

有机水溶肥料在高海拔地区大豆上的应用效果

吴云钊^{1*}, 王朝东², 龚述高^{1#}, 周富忠³

¹利川市汪营镇农业农村服务中心, 湖北 利川

²利川市凉雾乡农业农村服务中心, 湖北 利川

³利川市土壤肥料工作站, 湖北 利川

收稿日期: 2025年1月11日; 录用日期: 2025年2月12日; 发布日期: 2025年2月21日

摘要

在湖北利川海拔1100 m上下的2个不同地点和土类上, 通过正规的田间小区试验, 验证了有机水溶肥料这种新型叶面肥料在高海拔地区大豆上的应用效果。试验结果表明, 在大豆生育中期用有机水溶肥料800倍液喷雾三次(每次间隔10~15天), 可使大豆显著增产, 比常规施肥亩增产大豆20 kg左右, 净增收100元以上, 增幅超过15%。该肥主要促进了大豆果荚数量、株粒数及百粒重提高, 从而实现增产, 可在相似区域的大豆种植上大面积推广应用。

关键词

湖北利川, 有机水溶肥料, 大豆, 高海拔地区, 效果

Application Effect of Organic Water-Soluble Fertilizers on Soybeans in High-Altitude Areas

Yunzhao Wu^{1*}, Chaodong Wang², Shugao Gong^{1#}, Fuzhong Zhou³

¹Lichuan City Wangying Town Agricultural and Rural Service Center, Lichuan Hubei

²Lichuan City Liangwu Township Agricultural and Rural Service Center, Lichuan Hubei

³Lichuan City Soil and Fertilizer Workstation, Lichuan Hubei

Received: Jan. 11th, 2025; accepted: Feb. 12th, 2025; published: Feb. 21st, 2025

Abstract

The application effect of organic water-soluble fertilizer, a new type of foliar fertilizer, on soybeans

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 吴云钊, 王朝东, 龚述高, 周富忠. 有机水溶肥料在高海拔地区大豆上的应用效果[J]. 农业科学, 2025, 15(2): 175-180. DOI: 10.12677/hjas.2025.152021

in high-altitude areas was verified through regular field trials at two different locations and soil types at an altitude of around 1100 meters in Lichuan, Hubei. The test results showed that in the middle growth period of soybeans, three times of spray with 800 times of organic water-soluble fertilizer (every 10~15 days) could significantly increase the yield of soybeans. Compared with conventional fertilization, the yield of soybeans per mu increased by about 20 kg, and the net income increased by more than 100 yuan, an increase of more than 15%. This fertilizer mainly promotes the increase in the number of soybean pods, the number of seeds per plant, and the weight of one hundred seeds, thereby achieving yield increase. It can be widely promoted and applied in soybean planting in similar areas.

Keywords

Lichuan, Hubei, Organic Water-Soluble Fertilizers, Soybeans, High Altitude Areas, Effect

Copyright © 2025 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

利川地处湖北西南边陲，平均海拔 1100 m，耕地大面积分布在海拔 800~1400 m 之间，独特的冷凉气候使农产品品质更优。利川大豆常年种植面积在 6.5~7.0 万亩之间，往往与玉米间作，单作面积小，因此单产低，平均亩产 100 kg 左右，单位面积收益不高[1]。利川大豆的商品化率极低，农民种植大豆基本为自给自足式生产，重点作为高端菜类——豆腐的加工食材，丰富日常餐桌，保障蛋白质营养供给。利川大豆加工产业较发达，豆腐、豆精、豆干等豆制品生产作坊遍布各乡镇，一块“柏杨豆干”在柏杨坝镇已形成年产值 2500 万元的大产业[2]，在一个集镇就有大小企业及加工作坊近 200 家，促进了地方经济发展，增加了就业岗位，为当地村民增加收入提供了重要途径。但加工原料多为外调，本地供应严重不足，也为利川大豆销售提供了较大市场。

