

# 尾菜沼液对上海青生长及养分含量的影响

王 燕

兰州现代职业学院农林科技学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2024年2月21日; 录用日期: 2024年4月29日; 发布日期: 2024年5月8日

## 摘 要

为探明有机农场上选择使用的不同配比梯度的尾菜沼液对上海青生长及其养分含量的影响, 本文试验于2022、2023年在兰州市榆中县定远镇蒋家营村基本农田中进行, 以评估三个不同梯度T1 (沼液清水体积比1:3)、T3 (1:9)、T5 (1:15)的尾菜沼液对上海青(四月慢)产量和养分浓度的影响。对不同梯度尾菜沼液下种植出的三种高原夏菜(四月慢)进行了每两周的株高测量, 叶重、叶面积和氮、铁(Fe)、锌(Zn)浓度在每年3~4个月收获期间测量。采用分块试验设计, 对不同梯度上海青(四月慢)进行3个处理重复, 结果表明不同梯度下的尾菜沼液对株高、叶重、叶面积或植株N和Fe浓度均存在一定的影响。

## 关键词

尾菜沼液, 上海青, 不同梯度

# Effects of Tail Vegetable Biogas Slurry on Growth and Nutrient Content of Shanghai Cabbage

Yan Wang

Department of Agricultural Science and Technology, Lanzhou Modern Vocational College, Lanzhou Gansu

Received: Feb. 21<sup>st</sup>, 2024; accepted: Apr. 29<sup>th</sup>, 2024; published: May 8<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

In order to explore the effects of different ratios of tail vegetable biogas slurry on rape growth and nutrient content in organic farms, the experiment of this paper was conducted in 2022, 2023 in the basic farmland of Jiangjiaying Village to evaluate the effects of three different gradients of tail vegetable biogas slurry T1 (biogas slurry to clear water volume ratio 1:3), T3 (1:9), and T5 (1:15) on the yield and nutrient concentration of Shanghai Cabbage (Siyueman). The plant height of three

plateau Shanghai Cabbage (Siyueman) planted under different gradients of tail vegetable biogas slurry was measured every two weeks. Leaf weight, leaf area and nitrogen, iron (Fe) and zinc (Zn) concentrations were measured during the harvest period of 3~4 months per year. Three treatments were repeated for different gradients of plateau Shanghai Cabbage (Siyueman) by block experiment design. The results showed that the biogas slurry of tail vegetables under different gradients had certain effects on plant height, leaf weight, leaf area or plant N and Fe concentration.

## Keywords

Tail Vegetable Biogas Slurry, Shanghai Cabbage, Different Gradients

Copyright © 2024 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

尾菜沼液是所有农业系统中的限制性养分，在认证的有机蔬菜生产中难以管理。有机农业在很大程度上依赖于来自非农业来源的肥料和土壤改良剂，以提高土壤肥力和作物养分。补充肥料的使用非常普遍，目前市场上充斥着这些有机肥选择的变化，但很少有研究比较它们对植物生长和品质的真正影响[1]。

尾菜沼液通常以液体的形式存在，液体肥料一般在种植后施用，并经常通过灌溉系统进行季节性施用。所有尾菜沼液中都含有丰富的缓释总氮、总磷、总钾等，在计划满足作物吸收需求时，矿化速率难以预测。在众多学者的研究中，猪粪、牛粪、秸秆、青草等发酵的尾液都被发现具有很高的有机氮(0.085%~0.263%的总氮含量)水平[2]。这些肥料类型在植物吸收之前，依靠土壤微生物将有机氮转化为铵态氮( $\text{NH}_4^+$ )和硝态氮( $\text{NO}_3^-$ )等无机氮形态。

大多数尾菜沼液都是农场生产的，并广泛分布在城市的各地。畜牧业和农业的副产品(禽类、动物粪便、秸秆等)是畜牧行业和农业的副产品。在这项研究中使用的粪便和植物的分解物是在固定分解池生产的，并以浓缩的液体形式运输。由于这些尾菜沼液的成本价格低廉，作用相对较快，而且易于施用，因此鼓励农民依靠外部来源获得生长季节所需的额外有机肥料[3]。

