

不同肥料配施对苦荞倒伏率·产量及产量构成因素的影响

张莉, 曾新宇, 孙学映, 朱体超, 宗洪霞 (重庆三峡农业科学院, 重庆 404115)

摘要 [目的]研究复合肥和磷钾肥配施对苦荞倒伏、产量及产量构成因素的影响,为苦荞的高产高效种植提供理论依据。[方法]以苦荞 K20904 为材料,采用完全随机区组试验设计,探讨不同肥料配施对苦荞倒伏率和产量的影响。[结果]不同肥料配施对苦荞倒伏率和产量均有极显著影响,倒伏率随施肥量的增加表现为先降低后升高的趋势,产量随施肥量的增加表现为先增加后降低的趋势。[结论]复合肥、过磷酸钙和硫酸钾的用量分别为 450.0、271.3、66.2 kg/hm² 时,倒伏率最低,产量最高。

关键词 苦荞;肥料配施;倒伏率;产量
中图分类号 S517 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2018)09 - 0111 - 02

Effects of Different Fertilizer Application on the Lodging Rate, Yield and Yield-contributing Factors of Tartary Buckwheat
ZHANG Li, ZENG Xin-yu, SUN Xue-ying et al (The Chongqing Three Gorges Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 404115)
Abstract [Objective] To study effects of compound fertilizer and phosphate potassium fertilizer application on the lodging rate, yield and yield-contributing factors of tartary buckwheat, and provide theoretical basis for high yield and efficient planting of tartary buckwheat. [Method] Using a randomized block experiment, effects of compound fertilizer and phosphate potassium fertilizer application on the lodging rate, yield and yield-contributing factors of tartary buckwheat with tartary buckwheat K20904 as material. [Result] Different fertilizers had a very significant effect on the lodging rate and yield of tartary buckwheat. The lodging rate decreased first and then increased with the increase of fertilization, and the yield increased and then decreased with the increase of fertilization. [Conclusion] The dosage of compound fertilizer, superphosphate and potassium sulfate were 450.0, 271.3, 66.2 kg/hm² with the lowest lodging rate, the highest yield.
Key words Tartary buckwheat; Fertilization rate; Lodging rate; Yield

苦荞属于蓼科荞麦属作物,起源于我国,在粮食作物生产中虽属小宗作物^[1-3],但栽培历史悠久,在全国各地均有种植。我国苦荞的种植面积和产量居世界第 2 位,因其生育期短、适应性强等特点,在作物生产布局中具有特殊地位,既可以作为主要的粮食作物,也可以作为填闲复播和备荒救灾作物^[4]。

苦荞被营养学家称为 21 世纪最有前途的绿色食品,营养价值 and 药用价值极高,含有许多其他作物所不含有的生物类黄酮芦丁等益于人体健康的物质。类黄酮具有抗氧化性、抑制脂质过氧化反应、维持血管舒张、减少血管脆性、防止心血管疾病发生以及防癌抗癌等功能,同时还有抗过敏、利尿、镇咳、降血脂、降血压、增强冠状动脉血流量等功效。

荞麦在生长发育过程中极易发生倒伏,是当前荞麦生产中存在的一个致命因素,导致其轻者减产重者绝收。肥料的合理施用是降低作物倒伏和提高产量的重要措施之一,也是保持土壤养分可持续供给的主要方法。前人对苦荞的氮磷钾施用量及不同配比对产量的影响进行了研究^[5-6],但目前关于复合肥和磷钾肥对苦荞倒伏和产量方面的研究尚少见报道。为此,笔者研究了复合肥和磷钾肥配施对苦荞倒伏、产量及产量构成因素的影响,旨在为苦荞的高产高效种植提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以苦荞 K20904 为材料,该品种籽粒为棕褐色,抗病性和抗旱性较强,落粒性一般,不倒伏,丰产性较高。复合肥、过磷酸钙作为 P 肥,硫酸钾作为 K 肥,均由九禾股份有限公司提供。