大豆的产业化发展不仅有助于当地农业经济的增长，还为农民提供了更多的增收渠道。提高单产、增加效益是当前利川大豆商品化生产、产业化发展急需解决的主要矛盾。为此，由利川市土壤肥料工作站牵头，相关乡镇农业农村服务中心参与，与武汉农得利生物科技有限公司合作，在汪营、凉雾等地开展了新型肥料应用于大豆生产的田间试验，旨在通过新型肥料应用，提高大豆单产、提升大豆生产效益、提高农民商业化种植大豆的积极性。现将试验结果报告如下。

2. 材料与方法

2.1. 试验时间和地点

2024 年 5 月至 10 月。试验地点分别为：利川市汪营镇井坝村 5 组(海拔 1090 m)、凉雾乡马前村 6 组(海拔 1120 m)，都位居利川粮油生产主产区。试验地土壤分别为第四纪黏土发育的黄土质黄棕壤和紫色页岩发育的酸性紫泥土，在利川的主要土壤类型中代表性较强。

2.2. 供试肥料及作物

肥料：有机水溶肥料，一种新型叶面肥，武汉农得利生物科技有限公司生产，褐色液体，有机质 ≥ 200 g/L， $N + P_2O_5 + K_2O \geq 160$ g/L， $Mn + Zn + B$ ：20~40 g/L，pH：4.0~6.0，水不溶物 ≤ 20 g/L，500 mL 瓶装。

作物：大豆，品种——六月黄。本地早熟品种，生育期 100 天左右，黄粒、粒形椭圆，子叶黄色、

脐深褐色，百粒重 17 g 左右，生长习性直立，株高 60 cm 上下，叶形椭圆，茸毛灰色，花白色[3]。

2.3. 试验方法与过程

生产 100 kg 大豆籽粒，一般需吸收氮(N) 7.2 kg、磷(P₂O₅) 0.3 kg、钾(K₂O) 2.5 kg [4]。利川大豆种植常规施肥量小，为考虑用地养地结合，选用了湖北宜施壮农业科技有限公司生产的有机无机复混肥料 50 kg/亩作底肥，其有机质 ≥ 15.0%、总养分 ≥ 15.0% (7-3-5)，折算的氮磷钾含量与农民常规施肥量相当。

本试验设 4 个处理，3 次重复，随机区组排列，小区面积 3 m × 10 m = 30 m²。两地种植规格及处理内容相同：行距 60 cm、穴距 33 cm，每小区 5 行 × 30 穴 = 150 穴/小区，处理内容如下。

- 处理 1：不施肥；
- 处理 2：常规施肥(CK，有机无机复混肥料 50 kg/亩)；
- 处理 3：CK + 等量清水喷雾；
- 处理 4：CK + 有机水溶肥料(每次 100 mL/亩) 800 倍液喷雾三次。

两地分别在 2024 年 5 月底至 6 月初播种，每穴播 2 粒种，亩密度 3367 穴、6734 株；播种前施底肥(不施肥处理未施肥)，未追肥；分别在 7 月中旬、7 月下旬、8 月上旬，处理 4 喷施 800 倍农得利有机水溶肥料(100 mL/亩)、处理 3 喷施等量清水。两试验地中耕除草各 2 次，进入 7 月后，出现持续高温干旱，人工浇灌各 3 次；当地大豆病虫害较少，未进行药剂防治。分别在喷施有机水溶肥料前、最后一次喷施半月后及收获时测量大豆株高、株粒数、百粒重等生物学性状。9 月中旬收获，测实产。

2.4. 数据统计分析

用 Excel 进行数据统计分析，试验结果作 F 检验，新复极差法进行多重比较。试验前取试验地混合土样、试验后按处理取混合土样分别测试土壤 pH、有机质、全氮、有效磷、速效钾等常规养分指标，测试标准及方法见表 1。