蓝细菌(以前称为蓝藻)早在1973年就被证明是水稻稻田的氮源，但它们可能在几个世纪前就存在并为稻田提供氮。氰化物肥料的农场生产减少了依赖农场外来源的成本，并且通过利用土壤以外的生物过程，农户可以控制施用时间和施氮量。的温室研究发现，用富含蓝细菌的稻田秸秆产生的尾菜沼液比普通秸秆分解产生的营养成分高6%，但在黏性土壤上效果差异不大，在沙性土壤上也有类似的结果。马泓若[4]的研究也表明，与堆肥有机肥相比，富含蓝细菌的尾菜沼液使生菜(莴苣)的产量增加了58%，提高氰肥固氮效率和经济可行性的研究正在进行中。

上海青(四月慢)是国内消费最广泛的蔬菜之一，四月慢含有丰富的铁(Fe)和锌(Zn)，微量营养素在减少氧化应激方面很重要，这与慢性疾病减少高度相关。这些微量营养素还作为抗氧化酶的辅助因子，它们对人体健康的重要性早已为人所知。锌在血液凝固和保护DNA免受修饰方面发挥重要作用，从而降低癌症风险，也被发现可以提高植物对不利环境的耐受性。虽然有许多研究关注谷物中的锌成分，但人们越来越关注绿叶蔬菜作为锌的主要膳食来源。缺乏像铁这样的微量营养素会导致贫血，这是一种红细胞含量低的状态，限制了体内氧气的流动。全球33%的育龄妇女患有贫血，这些微量营养素在可食用植物组织中的积累根据施用肥料的类型和数量而变化[5]。氮肥对植物积累铁和锌的能力有正向影响，施氮量

的增加可以提高叶片组织中铁和锌的浓度。随着消费者对营养丰富蔬菜兴趣的增加，高原夏菜可能是一种重要的作物。

本研究旨在比较不同配比下的尾菜沼液对上海青产量和养分含量的影响，上海青因其生长季节长(耐霜冻)和植物生长持续需要稳定的有机肥料供应而被选择。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 位置

试验区位于兰州市榆中县定远镇镇蒋家营村(103.96°E, 36.01°N, 海拔: 1707 m)。日光充足, 干旱少雨, 年平均气温 6.6°C, 无霜期 140 d 左右, 年降水量 300~400 mm, 多集中在 7~9 月, 蒸发量 1343.1 毫米。年日照时数 2562.5 小时。土壤类型为黄绵土。

供试沼液来自兰州新苏生态能源有限公司提供。实验于 2022、2023 两年在 3 个相邻的实验田中进行, 选用同一品种的上青, 用不同梯度的尾菜沼液(T1、T3、T5)进行浇灌上海青实验。在三个相邻实验田(A、B、C)集土壤样本, 并将其聚集在一起作为代表每个独特生长环境的单一样本(表 1)。

**Table 1.** Soil experimental field test results

**表 1.** 土壤实验田测试结果

实验田	PH	EC (dsm <sup>-1</sup> )	OM (%)	NO <sub>3</sub> -N <sup>y</sup>	P	K	Zn	Fe	Mn	Cu
				Mgkg <sup>-1</sup>						
A	7.3	0.5	1.5	10.1	28	419	4.4	10.7	6.7	3.6
B	7.4	0.6	2.6	29.2	32	606	4.4	11.9	7.9	4.4
C	7.4	0.6	2.1	9.4	39	562	5.4	9.8	7.5	4.7

### 2.2. 种子

上海青(四月慢)购于甘肃省武威市祥林种苗有限责任公司, 所有的种子都是在实验室中的温室设施中使用有机盆栽培养基开始的。将所有高原夏菜播种到 72 细胞的塞盘中, 然后放置在喷雾台上, 一直留在那里, 直到被转种植到田里。

### 2.3. 实验设计

2022 年, 每个实验田作为一个重复, 包含三个施肥处理的整块地块和三个尾菜沼液梯度的分割地块。每个分割地块包含 18 株植物。上海青在每 40 厘米的田垄上种植两行, 行距为 14 厘米, 田垄与田垄之间有 10 厘米的小巷。2023 年, 同样的设计和间距被用于现场, 建造了三个并排的区块。

2022 年, 在三个实验田中, 采用不同梯度尾菜沼液处理。两行滴漏带在每个田垄上拉伸, 间隔 10 厘米, 每个田垄中有一个主线。使用的滴胶带含有 15 密耳, 5 厘米间距的发射器, 每 1 米输出 0.6 L/min。

本研究中比较的肥料是不同梯度下的尾菜沼液, 尾菜沼液的施用量基于土壤试验。所有肥料的样品都被送到国内的土壤、水和植物测试实验室, 分析氮、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、铁。

