

# 核桃全果发酵液体肥在白菜上的应用效果

梁林波<sup>1</sup>, 熊新武<sup>1</sup>, 苏连波<sup>1</sup>, 李俊南<sup>1</sup>, 阿荣发<sup>2</sup>

(1. 云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院 云南漾濞 672500; 2. 云南鑫业农业科技有限公司 云南大理 671000)

**摘要:** 为提高核桃的利用价值, 以核桃青果、皮、壳为原料经一系列加工工序和发酵后制作为液体肥, 探讨液体肥在蔬菜种植中的应用效果。以白菜为试验材料进行盆栽试验, 设置不施肥(CK)、单施基肥复合肥(T1)、单浇灌 200 倍核桃全果发酵液体肥(T2)、基肥复合肥+浇灌 200 倍核桃全果发酵液体肥(T3)4 个处理, 研究核桃全果发酵液体肥对白菜生长与品质的影响。结果表明, 与 CK 相比, 施用核桃全果发酵液体肥能提高白菜的生长指标, 提高产量, 但单独施用的效果低于与基肥复合肥配施、单施基肥复合肥处理; 施用核桃全果发酵液体肥可提高白菜的可溶性糖和可溶性蛋白含量, 降低粗纤维含量, 而与基肥复合肥配施比单独施用效果好, 但白菜可溶性蛋白含量显著低于单施基肥复合肥处理。综上所述, 以核桃全果发酵后制作的液体肥含有植物生长所需的养分, 施用后能促进白菜的生长发育, 因其营养组分总体偏低, 与化肥配合施用能显著提高其生长指标和品质。

**关键词:** 白菜; 核桃全果; 液体肥; 生长; 品质

中图分类号: S634

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2024)06-142-05

## Application effect of walnut whole fruit fermentation liquid fertilizer on Chinese cabbage

LIANG Linbo<sup>1</sup>, XIONG Xinwu<sup>1</sup>, SU Lianbo<sup>1</sup>, LI Junnan<sup>1</sup>, A Rongfa<sup>2</sup>

(1. Yangbi Research Institute of Walnut, Yunnan Academy of Forestry and Grassland Science, Yangbi 672500, Yunnan, China; 2. Yunnan Xinye Agricultural Technology Co., LTD, Dali 671000, Yunnan, China)

**Abstract:** In order to improve the utilization value of walnut, a series of processing processes and fermentation was carried out using walnut green fruit, skin and shell as raw materials to produce liquid fertilizer, the application effect of which was explored in vegetable planting. Pot experiments were conducted on Chinese cabbage, with four treatments: no fertilization (CK), single application of base fertilizer compound fertilizer (T1), single irrigation of 200 times walnut whole fruit fermentation liquid fertilizer (T2), and base fertilizer compound fertilizer + irrigation of 200 times walnut whole fruit fermentation liquid fertilizer (T3). The effects of walnut whole fruit fermentation liquid fertilizer were studied on the growth and quality of Chinese cabbage. The results showed that compared with CK, the application of walnut whole fruit fermentation liquid fertilizer could increase the growth indicators and yield of Chinese cabbage, but the application alone was lower than the combination and single application of base fertilizer compound fertilizer. The application of walnut whole fruit fermentation liquid fertilizer could increase the soluble sugar, soluble protein and vitamin C content of Chinese cabbage, and reduce the content of crude fiber. The effect of combined application with base fertilizer compound fertilizer was better than that of single application, but the content of soluble protein of Chinese cabbage were significantly lower than that of single application of base fertilizer compound fertilizer. In summary, the liquid fertilizer made from whole walnut fruit fermentation contains nutrients required for plant growth. After application, it can promote the growth and development of Chinese cabbage. However, due to its generally low nutritional components, combined with chemical fertilizers can significantly improve its growth indicators and quality.

