab	7.7±0.9a	208.9±27.8b	8.47±0.79b	40.53±4.56b
$P_3$	$C_1$	172.6±7.2a	8.2±1.3a	12.7±1.9c	5.8±1.2a	217.8±19.1bc	7.22±0.49b	32.19±1.83b
	$C_2$	160.8±9.0b	8.6±1.3a	16.7±0.9a	6.2±0.4a	226.3±14.3ab	8.36±0.34a	35.55±1.62a
	$C_3$	171.1±9.2a	8.1±1.4a	14.4±1.9b	6.3±0.5a	207.9±16.8c	6.87±0.48b	32.89±1.86b
	$C_4$	167.8±7.3a	10.7±2.5b	12.1±1.6c	6.3±0.5a	240.2±26.0a	8.25±0.66a	34.96±1.73a

### 2.4 不同处理对3种荞麦产量的影响

由图1可以看出, $P_1$ 在 $A_4$ 处理产量为57.66 kg/667 m<sup>2</sup>,比对照组 $A_1$ 减产14.19%,差异显著( $P<0.05$ ),其余处理间无显著差异( $P>0.05$ )。 $P_2$ 当氮肥保持较低施入量,在添加生物菌肥条件下, $B_3$ 、 $B_4$ 处理产量显著高于对照组 $B_1$ ( $P<0.05$ ), $B_4$ 处理比 $B_1$ 增产20.35%,这是由于多苦荞株高较高,易倒伏, $B_4$ 处理下 $P_2$ 株高最矮,茎粗最大,抗倒伏性最佳。 $P_3$ 各处理间产量差异不显著,证明生物菌肥对于氮肥的替代性较好,保持了性状及产量的稳定,较低的氮施入缓解了长期大量施用氮肥对土壤的过度利用以及硝酸盐在荞麦籽粒中的积累。



注:同组小写字母不同表示在0.05水平上差异显著

图1 不同施肥处理对3种荞麦产量的影响

## 3 结论与讨论

施用氮肥是保证荞麦品质和产量的重要措

施,但肥料滥用已导致土壤氮氧化物排放加剧、土壤团粒结构被破坏、酸碱化,地下水污染等环境问题<sup>[16]</sup>,对荞麦及其他作物生长环境构成了不可逆的破坏,也导致荞麦氮利用率的下降。生物菌肥可以改善土壤团粒结构,调节根系微生态环境和土壤酶活性,增强作物抗逆性,提高作物吸收养分能力,实现增产增效<sup>[17-18]</sup>。张春华等<sup>[19]</sup>通过试验发现,生物菌肥拌种和喷施可以替代一定数量的氮肥,有效促进荞麦植株生长。本研究结果表明,施用生物菌肥完全可以替代部分氮肥在多苦荞、米苦荞及甜荞种植生产中的作用,不同类型的荞麦减施氮肥的比例不同。对于米苦荞,50%氮肥施入量并添加生物菌肥可以在保证产量的同时改善品质及抗性。过多的氮肥会造成氮肥过剩及氮排放的环境问题,过低的氮肥施入量会造成植株矮小、叶片皱缩,产量下降。对于多苦荞,25%氮肥施入量并添加生物菌肥,生育期最短,株高最矮,茎秆最粗,产量达76.07 kg/667 m<sup>2</sup>,比对照增产20%以上,这对于多苦荞70%以上的倒伏率具有明显的改善作用,实现了增产增效。对于甜荞,添加生物菌肥减施氮肥对其产量并没有显著影响。75%氮肥施入量,荞麦株高显著降低,籽粒颗粒大,千粒重显著高于对照组,商品性更好。生物菌肥对荞麦生长发育的促进作用可能是由于增加了功能菌群的相对丰度(下转第26页)

- [ 2 ] 肖步阳, 祁适雨, 孙光祖, 等. 春小麦生态育种[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 151-171.
- [ 3 ] 李超, 段兆祜, 白志刚, 等. 云南甘蔗品种第四轮生态育种试验保山试点总结[J]. 中国糖料, 2018, 40(1): 21-24.
- [ 4 ] 邓英毅, 郑虚, 覃维治, 等. 冬种马铃薯生态育种技术的构建与实践[J]. 黑龙江农业科学, 2017(9): 9-18.
- [ 5 ] 尚占江. 黑龙江玉米生态区与玉米生态育种目标[J]. 农业工程技术, 2017, 37(23): 76.
- [ 6 ] 龚金龙, 张洪程, 李杰, 等. 超级稻生态育种及超高产栽培特征与途径的研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2011, 13(1): 25-33.
- [ 7 ] 高凤梅. 高产、优质、抗旱春小麦新品种克早16号的选育研究[J]. 小麦研究, 2001(3): 11-12.
- [ 8 ] 赵小光, 张耀文, 陈文杰, 等. 春性和半冬性甘蓝型油菜在春油菜区的光合性状比较[J]. 中国农学通报, 2019, 35(34): 34-39.
- [ 9 ] 郭世华, 王洪刚. 基因型和环境及其互作对我国冬小麦部分品质性状的影响[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(1): 45-51.
- [ 10 ] 郭天财, 马冬云, 朱云集, 等. 冬播小麦品种主要品质性状的基因型与环境及其互作效应分析[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 948-953.
- [ 11 ] 邓志英, 田纪春, 胡瑞波, 等. 基因型和环境对小麦主要品质性状参数的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(8): 2757-2763.
- [ 12 ] 王晨阳, 郭天财, 马冬云, 等. 环境、基因型及其互作对小麦主要品质性状的影响[J]. 植物生态学报, 2008, 32(6): 1397-1406.
- [ 13 ] 马静, 严长虹, 谷增辉, 等. 多点鉴定试验中玉米品种稳定性和试点分辨力分析[J]. 东北农业科学, 2019, 44(4): 5-8, 28.
- [ 14 ] 陈丽, 贺奇, 王兴盛, 等. 不同直播栽培方式对水稻产量及其构成的影响[J]. 东北农业科学, 2021, 46(3): 1-8.
- [ 15 ] 陈学求, 李殿申, 何文安, 等. 关于作物生态育种涉及的若干问题的探讨[J]. 吉林农业大学学报, 1999(2): 102-105.
- [ 16 ] 唐永金, 邢国凤. 生态育种在绵农2号及其姊妹品种选育中的应用[J]. 绵阳经济技术高等专科学校学报, 1996(3): 7-10.
- [ 17 ] 王德轩, 刘冠军, 梁银, 等. 黄土区小麦抗旱生态育种模式的探讨[J]. 陕西农业科学, 1987(2): 1-3.
- [ 18 ] 李如仁. 小麦抗旱生态育种的体会[J]. 甘肃农业科技, 1982(2): 14-16.
- [ 19 ] 陈笑. 宁夏中部干旱带谷子适宜性分析[D]. 银川: 宁夏大学, 2018.
- [ 20 ] 易鹏. 紫花苜蓿气候生态区划初步研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2004.
- [ 21 ] 郭斌. 新疆北部农区麦田套种玉米生态区划及高产栽培技术的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.