每周灌溉一次, 根据降雨量进行调整, 并在尾菜沼液处理前一晚切断灌溉。尾菜沼液是直接从生产滚道泵入滴灌系统使用污水泵没有过滤, 由于尾菜沼液的氮浓度在整个季节变化, 因此在每次施用前测量氮, 并相应地调整施肥量。

整个季节都是手工除草。

每周收集植株高度数据。2022 年生长季有四次收获, 2023 年生长季有三次收获。由于 2023 年 6 月

22 日的早期冰雹, 第一次收获被推迟。在每次收获时, 从每个子地块中心的 10 个预定的代表性植株上取下两片健康(没有明显的病虫害损害, 没有坏死和褪绿)、成熟(但没有脱落)的叶片。在实验中测量单叶重, 并使用面积计。然后从每个小地块中取出 10 片叶子, 在设置为 70℃ 的烤箱中干燥 72 小时, 在植物研磨机中研磨, 并送到实验室进行 N, Fe 和 Zn 分析。使用 Peters 等人(2003)描述的方法测量总氮, 并在植物样品的酸消化中分析铁和锌。

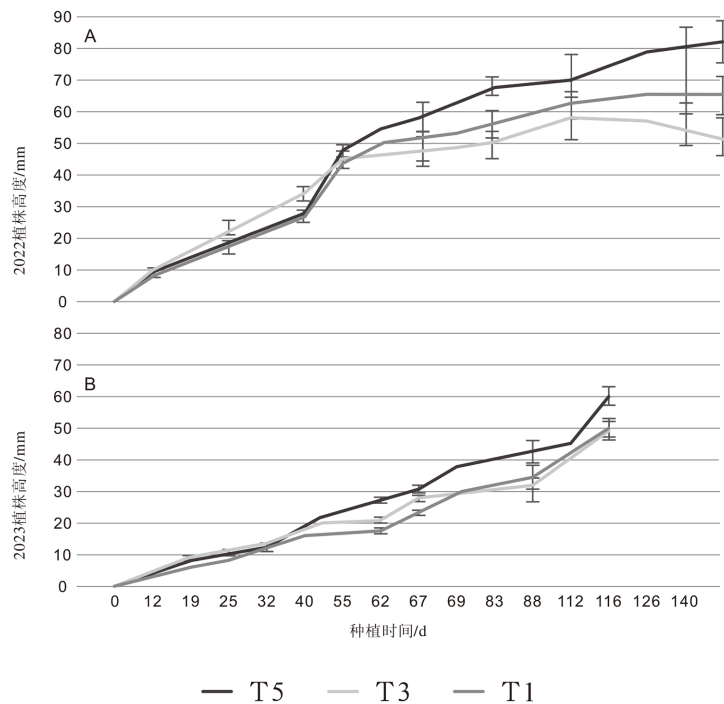
在最后一次收获后, 所有实验地都进行土壤取样, 厚度为 6 厘米, 在步入式冷却器中风干 2 周, 以尽量减少干燥过程中  $\text{NH}_4^+$  的挥发。干燥后, 用 2 M 氯化钾(KCl)按 1:10 的比例提取  $\text{NO}_3\text{-N}$  和  $\text{NH}_4\text{-N}$  (2 g 土壤与 20 ml 的 2 M KCl)。摇匀后, 样品在实验室中进行过滤和分析, 使用自动分析仪进行  $\text{NH}_4\text{-N}$  和  $\text{NO}_3\text{-N}$  浓度的自动比色分析。

所有数据均采用 SAS 处理, 所有 P 值( $P < 0.05$ )均由 PROC MIXED 确定, 使用切片语句发现交互作用内的统计学差异。品种, 处理和收获是固定的, 并且块被视为随机的, 每个切片在分析固定效果的 3 型试验后确定。

### 3. 实验结果

#### 3.1. 植株高度

各施肥处理的株高无显著差异, 尾菜沼液梯度差异(2023 年  $P = 0.002$ , 2023 年  $P < 0.001$ ), 测定日期间差异( $P < 0.0001$ ), 尾菜沼液梯度与测定日期之间也存在显著的交互作用( $P < 0.0001$ ), 这种相互作用可以用不同品种间茎叶生长模式的差异来解释。在这两年中, 尾菜沼液的 T5 一直是种植后 50 天最高的品种, 而尾菜沼液 T1 和尾菜沼液 T3 的高度通常相似(图 1)。尾菜沼液的 T5 灌溉出的高原夏菜非常直立, 叶片细长, 垂直生长在茎上, 而其他高原夏菜的生长习惯更水平。