**Key words:** Chinese cabbage; Walnut whole fruit; Liquid fertilizer; Growth; Quality

核桃又名胡桃、羌桃, 核桃属(*Juglans*)落叶乔木, 是我国主要的经济林树种之一。云南是我国核桃的生产大省, 截至 2020 年, 全省核桃栽培面积达到 286.7 万  $\text{hm}^2$ , 年产量 148 万  $\text{t}^{[1]}$ 。近几年, 因核桃

收稿日期: 2023-10-23; 修回日期: 2024-02-19

基金项目: 大理州重点科技支撑专项计划项目(D2021NA01); 中央财政林业科技推广(云[2023]TG14号); 国家重点研发计划(2021YFD1000403)

作者简介: 梁林波, 女, 助理研究员, 主要从事经济林栽培与利用研究工作。E-mail: 1297624480@qq.com

通信作者: 熊新武, 男, 副研究员, 主要从事经济林栽培与研究工作。E-mail: 394594019@qq.com

经济效益持续下降,农户收入减少,种植积极性严重受挫,造成核桃林出现弃管、弃采等现象,品质下降,严重制约核桃产业的发展。核桃仁营养丰富,核桃木可用于航空、交通和军事工业,核桃树的树皮、叶、青皮和果壳均可利用,如能加以合理开发利用,对促进核桃产业的可持续发展具有重要意义<sup>[2]</sup>。核桃全果是指核桃鲜青皮果、青皮和壳,其中含有丰富的脂类、蛋白质、氨基酸、纤维素、维生素等营养物质及钙、铁、锰、镁、钾、锌等矿质元素,还含有多种生物碱、多酚类、黄酮类、皂苷类、多糖类和有机酸等活性成分<sup>[3-7]</sup>,其利用附加值高,可开发前景较广阔。马红叶等<sup>[8]</sup>、杨阳等<sup>[9]</sup>、朱佳敏等<sup>[10]</sup>利用核桃青皮制备有机肥,其施用后可改善和提高土壤肥力,促进植物的生长及改善品质,有关青皮核桃利用的研究报道较多,多集中在果实保鲜和青皮利用方面<sup>[11-15]</sup>。目前以核桃全果为原料发酵制备液体肥以及相关的应用研究未见报道。果实发酵液体肥主要以人工疏果、生理落果及残次果实等无商品价值的果实作为发酵材料,引入碳源与酵素,经发酵制成植物源营养制剂,日本和韩国是最早研究应用植物制备有机制剂的国家<sup>[16]</sup>。这种发酵制备的液体肥除果实本身含有利于植物生长发育的各种矿质养分、腐植酸、有机酸、粗纤维素、蛋白质和维生素外<sup>[17]</sup>,其在发酵过程中会将植物原材料中的有机高分子成分分解,最终形成寡糖、糖蛋白和低分子有机酸等,这些物质可提高植物对病原菌的抗性。此外,果实在发酵时,所添加的酵素就是有益菌体,经腐熟的发酵液中含有较多有利于植物生长的次生代谢分泌产物及有益菌<sup>[18]</sup>。液体肥在使用中可通过灌根、叶面喷施、滴灌等方式解决传统施肥难的问题,既能有效促进植物生长,还能提高产品品质<sup>[19-21]</sup>。因此,笔者首次采用无商品价值的青皮核桃为原料,经破碎、发酵、高温蒸煮和过滤等一系列过程制成液体肥,研究其对白菜生长和品质的影响,以期为进一步促进核桃全果的开发利用及研制蔬菜栽培液体肥提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验区概况

试验在云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院试验基地进行,属亚热带季风气候,海拔 1540 m,年平均气温为 16.8 °C,年降水量为 1 055.5 mm,全年无霜期为 301 d,日照时数年均 2239 h。土壤类型为砂壤土,试验所用土壤为 0~20 cm 的耕层土

壤,其基础理化性质如下:有机质含量( $w$ ,后同) 38.0 g·kg<sup>-1</sup>,有效磷含量 221.9 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量 241.3 mg·kg<sup>-1</sup>,全氮含量 0.23%,pH=7.8,水解性氮含量 112.0 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 材料

试验材料为白菜,品种为桢美 28 号,由云南众乐农业科技有限公司选育。

肥料为复合肥(N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O,17-17-17),由河南心连心化学工业集团股份有限公司生产;核桃全果发酵液体肥,由云南鑫业农业科技有限公司提供,大量元素含量 0.44%、中量元素(Ca+Mg)含量 0.01%、微量元素含量 0.03%、有机质含量 2.00%。

### 1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 采用田间盆栽试验,于 2022 年 9—11 月进行,规格为 35 cm×30 cm,每盆装土 20 kg。2022 年 9 月 3 日统一育苗,幼苗长出 5~6 片真叶时移栽,每盆 3 株,设 4 个处理,每处理设置 6 次重复。

