

藻类活性细胞生物肥对苜蓿地土壤肥力的影响

黎明¹, 扎拉嘎², 李云鹏¹, 唐和斯¹, 双金^{1*}

¹内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特

²内蒙古圣牧高科牧业有限公司, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2022年9月30日; 录用日期: 2022年10月28日; 发布日期: 2022年11月9日

摘要

为了观察藻类活性细胞生物肥对土壤肥力的影响, 试验选择总面积28.3公顷的苜蓿草基地(圆形), 其中试验区为8.3公顷, 对照区为20.0公顷。于2021年4月20日在试验区每亩按3000 mL的量施藻类活性细胞生物肥一次, 于6月20日试验结束, 为期60 d。开始之前和试验结束后, 分别从试验区和对照区中心部位用S形方法取土壤样品, 并检测肥力指标, 包括全氮、全磷、全钾、有机质和pH值。结果显示, ① 试验开始之前对照区和试验区肥力指标均不显著($P > 0.05$); ② 对照区试验前后, pH值以及全氮和全磷含量试验后显著提高($P < 0.05$); ③ 试验区试验前后, 有机质含量显著上升($P < 0.05$), 全氮含量极显著提高($P < 0.01$)。而pH值以及全磷和全钾含量则试验前后无显著差异($P > 0.05$); ④ 施用藻类活性细胞生物肥, 使土壤有机质含量和全氮含量显著上升($P < 0.05$), 对土壤其他指标没有显著影响($P > 0.05$), 总之, 藻类活性细胞生物肥对土壤肥力的提升具有显著的功效。

关键词

藻类活性细胞生物肥, 土壤肥力

Effect of Active Cell Biofertilizer on Soil Fertility of Alfalfa Land

Ming Li¹, Zalaga², Yunpeng Li¹, Hesi Tang¹, Jin Shuang^{1*}

¹Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot Inner Mongolia

²Inner Mongolia Shengmu High Tech Animal Husbandry Co., Ltd., Hohhot Inner Mongolia

Received: Sep. 30th, 2022; accepted: Oct. 28th, 2022; published: Nov. 9th, 2022

Abstract

In order to observe the effect of algae active cell biofertilizer on soil fertility, the alfalfa base

*通讯作者。

文章引用: 黎明, 扎拉嘎, 李云鹏, 唐和斯, 双金. 藻类活性细胞生物肥对苜蓿地土壤肥力的影响[J]. 农业科学, 2022, 12(11): 1092-1097. DOI: 10.12677/hjas.2022.1211150

(round) with a total area of 28.3 hectares was selected, of which the experimental area was 8.3 hectares and the control area was 20.0 hectares. On April 20, 2021, 3000 mL biofertilizer of algae active cells was applied once per mu in the experimental area, and the experiment ended on June 20, 2021 for 60 days. Before and after the experiment, soil samples were taken from the center of the experimental area and the control area by S-shaped method, and the fertility indexes were detected, including total nitrogen, total phosphorus, total potassium, organic matter and pH value. The results showed that: ① Before the experiment began, the fertility indexes of the control area and the experimental area were not significant ($P > 0.05$); ② Before and after the experiment in the control area, the pH value, total nitrogen and total phosphorus content increased significantly after the experiment ($P < 0.05$); ③ Before and after the test, the content of organic matter increased significantly ($P < 0.05$) and the content of total nitrogen increased significantly ($P < 0.01$). However, there was no significant difference in pH value, total phosphorus and total potassium content before and after the experiment ($P > 0.05$). ④ The application of algae active cell biofertilizer significantly increased soil organic matter content and total nitrogen content ($P < 0.05$), but had no significant effect on other soil indexes ($P > 0.05$). In a word, algae active cell biofertilizer has significant effect on improving soil fertility.