基金项目 重庆荞麦技术体系创新团队项目。
作者简介 张莉(1981—),女,重庆人,农艺师,从事苦荞、花生、大豆等特色杂粮栽培育种研究。
收稿日期 2018 - 01 - 02

1.2 试验地概况 试验于 2015—2016 年在重庆三峡农业科学院试验基地进行,海拔 326 m,地势平坦,排灌方便,土质为紫色壤土,试验地前茬为花生。

1.3 试验设计 采取随机区组试验设计,分析不同配比的复合肥和过磷酸钙 + 硫酸钾对苦荞抗倒性能、产量及产量构成因素的影响。复合肥设 0、225.0、450.0、675.0 kg/hm² 4 个水平, P + K 肥设 0 + 0、281.3 + 66.2、562.6 + 132.4 kg/hm² 3 个水平,共 12 个处理(表 1)。小区面积 7.92 m² (4.00 m × 1.98 m),窝播,窝距 0.18 m,每窝 5 苗,密度 83.4 万株/hm²,行距 0.33 m,种植 6 行,3 次重复。小区之间留一空行,区组走道 50 cm,播种行与区组走向垂直,试验地四周播种 3 行保护行,复合肥和 P - K 肥作为种肥播种前定量一次性施入小区后,9 月 2 日播种,出苗后定苗,常规管理。

表 1 试验设计
Table 1 Test design kg/hm²

处理 Treatment	复合肥 Compound fertilizer	过磷酸钙 Calcium superphosphate	硫酸钾 Potassium sulfate
A ₁	0	0	0
A ₂	225.0	0	0
A ₃	450.0	0	0
A ₄	675.0	0	0
A ₅	0	281.3	66.2
A ₆	225.0	281.3	66.2
A ₇	450.0	281.3	66.2
A ₈	675.0	281.3	66.2
A ₉	0	562.6	132.4
A ₁₀	225.0	562.6	132.4
A ₁₁	450.0	562.6	132.4
A ₁₂	675.0	562.6	132.4

1.4 测定项目与方法 在苦荞收获前 3 d 调查各小区倒伏的株数和总株数,倒伏率 = 倒伏株数/总株数 × 100%。待籽

粒 70% ~80% 成熟时,于收获前 1 d 随机选择有代表性的 20 株,测量株高、节间长度、分枝数、主茎节数、单株粒重、千粒重,每个小区单独收获,脱粒晒干,测定小区产量,折合成单位面积产量 (kg/hm²)。

1.5 数据处理与分析 采用 Microsoft Excel 2003 软件整理数据,采用 SPSS 19.0 软件进行统计分析,采用 LSD 法进行显著性检测。

2 结果与分析

2.1 不同肥料配施对苦荞倒伏的影响 方差分析结果表明,区组间 F 值不显著,说明该试验区组间的土壤差异小,试验地肥力均匀,试验结果的准确度高。不同肥料配施对苦荞倒伏率的影响达极显著水平。

不同肥料配施处理下的倒伏率见表 2。由表 2 可知,与对照 A₁ 相比,施加不同配比的肥料均对降低苦荞倒伏率有极显著影响;A₇ 处理下的倒伏率最低,为 20.25%,与其他处理的差异达极显著水平;A₂ 和 A₅ 处理间无显著差异,A₃ 和 A₉ 处理间无显著差异,A₄、A₁₀ 和 A₁₂ 处理间无显著差异,A₆ 和 A₁₁ 处理间无显著差异,A₈ 和 A₁₁ 处理间无显著差异。

2.2 不同肥料配施对苦荞产量的影响 方差分析结果表明,区组间 F 值不显著,说明该试验区组间的土壤差异小,试验地肥力均匀,试验结果的准确度高。不同肥料配施处理对苦荞产量的影响达极显著水平。

由表 2 可知,与对照 A₁ 相比,施加不同配比的肥料均对提高苦荞产量有极显著影响;A₇ 处理下的产量最高,为 821.69 kg/hm²,与其他处理的差异均达极显著水平;A₈、A₁₁ 和 A₁₂ 处理间无显著差异,A₄ 和 A₆ 处理间无显著差异,A₃ 和