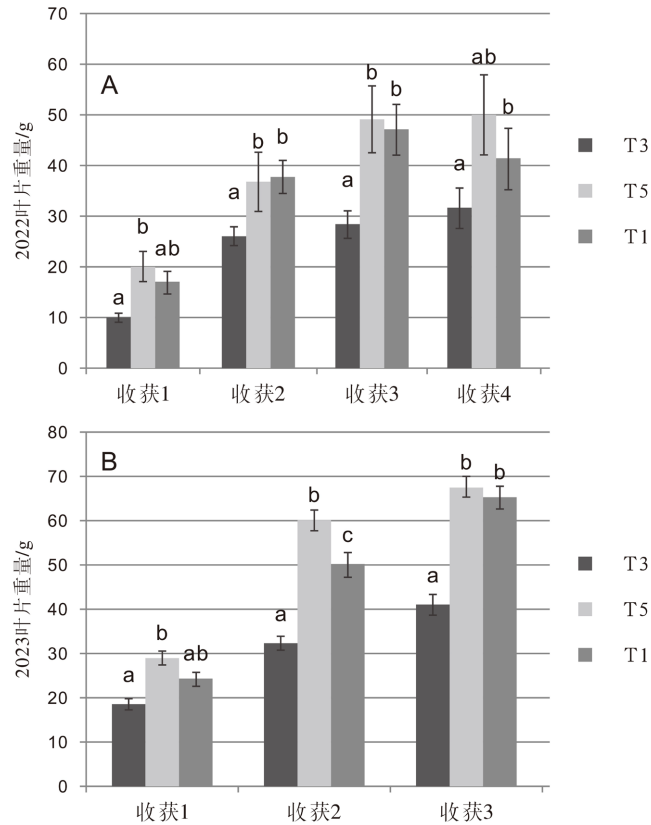


**Figure 1.** Plant height of plateau summer vetch under different tail biogas gradient watering at different planting periods

**图 1.** 不同种植时期下不同尾菜沼液梯度浇灌下高原夏菜的植株高度

### 3.2. 叶重量

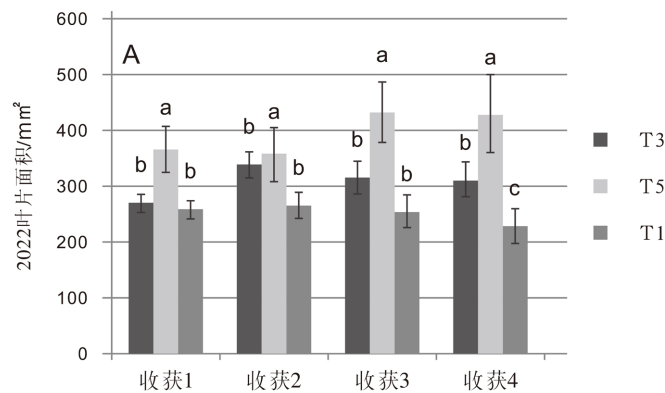
单株叶重在不同施肥处理间无显著差异(2022年  $P = 0.586$ , 2023年  $P = 0.43$ ), 然而, 2022年和2023年品种间叶片质量存在差异(图2)。此外, 随着季节的进展, 叶片积累的质量更多, 差异具有统计学意义。T1的叶片结构更小、更窄, 这可能是该品种叶片重量较低的原因。2022年还记录了总产量(植物所有可销售叶片的重量), 尾菜沼液处理对产量没有影响, 但T5的产量显著高于T3和T1的产量。

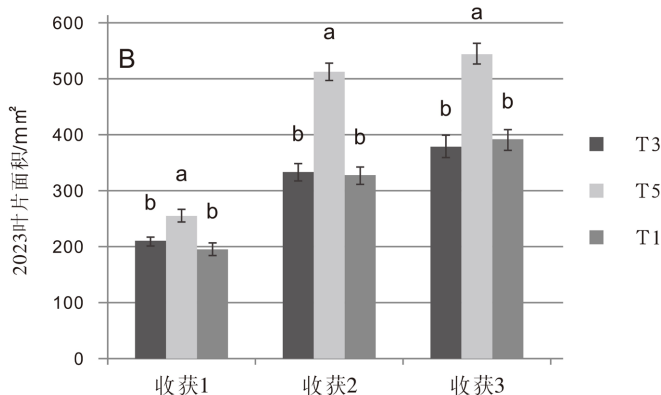


**Figure 2.** Plant leaf weight of plateau summer vetch under different biogas gradient watering conditions at different planting periods