Keywords

Biological Fertilizer of Algae Active Cells, Soil Fertility

Copyright © 2022 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

在农业生产上为增产，人们将大量的化肥施入土壤，但殊不知只有一小部分被植物吸收，绝大部分成了非溶解体而锁在了土壤中，对植物来讲，成了可望而不可及的无效营养素。解决此问题的唯一途径只有土壤微生物，包括藻类可将这些被锁营养素溶解调动，将无效为有效。同时，一些化肥残留物会提高土壤的渗透压，导致土壤硬化板结，水份不能渗透而造成水土壤流失，将土壤从一个有机活体变成了死的物体结构，杀死了蚯蚓等生物。那些剩余的化肥还会随着雨水流失而造成海河污染(超量氮污染)，即通常被称作“二次破坏”[1]。另外，由于农药的大量、大面积使用，不当滥用，以及农药的不可降解性，已对地球造成严重的污染，并由此威胁着人类的安全。农药污染会破坏土壤功能，威胁生物多样性，从 20 世纪 60 年代开始，国内外就开始进行污染环境中异生物质的微生物降解研究，科研工作者通过富集培养、分离筛选等技术获得了一大批能降解或转化化学农药的微生物，涉及细菌、真菌、放线菌及藻类[2]。最后，土壤无机污染物中以重金属比较突出，主要是由于重金属不能为土壤微生物所分解，而易于积累。转化为毒性更大的甲基化合物，甚至有的通过食物链以有害浓度在人体内蓄积，严重危害人体健康。藻类可调节土壤 pH 值，阻断植物吸收重金属。

蓝藻和绿藻细胞属耐盐碱微生物，最高耐受 Na_2CO_3 浓度 160 mg/L、最高耐受 pH 为 10.87 [3]。细胞含有叶绿素 a，可产氧光合，在完全不含氯化物的环境中依靠光合和固氮而独立生存，它们拥有的这些机能，可提高盐碱土壤肥力，改善盐碱土质；细胞内含有核酸成份，细胞壁含胞壁酸和二氨基庚二酸可调节 pH 值。另外，蓝藻和绿藻细胞的吸附动力和机能，以及新陈代谢过程中产生的胞外多糖分泌物，可有效降解土壤中的化学残留物和亚硝酸盐等有害元素[4] [5]。

本试验将采用藻类活性细胞生物肥,对苜蓿草地土壤肥力的影响,为苜蓿种植企业提供操作性强的土壤改良方法。

2. 材料与方法

2.1. 试验地地理位置及区域范围

阿鲁科尔沁旗位于内蒙古自治区中部,赤峰市北部西拉沐沦河北岸,在东经 119°02′~121°01′,北纬 43°21′~45°24′,东西横跨 1°59′,南北纵跨纬度 2°03′。试验基地则位于阿鲁科尔沁旗东南部的绍根镇境内,属温带大陆性半干旱气候,年降水量 300~400 mm,日照时数 2895 h,无霜期 95~140 d,年平均气温 5.5℃,年积温为 3150℃,有利于植物生长。

2.2. 试验设计

试验地点位于内蒙古绿田园公司紫花苜蓿种植基地,试验的喷灌圈总面积为 425 亩,其中试验区为 126 亩,对照区为 299 亩。于 2021 年 4 月 20 日在试验区按每亩 3000 mL·亩⁻¹的量施藻类活性细胞生物肥(活性藻含量为 1000 万个·mL⁻¹)。

2.3. 藻类活性细胞生物肥组成

2.3.1. 藻类活性细胞生物肥组成

藻类活性细胞生物肥主要含有蓝藻(*Anabaena azotica*)、绿藻(*Chlorella*)、螺旋藻(*Spirulina*)和内蒙古荒漠藻(*Desert algae*)等几种,其中蓝藻是藻类活性细胞生物肥的核心之一,由营养细胞丝状体和固氮异形胞组成,生活在土壤中,蓝藻的丝状形体具有趋光性和趋化性,能在土壤中迁移并固氮;绿藻是藻类活性细胞生物肥中的另一个主要成分,其作用为光合营养;螺旋藻适宜生长盐碱环境,对盐碱地改良有很好的功效;荒漠藻适宜生长在荒漠环境,对沙地土壤改良有奇效。

2.3.2. 藻类培养

1) 培养基。藻类培养基原料配比:磷酸二氢钾 13.31%、磷酸氢二钾 2.73%、乙酸乙二钠 0.11%、柠檬酸 2.27%、硫酸镁 3.41%、碳酸氢钠 7.36%、氯化钙 1.64%、硝酸钠 68.16%和硫酸亚铁 0.0027%,上述混合溶质每 2.2 kg 缓慢溶解于 1 t 水中,形成藻类培养基,消毒备用。

2) 培养程序。把母藻按顺序接种至 100 mL 培养基中培养 1 周(一级培养),然后移至 1 L 培养基中再培养 1 周(二级培养),再移至 5 L,再到 18 L,最后到吨桶,培养 10 d~15 d。