处理 1(CK):不施任何肥料;

处理 2(T1):单施复合肥做基肥,12 g·盆<sup>-1</sup>,不追肥;

处理 3(T2):无基肥,浇灌 200 倍核桃全果发酵液体肥,每间隔 10 d 浇施 1 次,每次浇施量 5 mL,共浇施 5 次;

处理 4(T3):以复合肥做基肥,12 g·盆<sup>-1</sup>,浇灌 200 倍核桃全果发酵液体肥,每间隔 10 d 浇施 1 次,每次浇施量 5 mL,共浇施 5 次。

以上 4 个处理的其他管理措施相同。

1.3.2 测定方法 白菜生长指标及品质测定:收获时,每个处理随机选取 10 株进行测量。用直尺测量株高、植株开展度、最大叶长和最大叶宽;采用电子天平称量地上部和地下部鲜质量;采用高效液相色谱法<sup>[22]</sup>测定可溶性糖含量,采用微量凯氏定氮法<sup>[22]</sup>测定可溶性蛋白含量,采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定维生素 C 含量。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2010 软件进行试验数据整理和绘制图表,采用 DPS 软件进行单因素方差分析和 Duncan 多重比较检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对白菜生长的影响

由表 1 可知,各处理下白菜的株高、最大叶长、最大叶宽、单株地上部鲜质量和单株地下部鲜质量

表1 不同处理对白菜生长的影响  
Table 1 Effects of different treatments on the growth of Chinese cabbage

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	开展度 Plant unfolding width/cm	最大叶长 Maximum leaf length/cm	最大叶宽 Maximum leaf width/cm	单株地上部鲜质量 Fresh aboveground mass per plant/g	单株地下部鲜质量 Fresh underground mass per plant/g
CK	28.65±2.14 b	32.13±2.33 c	28.30±1.62 b	15.65±2.05 c	248.75±97.53 c	8.13±3.12 b
T1	36.08±4.61 a	38.62±4.74 ab	34.38±1.43 a	20.76±1.09 a	751.83±172.56 a	13.83±3.90 a
T2	32.72±1.51 a	34.96±3.73 bc	32.96±1.43 a	18.24±1.63 b	452.85±72.81 b	10.57±2.18 ab
T3	34.98±1.16 a	43.40±3.00 a	34.34±1.15 a	20.40±1.00 a	579.73±33.67 b	12.27±2.05 ab

注:不同小写字母表示不同处理间差异在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters indicate that the difference between different treatments is significant at 0.05 level. The same below.

平均值的大小表现为 T1 > T3 > T2 > CK, 而开展度平均值的大小表现为 T3 > T1 > T2 > CK。各施肥处理下白菜的株高、最大叶长、最大叶宽、单株地上部鲜质量都显著高于 CK(不施肥)。T1、T2、T3 处理之间白菜的株高、最大叶长、单株地下部鲜质量无显著差异;与 T2 处理相比,T1、T3 处理下白菜的最大叶宽显著增加,分别增加 13.82%、11.84%;T2、T3 处理下白菜的单株地上部鲜质量分别较 T1 处理显著降低了 39.77%、22.89%。由此可看出,施用核桃全果发酵液体肥对白菜的生长有一定的促进作用,且与基肥复合肥配合施用比单独施用液体肥的效果好,但没有单施基肥复合肥的效果好。

2.2 不同处理对白菜品质的影响

2.2.1 不同处理对白菜可溶性糖含量的影响 由图 1 可知,各处理下白菜的可溶性糖含量由高到低表现为 T3 > T2 > CK > T1。与 CK(不施肥)相比,T2、T3 处理下白菜的可溶性糖含量显著提高,分别提高了 8.93%、13.10%,T1 处理的含量显著降低了 6.55%;T3 处理下白菜的可溶性糖含量最高,达到 1.90 g · 100 g<sup>-1</sup>,较 T1、T2 处理分别显著提高了 21.02%、3.83%;T2 处理下白菜的可溶性糖含量较