Table 1. Testing standards and methods for conventional nutrient indicators of soil samples
表 1. 土样常规养分指标检测标准及方法表

序号	检测项目	检测标准	检测方法
1	pH	NY/T1121.2-2006	酸度计法
2	有机质	NY/T1121.6-2006	硫酸 - 重铬酸钾容量法
3	全氮	NY/T53-1987	半微量开氏定氮法
4	有效磷	LY/T1232-2015	氟化铵 - 盐酸浸提，分光光度法
5	速效钾	NY/T889-2004	1 mol/L 乙酸铵浸提，原子吸收法

3. 结果与分析

3.1. 有机水溶肥料对大豆产量的影响

两试验地大豆不同处理产量及分析结果见表 2，亩产为 113.6~158.1 kg，因播种偏迟和后期受持续干旱影响，单产略低于常年水平。两试验地都是喷施有机水溶肥料产量最高，不施肥最低。喷施有机水溶肥料比喷施等量清水亩增产 11.9~13.1 kg、增幅近 10%，比常规施肥亩增产 19.8~22.3 kg、增幅超过 15%，比不施肥亩增产 35 kg 左右、增幅 30% 上下；因出现持续干旱天气，喷施等量清水比常规施肥亩增产 7.9~9.2 kg、增幅达到 6% 以上，比不施肥亩增产约 22.5 kg、增幅近 20%；常规施肥比不施肥亩增产 14 kg 左右、增幅超过 10%。

经方差分析, 两地处理间差异极显著, 区组间差异不显著; 经新复极差比较, 两地结果一致, 喷施有机水溶肥料比喷施等量清水增产显著, 比常规施肥和不施肥增产极显著; 喷施等量清水比常规施肥增产不显著, 比不施肥增产极显著; 常规施肥比不施肥增产显著。

Table 2. Analysis of soybean yield results under different processing conditions
表 2. 不同处理大豆产量结果分析表

地点	处理	小区产量(kg/30m ²)				折亩产 (kg)	多重 比较	比 1±		比 2±		比 3±	
		I	II	III	平均			kg/亩	%	kg/亩	%	kg/亩	%
井坝村	1	5.16	5.28	4.90	5.11	113.6	Cc						
	2	6.04	5.70	5.56	5.77	128.1	BCb	14.5	12.76				
	3	6.36	5.92	6.08	6.12	136.0	ABb	22.4	19.72	7.9	6.17		
	4	6.70	6.30	6.96	6.65	147.9	Aa	34.3	30.19	19.8	15.46	11.9	8.75
马前村	1	5.76	5.58	5.18	5.51	122.4	Cc						
	2	6.14	6.38	5.81	6.11	135.8	BCb	13.4	10.95				
	3	6.26	6.58	6.73	6.52	145.0	ABb	22.6	18.46	9.2	6.77		
	4	6.94	7.14	7.26	7.11	158.1	Aa	35.7	29.17	22.3	16.42	13.1	9.03

注: 多重比较栏中无相同小写字母表示处理间差异显著($p \leq 0.05$), 无相同大写字母表示处理间差异极显著($p \leq 0.01$)。

3.2. 有机水溶肥料对大豆产值及效益的影响

大豆单价按 7 元/kg, 亩产值为 795.2~1106.7 元。两地喷施有机水溶肥料比喷施等量清水、常规施肥、不施肥亩分别增收 83.3~91.7 元、138.6~156.1 元、240.1~249.9 元, 喷施清水比常规施肥、不施肥亩分别增收 55.3~64.4 元、156.8~158.2 元; 常规施肥比不施肥亩增收 93.8~101.5 元。不计劳动力投入, 有机水溶肥料亩增加投入 30 元(每次 10 元), 喷施有机水溶肥料比喷施清水、常规施肥、不施肥亩分别净增收 53.3~61.7 元、108.6~126.1 元、210.1~219.9 元, 净收益不高。