3) 活性细胞生物肥,每毫升含 800~1000 万藻类细胞。

2.4. 田间管理

试验区,除了施用藻类活性细胞生物肥以外,其他田间管理方法与对照区完全相同。即出苗前每亩施用农家有机肥 100 kg,磷酸二胺 15 kg,尿素 5 kg 和钾肥 3 kg。另外,每次刈割后最少灌水 2 次,一年不少于 8 次灌水。收割期为初花期。

2.5. 测定项目

土壤样品的采集开始之前和试验结束后,分别从试验区和对照区中心部位用 S 形方法取样。采样时应去除表面浮土,挖取 5~20 cm 深度的土壤,混合除杂后,取 50 g 左右土壤装进样品袋中,并置于-20℃冰箱待测。

测定项目

1) 全氮:NY/T 53-1987《土壤全氮测定法》;

- 2) 全磷: NY/T 88-1988《土壤全磷测定法》;
- 3) 全钾: NY/T 87-1988《土壤全钾测定法》;
- 4) 有机质: NY/T 1121.6-2006《土壤有机质的测定》;
- 5) pH 值: NY 1121.2-2006《土壤 pH 的测定》。

2.6. 数据统计处理

试验和对照各 5 个样品, 因此 $n = 5$;

用 Excel 表统计计算土壤指标, 用配对重复观察值相等 t 检验方法对试验数据进行差异检验。

3. 结果分析

3.1. 试验开始前土壤肥力比较见表 1

Table 1. Comparison of soil fertility before the start of the experiment

表 1. 试验开始前土壤肥力比较

组别	土壤肥力指标				
	pH 值	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	全氮/%	全磷/%	全钾/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
对照区	6.83 ± 0.07^a	12.80 ± 1.82^a	0.020 ± 0.003^a	0.040 ± 0.003^a	21.15 ± 0.46^a
试验区	6.89 ± 0.16^a	13.01 ± 2.04^a	0.015 ± 0.003^a	0.044 ± 0.009^a	21.67 ± 0.45^a
<i>p</i> 值	0.2764	0.4444	0.0897	0.0875	0.1555

注: 数据肩标大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$), 小写字母完全不同表示差异显著($P < 0.05$), 含相同小写字母表示差异不显著($P > 0.05$), 下同。

表 1 显示, 试验开始前, 对照区和试验区土壤肥力指标均无显著差异($P > 0.05$)。

3.2. 试验前后对照区土壤肥力变化见表 2

Table 2. Changes of soil fertility in control area before and after experiment

表 2. 试验前后对照区土壤肥力变化

组别	土壤肥力指标				
	pH 值	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	全氮/%	全磷/%	全钾/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
试验前	6.83 ± 0.07^b	12.80 ± 1.82^a	0.020 ± 0.003^b	0.040 ± 0.003^b	21.15 ± 0.46^a
试验后	7.17 ± 0.22^a	14.92 ± 9.65^a	0.053 ± 0.022^a	0.048 ± 0.010^a	20.90 ± 0.64^a
<i>p</i> 值	0.0211	0.0562	0.0182	0.0246	0.0941

表 2 显示, 对照区 pH 值以及全氮和全磷含量试验后显著提高($P < 0.05$), 而有机质和全钾含量则试验前后无显著差异($P > 0.05$)。

3.3. 试验前后试验区土壤肥力变化见表 3

Table 3. Changes of soil fertility in experimental area before and after experiment

表 3. 试验前后试验区土壤肥力变化

组别	土壤肥力指标				
	pH 值	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	全氮/%	全磷/%	全钾/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
试验前	6.89 ± 0.16^a	13.01 ± 2.04^b	0.015 ± 0.003^B	0.044 ± 0.009^a	21.67 ± 0.45^a
试验后	6.97 ± 0.15^a	16.55 ± 1.05^a	0.080 ± 0.011^A	0.050 ± 0.009^a	21.21 ± 0.64^a
<i>p</i> 值	0.2422	0.022	0.0004	0.0683	0.1179

表 3 显示, 试验区, 试验后有机质含量显著上升($P < 0.05$), 全氮含量极显著提高($P < 0.01$)。而 pH 值以及全磷和全钾含量则试验前后无显著差异($P > 0.05$)。