A₉ 处理间无显著差异。

表 2 不同肥料配施对苦荞倒伏率和产量的影响
Table 2 The effect of different fertilizers on lodging rate of buck wheat

处理 Treatment	倒伏率 Lodging rate//%	产量 Yield//kg/hm ²
A ₁	58.57 aA	562.17 iH
A ₂	45.40 bB	612.30 hG
A ₃	37.51 cC	666.47 fE
A ₄	34.56 dE	707.36 eD
A ₅	44.30 bB	636.02 gF
A ₆	32.50 eEF	716.10 eD
A ₇	20.25 hG	821.69 aA
A ₈	30.30 gF	770.71 bcB
A ₉	37.27 cCD	662.82 fE
A ₁₀	34.85 dDE	737.84 dC
A ₁₁	30.66 fgF	781.83 bB
A ₁₂	33.61 deE	769.20 cB

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著 (P<0.05);不同大写字母表示处理间差异极显著 (P<0.01)
Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences at 0.05 level; Different capital letters stand for significant differences at 0.01 level

2.3 不同肥料配施对苦荞农艺形状的影响 由表 3 可知,不同肥料配施对株高、茎粗、单株粒重、千粒重的影响均达显著或极显著水平,对分枝数和主茎节数的影响不显著。A₇ 处理下的茎粗、单株粒重和千粒重均最大,分别为 5.22 mm、4.23 g 和 23.34 g;A₁₂ 处理下的株高和主茎节数均最大,分别为 113.80 cm 和 14.50;A₁₁ 处理下的分枝数最大,为 6.02 枝,说明不同肥料配施对产量构成因素影响较大。

表 3 不同肥料配施对农艺性状的影响
Table 3 The effect of different fertilizers on agronomic trait of buckwheat

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎粗 Stem diameter mm	分枝数 Branch number	主茎节数 Main stalk pitch number	单株粒重 Grain Weight Per plant//g	千粒重 1 000-grain weight//g
A ₁	88.72 hH	4.69 jH	5.18 fE	12.63 gF	3.58 gG	21.51 iH
A ₂	93.94 gG	4.83 iG	5.68 eD	13.23 fE	3.71 fF	21.76 hG
A ₃	97.84 fF	4.92 gF	5.84 dC	13.60 eD	3.84 deDE	22.07 fEF
A ₄	102.88 dD	4.99 eD	5.89 dBC	13.90 bcCD	3.91 cCD	22.25 eDE
A ₅	93.73 gG	4.85 hG	5.71 eD	13.20 fE	3.79 eEF	21.94 fgFG
A ₆	98.71 eE	5.00 eD	5.95 cAB	13.70 cdCD	3.96 cC	22.56 cC
A ₇	103.97 cC	5.22 aA	5.96 bcAB	13.97 bBC	4.23 aA	23.34 aA
A ₈	109.15 bB	5.09 bcB	5.98 abcA	14.30 aAB	4.11 bB	22.86 bB
A ₉	97.54 fF	4.96 fE	5.99 abcA	13.63 deCD	3.85 dDE	21.87 ghFG
A ₁₀	103.74 cC	5.08 cB	6.01 abcA	13.87 bcdC	3.93 cC	22.39 deCD
A ₁₁	109.52 bB	5.10 bB	6.02 aA	14.30 aAB	4.11 bB	22.82 bB
A ₁₂	113.80 aA	5.05 dC	6.01 abA	14.50 aA	4.08 bB	22.52 cdC

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著 (P<0.05);不同大写字母表示处理间差异极显著 (P<0.01)
Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences at 0.05 level; Different capital letters stand for significant differences at 0.01 level

3 结论与讨论

苦荞 K20904 在不同肥料配施处理下倒伏率、产量、农艺性状的研究结果表明,A₇ 处理下,即复合肥、过磷酸钙和硫酸钾的用量分别为 450.0、271.3、66.2 kg/hm² 时,倒伏率最低,产量最高。