3.3. 有机水溶肥料对大豆生育期及生物学性状的影响

Table 3. Statistical analysis of biological traits of soybean under different treatments
表 3. 不同处理大豆生物学性状统计分析表

地点	处理	喷施前		喷施后		收获时			理论产量 (kg/亩)
		株高(cm)	叶片数(片)	株高(cm)	果荚数(个)	株高(cm)	株粒数(颗)	百粒重(g)	
井坝村	1	29.51	25.5	49.55	8.9	54.97	108.2	16.64	121.2
	2	28.45	24.9	52.32	10.6	56.95	116.2	16.88	132.1
	3	28.26	24.6	54.74	12.4	58.26	121.4	17.35	141.8
	4	29.15	25.2	56.26	15.5	60.87	125.3	17.84	150.5
马前村	1	30.86	24.2	52.58	13.1	52.56	115.4	16.19	125.8
	2	30.66	23.6	56.68	14.2	57.23	126.5	16.50	140.6
	3	31.29	24.5	57.55	14.8	59.14	133.5	16.78	150.9
	4	31.13	23.9	60.35	15.6	62.38	146.7	17.18	169.7

田间观察，两地除不施肥处理大豆后期略有脱肥表现外，其他处理外观差异不明显，生育时期也无明显变化。喷施有机水溶肥料前、最后一次喷施后半月及收获时调查测量大豆单株的株高、叶片数、果荚数、株粒数及百粒重等指标，结果见表3。喷施有机水溶肥料前田间调查测量结果显示，在大豆生长前期，不施肥与施肥处理的株高、叶片数基本无差异；喷施有机水溶肥料结束后半月及收获时调查测量结果表明，进入生长后期，不施肥处理大豆生长变得迟缓，株高矮、果荚数少、单株大豆粒数和百粒重低。最后一次喷施有机水溶肥料半月后和收获时调查测量，喷施有机水溶肥料处理大豆株高、单株果荚数量、单株大豆粒数及百粒重都最高，其次分别是喷施清水、常规施肥、不施肥。计算的理论产量与实产相当，各处理差异幅度与实产基本一致。

3.4. 不同处理土壤常规养分变化情况

试验地土壤常规养分测试结果见表4 按湖北省耕地质量监测指标分级标准(鄂耕肥[2018] 16 号)评价，试验产两地土壤酸化(pH 低于 5.5)，有机质、全氮和速效钾含量中等至较高，有效磷含量在较高以上。两地各处理间及试验前后土壤 pH 变化不大，变异系数低于 0.5%。与试验前比较，不施肥的土壤有机质、全氮、有效磷和速效钾含量皆不同程度下降，说明种植大豆消耗了土壤中储存的养分；试验后常规施肥和常规施肥 + 清水喷雾处理土壤的有机质、全氮、有效磷和速效钾差异不大，且不同程度高于试验前测试值，说明所施有机无机肥料未被大豆完全吸收利用，部分被吸附储存于土壤中；常规施肥 + 有机水溶肥料喷雾处理土壤的相关养分指标都低于另外两个施肥处理，说明喷施有机水溶肥料促进了大豆对氮磷钾养分的吸收，提高了所施常规肥料的利用率，从而实现增产。

Table 4. Statistical table of soil conventional nutrient testing results for different treatments
表 4. 不同处理土壤常规养分检测结果统计表

地点	处理	pH	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
井坝村	试验前	4.86	32.3	1.68	52.6	140.5
	试验后 1	4.89	31.8	1.61	48.5	128.6
	试验后 2	4.85	32.6	1.75	55.4	148.3
	试验后 3	4.87	32.4	1.78	54.8	145.4
	试验后 4	4.86	32.1	1.72	50.2	135.2
	变异系数%	0.31	0.95	3.87	5.64	5.67
马前村	试验前	5.12	25.2	1.32	36.4	115.4
	试验后 1	5.10	24.9	1.25	34.7	105.9
	试验后 2	5.13	25.4	1.36	38.5	124.6
	试验后 3	5.11	25.4	1.34	38.8	126.5
	试验后 4	5.13	25.1	1.28	37.2	118.3
	变异系数%	0.25	0.84	3.41	4.49	6.94