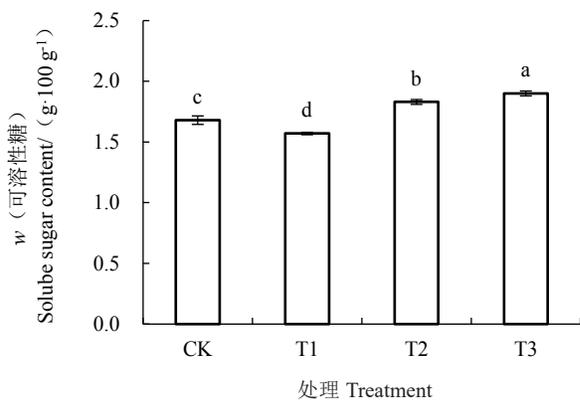


图1 不同处理对白菜可溶性糖含量的影响  
Fig. 1 Effects of different treatments on soluble sugar content of Chinese cabbage

T1 显著提高了 16.56%。由此可见,施用核桃全果发酵液体肥有利于白菜的可溶性糖含量的提高,其中液体肥与基肥复合肥配合施用对提高可溶性糖含量比单施液体肥、复合肥效果好。

2.2.2 不同处理对白菜可溶性蛋白含量的影响 由图 2 可知,各处理下白菜的可溶性蛋白含量由高到低表现为 T1 > T3 > T2 > CK。与 CK(不施肥)相比,T1、T2、T3 处理下白菜的可溶性蛋白含量均有显著提高,分别提高了 91.64%、37.47%、67.68%;T1 处理下白菜的可溶性蛋白含量较 T2、T3 处理分别显著提高了 39.41%、14.29%;T3 处理下白菜的可溶性蛋白含量较 T2 处理显著提高了 21.98%。由此可见,各施肥处理均能提高白菜的可溶性蛋白含量,而单施基肥复合肥对白菜可溶性蛋白含量的提高效果最佳,其次是液体肥与基肥复合肥配合施用。

2.2.3 不同处理对白菜粗纤维含量的影响 由图 3 可知,各处理下白菜的粗纤维含量由高到低表现为 CK > T1 > T3 > T2。与 CK(不施肥)相比,T1、T2、T3 处理下白菜的粗纤维含量都有显著下降,分别降

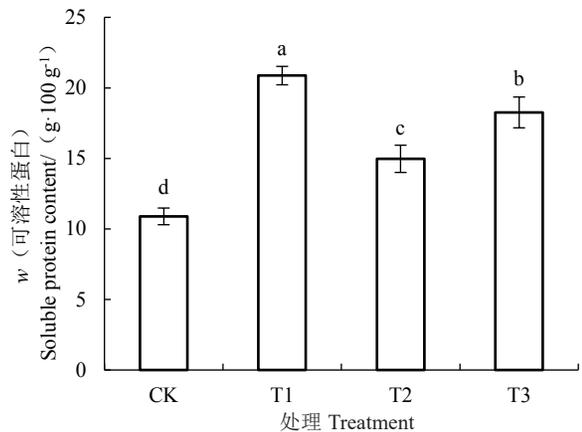


图2 不同处理对白菜可溶性蛋白含量的影响  
Fig. 2 Effects of different treatments on soluble protein content of Chinese cabbage

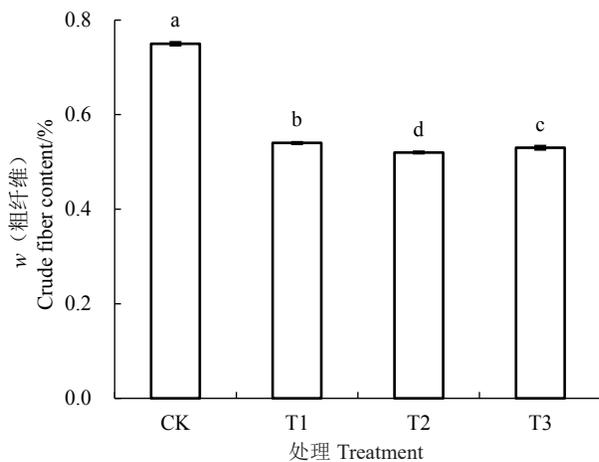


图3 不同处理对白菜粗纤维含量的影响

Fig. 3 Effects of different treatments on crude fiber content of Chinese cabbage

低了 28.00%、30.67%、29.33%；与 T1 相比，T2、T3 处理下白菜的粗纤维含量分别显著降低了 3.70%、1.85%；T2 处理下白菜的粗纤维含量较 T3 显著降低 1.88%。由此可见，各施肥处理都能显著降低白菜的粗纤维含量，而施液体肥对减少白菜粗纤维含量的效果比单施基肥复合肥好。