3.4. 试验结束后土壤肥力比较见表 4

Table 4. Comparison of soil fertility after the experiment
表 4. 试验结束后土壤肥力比较

组别	土壤肥力指标				
	pH 值	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	全氮/%	全磷/%	全钾/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
对照区	7.17 ± 0.22^a	14.92 ± 9.65^b	0.053 ± 0.022^b	0.048 ± 0.010^a	20.90 ± 0.64^a
试验区	6.97 ± 0.15^a	16.55 ± 1.05^a	0.080 ± 0.011^a	0.050 ± 0.009^a	21.21 ± 0.64^a
<i>p</i> 值	0.1779	0.0171	0.0431	0.3537	0.0868

表 4 显示, 试验结束后, 试验区有机质和全氮含量比对照区显著上升($P < 0.05$), 而 pH 值以及全磷和全钾含量则无显著差异($P > 0.05$)。

4. 讨论

首先, 对照区土壤, 试验后 pH 值明显上升, 这是与浇水有关, 一般浇水使土壤容易盐碱化; 土壤全氮含量明显上升, 由于苜蓿草本身有根瘤, 能为根部提供氮素营养, 再加上试验阶段施尿素以及磷酸二胺有关系; 全磷上升也与施磷酸二胺有关系, 而全钾有所下降是因为苜蓿草生长过程中茎叶带走大量的钾有关。

其次, 试验区土壤, 试验后① pH 值虽然提高一些, 但其差异不显著; ② 有机质含量显著上升, 有机质是土壤养分的主要来源, 也是土壤肥力的重要指标, 可促进土壤结构形成, 改善土壤物理性质, 提高土壤的保肥能力和缓冲性能, 同时有机质中的腐殖质具有生理活性, 能促进作物生长发育。有机质中的腐殖质还具有络合作用, 有助于消除土壤的污染。活性细胞生物肥的蓝藻细胞丝状体在土壤中游走 $7\text{ mm}\sim 10\text{ mm/h}$, 但其中的绿藻细胞为圆形或椭圆形, 游走缓慢, 将两种细胞放在一起, 由于绿藻的吸附本能和蓝藻的固氮功能的诱发, 会促使绿藻随着蓝藻而游走, 从而改善土壤物理特性, 提高其渗透性[3]。蓝藻固氮的功能和绿藻的光合作用结合, 两者的共同功能提升了牧草的叶绿素[2], 从而使牧草得到充足的光合, 长势好, 根系发达, 并提高土壤有机质含量, 另外, 绿藻的丰富多样的营养成分和其较快速的繁殖和新陈代谢分泌物, 是土壤蓝藻和牧草的营养保障; ③ 全氮含量极显著上升, 与苜蓿根瘤和蓝藻固氮功能有直接关系; ④ 全磷略上升, 而全钾略下降, 但均没有显著差异。

最后, 如上所说, 试验区有机质和全氮含量比对照区显著上升。

总之, 施用活性细胞生物肥以后, 由于蓝藻的固氮和绿藻的光合作用, 土壤有机质和全氮含量均明显上升, 对土壤肥力的提升具有显著的功效。

5. 结论

概括试验结果, ① 试验开始之前对照区和试验区肥力指标均不显著($P > 0.05$); ② 对照区试验前后, pH 值以及全氮和全磷含量试验后显著提高($P < 0.05$); ③ 试验区试验前后, 有机质含量显著上升($P < 0.05$), 全氮含量极显著提高($P < 0.01$)。而 pH 值以及全磷和全钾含量则试验前后无显著差异($P > 0.05$); ④ 施用藻类活性细胞生物肥, 使土壤有机质含量和全氮含量显著上升($P < 0.05$), 对土壤其他指标没有显著影响($P > 0.05$), 总之, 藻类活性细胞生物肥对土壤肥力的提升具有显著的功效。

参考文献

- [1] 周健民. 土壤学大辞典[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [2] 代小, 木其叶乐, 敖敦, 等. 藻类活性细胞生物肥对苜蓿草产量及品质的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018(22): 164-167.
- [3] 毕列爵, 胡征宇, 刘国祥. 我国淡水藻类系统分类学 1886 年以来的文献及其作者的简况[C]//中国藻类学会. 中国藻类学会第十一次学术讨论会论文摘要集. 2001.
- [4] 胡鸿钧, 魏印心. 中国淡水藻类: 系统、生态及分类[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 1-10.
- [5] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012: 90-100.