4. 结论与讨论

在湖北省利川市汪营镇井坝村和凉雾乡马前村两个不同地点的不同土类上，开展武汉农得利生物科技有限公司生产的新型叶面肥料——有机水溶肥料应用于大豆的正规田间小区试验，通过试验结果分析，可得出如下结论。

该有机水溶肥料 800 倍液(100 mL/亩)在大豆上喷施三次增产效果显著。喷施该肥比喷施清水亩增产大豆 11.9~13.1 kg、净增收 53.3~61.7 元、增幅近 10%；比常规施肥亩增产 19.8~22.3 kg、净增收 108.6~126.1 元、增幅超过 15%。喷施该肥为大豆生长提供了一定数量的有机质(200 g/L)、大量元素氮磷钾(160 g/L)和微量元素锰锌硼等养分，还促进了大豆对土壤养分的吸收，提高了常规施用肥料的利用率，从而提高了大豆果荚数量、每株大豆粒数及百粒重，实现增产。因生长后期出现连续高温干旱天气，喷施清水也表现出一定增产效果。

此试验研究了有机水溶肥料在湖北利川高海拔地区大豆种植中的应用效果。通过两个不同地点、不同土类上设置的田间试验，比较了不施肥、常规施肥、常规施肥 + 清水喷雾和常规施肥 + 有机水溶肥料喷雾四种处理下大豆的产量、产值、效益、生物学性状及土壤常规养分变化情况。结果表明，喷施有机水溶肥料处理的大豆产量、产值和效益最高，且株高、果荚数、株粒数和百粒重等生物学性状也表现最佳。因此，该肥可在相似区域大豆种植上大面积推广应用。

本试验未对大豆根瘤菌形成及固氮能力、以及大豆的蛋白质含量等营养指标进行检测分析研究，可在后期的试验示范中进一步探讨。建议进一步在不同区域、不同作物上开展多点试验、示范，以验证其效果的重现性，为大面积推广应用该产品提供更充分的依据。

大豆属喜钼作物[5]，在测土配方施肥中还应着重考虑钼肥在大豆上的推广应用。利川要打造大豆产业，必须从品种选择、区域布局、优质高产栽培技术应用等多方面统筹规划，充分利用当地气候、耕地资源优势进行合理布局。如，利川是“恩施硒都”的重要组成部分[6]，较多耕地富硒，可借鉴周边地区经验，合理规划布局发展富硒大豆[7]，提升大豆价值，提高产业效益。

参考文献

- [1] 利川市统计局, 利川调查队. 利川市统计年鉴[M]. 利川: 利川市统计局, 利川调查队, 2018-2022.
- [2] 王佳文, 陈铁健, 宁琼. 年产值达 2500 万元, 湖北利川“非遗”美食走出深山[EB/OL]. 极目新闻. http://www.ctdsb.net/c1676_202312/1999163.html, 2023-12-24.
- [3] 李莉, 陈宏伟, 刘良军, 等. 湖北省利川市农作物种质资源调查与收集[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(23): 18-26.
- [4] 姚艳. 大豆施肥技术要点[J]. 安徽农学通报, 2006(6): 134.
- [5] 杨继臣. 大豆结荚无籽的原因及解决办法[J]. 农家参谋, 2020(2): 69.
- [6] 温权州, 冉露, 周富忠. 湖北省利川市耕地全硒分布及其影响因素[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(15): 50-55+111.
- [7] 罗勇军, 张庆华, 杨志忠, 等. 黔东南地区耕地土壤中硒与钼元素的关系及应用前景[J]. 西部探矿工程, 2023, 35(6): 157-161.