肥料是苦荞生长发育所需的直接养分,不但影响其生长发育过程,而且影响其产量,受传统观念“施肥越多,产量越高”的影响,苦荞过量施肥,不仅容易引起倒伏,还造成资源过度浪费和环境污染,因此,探讨苦荞生长所需的适宜施肥 (下转第 136 页)

可知,根据 F 值大小,因素和交互作用的主次顺序依次为 AD、A、AB、B、C。

表3 因素与交互作用的指标和

Table 3 The sum of the indicators of factors and interaction			
因素 Factor	K_{1j}	K_{2j}	K_{3j}
A	115.6	121.9	127.3
B	116.4	124.0	124.4
A × B	121.8	124.9	118.1
A × B	117.2	128.4	119.2
C	126.1	119.3	119.4
A × C	122.0	122.7	120.1
A × C	120.2	120.9	123.7
A × D	120.2	117.4	127.2
D	120.8	120.7	123.3
A × D	115.3	120.6	128.9
空白	121.5	121.8	121.5
空白	119.0	123.2	122.6
空白	120.3	125.1	119.4

根据交互作用的指标和,以及因素和交互作用的主次顺序,确定优水平。由表3可知,AD的优水平为3,又因AD在主次顺序中排第1位,因此A和D应该取 A_3 和 D_3 ,显然与上文中初选出的优水平相吻合。

由表3可知,AB的优水平为2,又因AB在主次顺序中排在B之前,因此B的优水平应该由AB决定,取 B_2 。显然优于上文中初选出的优水平 B_3 ,因为此时平均指标和大于表3中 B_3 的最大指标和。

因素C的优水平:因素C为不显著因素,从节能角度考虑,应该取最小固液比,即 C_1 。此时,正好与表3中的最大指标和水平相一致。

综上所述,最优水平组合为 $A_3B_2C_1D_3$,即最优工艺条件为超声波处理时间40 min、浸提时间60 min、固液比1:30 mg/mL和浸提温度80℃。最后,在最佳条件 $A_3B_2C_1D_3$

下,进行3次重复试验,测定多糖得率为15.2%。

3 结论

通过考虑交互作用并设计使用 $L_{27}(3^3)$ 正交表的4因素3水平正交试验,确定木瓜多糖提取的最优工艺条件为超声波处理时间40 min、浸提时间60 min、固液比1:30 mg/mL和浸提温度80℃。最后,在此最佳条件下进行3次重复试验,测定多糖得率为15.2%。

该研究采用 $L_{27}(3^3)$ 正交试验设计,并考虑因素间的交互作用,确定木瓜多糖提取的最优工艺条件,为木瓜多糖的开发利用提供技术指导。后期可以进一步研究,采用响应面试验方法,找出各个因素的操作空间,将更有利于工业化开发。

参考文献

[1] 江苏省植物研究所. 新华本草纲要:第3册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1990.

[2] 徐怀德,秦盛华. 超声波辅助提取光皮木瓜多糖及其体外抗氧化性研究[J]. 食品科学,2010,31(10):106-111.

[3] 刘晓涵,陈永刚,林励,等. 蒽酮硫酸法与苯酚硫酸法测定枸杞子中多糖含量的比较[J]. 食品科技,2011,34(9):270-272.

[4] 魏苑,张盛贵. 蒽酮-硫酸法测枸杞多糖含量的研究[J]. 食品工业科技,2011,32(3):399-401.

[5] 王文平,郭祀远,李琳,等. 野木瓜水溶性多糖的提取、分离及结构分析[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2008,36(7):128-132.

[6] 刘瑞江,张业旺,闻崇炜,等. 正交试验设计和分析方法研究[J]. 实验技术与管理,2010,27(9):52-55.

[7] NALBANT M, GÖKKAYA H, SUR G. Application of Taguchi method in the optimization of cutting parameters for surface roughness in turning[J]. Materials & design, 2007, 28(4):1379-1385.