(责任编辑: 刘洪霞)

(上接第20页)和根际微生物多样性, 提升了荞麦对肥料的养分利用效率, 荞麦在拔节期与灌浆期得到了充足的养分供给, 增加了氮素积累并增加了实际产量。至于生物菌肥对于其他荞麦品种的影响、生物菌肥与传统化肥对土壤及荞麦根系的影响机理还需进一步探讨。

综上所述, 对于米苦荞、多苦荞及甜荞, 施加生物菌肥可以替代不同比例的氮肥, 可减少土壤氮肥施用量, 促进荞麦生长发育、改善品质、提高产量, 在辽宁地区荞麦生产中具有重要的指导意义和广阔的发展前景。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 何巧, 王锐, 周云. 荞麦研究进展综述[J]. 现代农业科技, 2011(2): 46-49.
- [ 2 ] 林汝法. 中国荞麦[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 31-76.
- [ 3 ] 任长忠, 赵钢. 中国荞麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2015: 178-184.
- [ 4 ] Kim S J, Zaiduli S M, Suzuki T, et al. Comparison of phenolic compositions between common and tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts[J]. Food Chemistry, 2008, 110(4): 814-820.
- [ 5 ] 谭玉荣, 巧兵兵, 关郁芳, 等. 苦荞类黄酮的研究现状及展望[J]. 食品工业科技, 2012, 33(18): 377-381.
- [ 6 ] 张璟, 欧仕益. 荞麦的营养价值和保健作用[J]. 粮食与饲料工业, 2000, (11): 44-45.
- [ 7 ] 尹万利, 雷绪芳, 王敬昌, 等. 甜荞的食用价值与高产栽培措施[J]. 山西农业科学, 2009, 55(3): 207-209.
- [ 8 ] 冯佰利, 姚爱华, 高金峰, 等. 中国荞麦优势区域布局与发展研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(3): 375-377.
- [ 9 ] 梁莉红. 辽西地区杂粮生产现状及发展对策[J]. 内蒙古农业科技, 2010(2): 101-113.
- [ 10 ] 李乐, 孙海, 刘政波, 等. 微生物肥料的作用、机理及发展方向[J]. 东北农业科学, 2016, 41(4): 63-69.
- [ 11 ] 陈翔兰. 生物菌肥的作用及推广应用前景[J]. 内蒙古农业科技, 2008(4): 96.
- [ 12 ] 常庆涛, 刘荣甫, 胡跃高, 等. 生物菌肥对荞麦生长发育和产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(4): 161-162.
- [ 13 ] 陈文晋. 叶面喷施对荞麦生长发育、产量及品质的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2015.
- [ 14 ] 刘荣甫, 常庆涛, 马小凤, 等. 生物菌肥在春荞麦上的应用效果研究[J]. 农业科技通讯, 2016(11): 113-116.
- [ 15 ] 郝志萍, 吕慧卿, 高翔. 生物菌肥促进荞麦生长发育和产量提高[J]. 农业工程技术, 2018, 38(26): 10-11.
- [ 16 ] 姚拓. 饲用燕麦和小麦根际促生菌特性研究及其生物菌肥的初步研制[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2002.
- [ 17 ] 何永梅, 孔志强, 陈胜文, 等. 生物菌肥及其在蔬菜生产上的应用[J]. 科学种养, 2019(9): 33-35.
- [ 18 ] Jing Q, Bouman B A M, Hengsdijk H. Exploring options to combine high yields with high nitrogen use efficiencies in irrigated rice in China[J]. European Journal of Agronomy, 2007, 26(2): 166-177.
- [ 19 ] 张春华, 呼瑞梅, 胡跃高, 等. 微生物菌肥对通荞2号生育动态的影响[J]. 农业与技术, 2017, 37(20): 5-6.

(责任编辑: 范杰英)