**图 2.** 不同种植时期下不同尾菜沼液梯度浇灌下高原夏菜的植株叶片重量

### 3.3. 叶面积

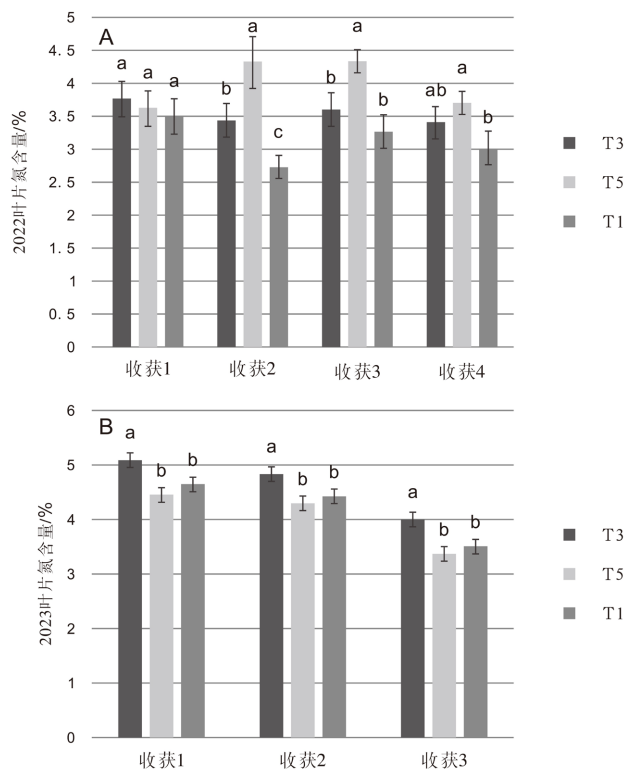




**Figure 3.** Plant leaf area of plateau summer vetch under different taille biogas gradient watering at different planting periods  
**图 3.** 不同种植时期下不同尾菜沼液梯度浇灌下高原夏菜的植株叶片面积

叶面积受不同尾菜沼液梯度的影响(2022 年  $P = 0.438$ , 2023 年  $P = 0.288$ ), 但由于不同的叶片形态, 不同梯度尾菜沼液梯度灌溉下的叶面积存在差异( $P < 0.0001$ ) (图 3)。T5 和 T3 的叶表面都是平坦的, 易于扫描。T1 的褶皱纹理使得扫描总表面积的二维图像变得困难, 导致叶片面积测量值降低。T5 的单叶面积高于 T3 或 T1。2022 年叶面积随采收期的增加而增加( $P < 0.001$ ), 2022 年采收期差异不显著, 这可能是由于实验田地生长条件的差异。

### 3.4. 叶片氮含量

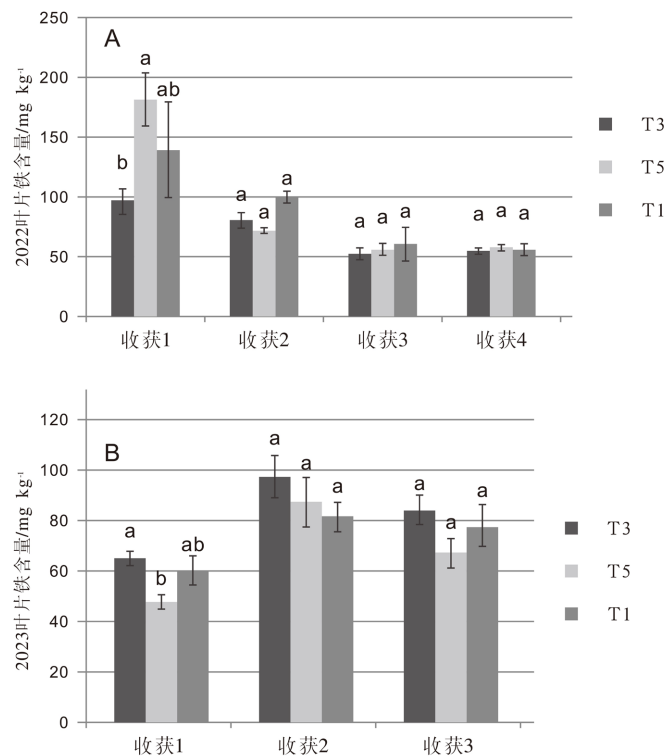


**Figure 4.** Nitrogen content of plant leaves of plateau summer cabbage under watering with different taille biogas gradients at different planting periods  
**图 4.** 不同种植时期下不同尾菜沼液梯度浇灌下高原夏菜的植株叶片氮含量