[8] 王中来,李叶桃,王团结,等. 关于正交配置表构造中若干问题的探讨[J]. 福州大学学报,1999,27(1):100-105.

[9] 王中来,李育伟,叶长葵. 正交配置表的构造及其在吸附偏微分方程数值解中的应用[J]. 离子交换与吸附,1998,14(1):59-67.

[10] CAI D J, SHU Q, XU B Q, et al. Orthogonal test design for optimization of the extraction of flavonoid from the fructus gardeniae[J]. Biomedical & environmental sciences, 2011, 24(6):688-693.

[11] 陈魁. 试验设计与分析[M]. 北京:清华大学出版社,1996.

[12] 闵亚能. 实验设计(DOE)应用指南[M]. 北京:机械工业出版社,2011.

(上接第112页)

量和施肥配比对降低苦荞倒伏和提高产量具有重要意义。

苦荞由于茎秆纤细、中空,遇到风雨极易倒伏,导致轻者减产重者绝收,极大地制约了苦荞的产量和农民种植苦荞的积极性。该研究表明,不同肥料配施对苦荞倒伏有显著影响,随着施肥量的增加,倒伏率先降低后升高,当复合肥、过磷酸钙和硫酸钾的用量分别为450.0、271.3、66.2 kg/hm²时,苦荞的倒伏率最低,为20.25%,比对照未施肥处理的倒伏率降低189.23%。当肥料用量不足或过量时,苦荞的倒伏率均升高,可能由于复合肥、P肥和K肥用量过低时,会导致其营养生长不良,茎秆纤细,容易倒伏;而当复合肥、P肥和K肥用量过高时,营养生长旺盛,造成茎秆过高,由于苦荞茎秆内部中空,株高过高,遇到风雨极易倒伏,导致其倒伏率升高。这与杨艳华等^[7]在水稻上的研究结果相似。李红梅等^[8]研究表明,适宜的肥料用量是提高荞麦产量的重要条件。该研究表明,不同肥料配施对苦荞产量有显著影响,当复合肥、过磷酸钙和硫酸钾的用量分别为450.0、271.3、66.2 kg/hm²

时,苦荞的产量最高,为821.69 kg/hm²,比对照未施肥处理的产量增加了31.58%。该研究表明,当肥料用量不足或过量时,苦荞的产量均下降,这与苏玉环等^[9]在小麦上和周攒义等^[10]在马铃薯上的研究结果一致。

参考文献

[1] 李安仁. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1998:116-118.

[2] LIN R F, ZHOU Y N, WANG R, et al. A study on the extract of tartary buckwheat I. Toxicological safety of the extract of tartary buckwheat[J]. Small, 2001(8):602-607.

[3] 林汝法. 中国荞麦[M]. 北京:中国农业出版社,1994:2-8.

[4] 林汝法,柴岩,廖琴,等. 中国小杂粮[M]. 北京:中国农业科技出版社,2002:2-7.

[5] 安玉麟,刘安林,范计珍,等. 氮磷配合施用对荞麦产量和蛋白质含量的影响[J]. 北方农业学报,1989(5):25-26.

[6] 毛新华,石高圣,倪松尧. 氮肥、磷肥、钾肥与荞麦产量关系的研究[J]. 上海农业科技,2004(4):52-53.

[7] 杨艳华,朱镇,张亚东,等. 不同水稻品种(系)抗倒伏能力与茎秆形态性状的关系[J]. 江苏农业学报,2011,27(2):231-235.

[8] 李红梅,陕方,边俊生,等. 品种与肥料对苦荞麦产量及水肥利用的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2006,14(4):253-255.

[9] 苏玉环,刘保华,王雪香,等. 施用钾肥对冬小麦‘邯6172’产量及群体质量的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(3):127-130.

[10] 周攒义,张兴梅,王鹏,等. 氮肥不同用量对马铃薯氮素吸收·产量与品质的影响[J]. 安徽农业科学,2013,41(15):6671-6673.