不同施肥年份叶片氮含量差异不显著(2022年  $P = 0.728$ , 2023年  $P = 0.628$ ), 但不同梯度间叶片氮含量存在差异(图4)。2022年, T5叶片氮含量最高, 而2023年, T3叶片氮含量最高。此外, 2022年上海青叶片氮浓度与收获期存在交互作用( $P = 0.02$ ), 在第一次收获中, 没有品种效应, 但在后期收获中, T5明显更高(图4)。

### 3.5. 叶片中铁含量

铁和锌在2023年才确定研究价值并将分析扩展到所有尾菜沼液梯度下的品种(图5), 因此直到2023年才对品种效应进行评估。各施肥处理间叶片铁含量无显著差异(2022年  $P = 0.141$ , 2023年  $P = 0.384$ )。铁浓度仅在不同收获间有差异( $P < 0.0001$ )。然而, 当以收获分析处理时, 2022年第一次收获时, T5的铁浓度显著高于T1 ( $P = 0.001$ ), 但后期收获的铁浓度较低, 不同梯度之间无差异。铁浓度在2022年的生长季节有所下降, 但在2023年没有下降(图5), 可能是由于土壤pH值较高, 开阔地土壤有效铁浓度较低(表1)。最后, 2023年唯一的梯度差异出现在第一次收获时, T3的叶片铁浓度最高。



**Figure 5.** Iron content of plant leaves of plateau summer cabbage under watering with different tail biogas gradients at different planting periods

**图5.** 不同种植时期下不同尾菜沼液梯度浇灌下高原夏菜的植株叶片铁含量

## 4. 结论

植物高度结果与尾菜沼液梯度有关, T5和T3梯度下的植物结构非常直立, 具有明显的垂直中央茎, 但不像T1梯度下的叶子是水平的, T5的叶子倾向于垂直生长, 这有助于T5更高的高度。T1梯度下的上海青在季节中期也受到了明显的蚜虫伤害, 这可能是导致其高度进一步下降的原因, 其他上海青未见蚜虫危害。

测量上海青叶子的重量主要是对按重量出售的叶子(新鲜的、加工过的和冷冻的)有用, 而不是对市场

上新鲜的叶子进行编号。

补充氮肥已被证明可以增加上海青的叶面积，与叶重相比，叶面积对有意成批销售上海青的种植者很有用。如果把茎数成一束，面积越大的叶子就会显得越大，从而增强消费者的吸引力。然而，在本研究中采用的二维叶面积测量可能对某些上海青不是最有用的。T5 梯度下的上海青有大而平的叶子，使叶面积测量更容。T1 梯度下的上海青的平均叶面积最低，但其褶皱的三维纹理导致更饱满的束，这不能仅从叶面积来预测。T1 梯度下的叶子形状很好地掩盖了昆虫的伤害，这是考虑消费者吸引力时需要考虑的因素。虽然叶面积在检查一个栽培品种内的叶片生长是有用的，但由于它们的先天差异，它在比较栽培时被证明不太有用。

据相关研究，上海青收获时叶片氮充足率为 3%至 5%。在 2022 年第 2 和第 4 个收获季，T1 在所有施肥处理中均低于充足范围。它可能需要更多的氮来维持足够的水平，即使它接受与其他品种相同的肥料处理。所有品种在 2023 年均保持在充足范围内，尽管不同梯度下尾菜沼液的配比浓度不同，但 2023 年的结果往往超过 2022 年的株平均氮浓度。

成熟上海青叶片中足够的铁浓度应在 40 到 100 mg/kg 之间。本研究中所有铁含量浓度均在该充分性范围内，且在在不同梯度下均未出现明显的下降趋势。

## 参考文献

- [1] 刘奕. 白菜尾菜与牛粪厌氧共消化性能及其沼液肥力研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州理工大学, 2023.
- [2] 李德天. 沼液耦合水热炭液替代尿素还田对稻田氨挥发的影响[D]: [硕士学位论文]. 淮南: 安徽理工大学, 2023.
- [3] 王学丽, 白慧玲. 尾菜资源能源化利用的技术探讨[J]. 农业技术与装备, 2020(12): 77-78.
- [4] 马泓若. 尾菜和农作物秸秆联合两级厌氧发酵工艺的研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2020.
- [5] 马玉婷. 蔬菜尾菜生物消解及回用技术研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2019.