2.2.4 不同处理对白菜维生素 C 含量的影响 由图 4 可知，各处理下白菜的维生素 C 含量由高到低表现为 CK > T3 > T2 > T1。与 CK(不施肥)相比，T1、T2、T3 处理下白菜的维生素 C 含量均显著降低，分别降低了 23.55%、9.10%、5.81%；T3 处理下白菜的维生素 C 含量较 T1、T2 处理分别显著提高 23.21%、3.62%；T2 处理下白菜的维生素 C 含量较 T1 处理显著提高 18.91%。由此可见，各施肥处理

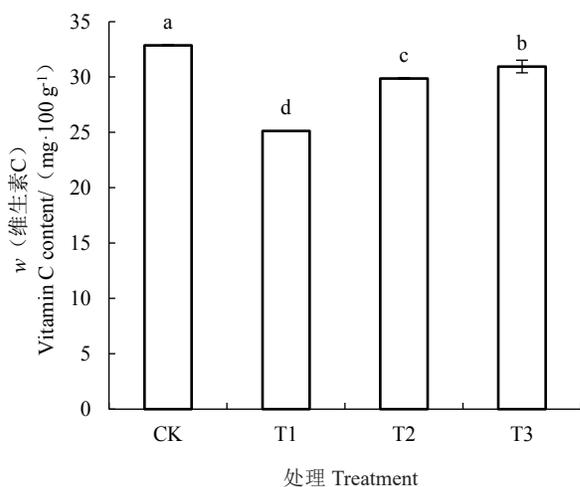


图4 不同处理对白菜维生素 C 含量的影响

Fig. 4 Effects of different treatments on vitamin C content of Chinese cabbage

均会降低白菜的维生素 C 含量，而施液体肥对维生素 C 含量降低影响最小。

### 3 讨论与结论

用核桃残次青果、壳、青皮发酵制备液体肥，施用后对蔬菜的生长及品质均有一定的正向影响。本研究结果表明，核桃全果发酵液体肥含有作物生长所需的养分。施用核桃全果发酵液体肥处理下的白菜株高、最大叶长、最大叶宽、单株地上部鲜质量等指标均显著高于不施肥处理，提高了白菜产量，这与姜继辉等<sup>[23]</sup>、武立叶等<sup>[24]</sup>研究发现施用发酵液体肥能增加蔬菜产量的结果相似，但单施核桃全果发酵液体肥、基肥+核桃全果发酵液体肥处理下白菜的地上部鲜质量低于单施基肥复合肥处理，分别低了 39.77%、22.89%。说明核桃全果发酵液体肥能为白菜的生长提供营养，但可能因核桃全果发酵液体肥中含有效氮、磷、钾较少，施用肥效较化肥缓慢，对生长的促进作用小于单施复合肥的处理。

可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、粗纤维含量是评价蔬菜品质的重要指标<sup>[25]</sup>，维生素 C 含量的多少也直接影响蔬菜的营养品质<sup>[26]</sup>。在本试验中，施用核桃全果发酵液体肥可提高白菜的可溶性糖含量，且显著高于不施肥和单施基肥复合肥的处理，在基肥+核桃全果发酵液体肥处理下可溶性糖含量达到 1.90 g·100 g<sup>-1</sup>。与不施肥(CK)相比，施用核桃全果发酵液体肥可显著提高白菜的可溶性蛋白含量，而基肥配施核桃全果发酵液体肥处理可溶性蛋白含量较单施核桃全果发酵液体肥处理提高了 21.98%，但低于单施基肥复合肥处理，这与卢多威<sup>[27]</sup>的研究结果相同，认为蔬菜中可溶性蛋白含量会随着氮素水平的提高而增加。徐坤范等<sup>[28]</sup>研究发现，若氮素水平超过某阈值，则蔬菜中可溶性蛋白含量会缓慢下降。施用核桃全果发酵液体肥处理下白菜的粗纤维含量、维生素 C 含量较不施肥处理显著降低，其中单施核桃全果发酵液体肥、基肥+核桃全果发酵液体肥处理下粗纤维含量分别降低了 30.67%、29.33%，与单施基肥复合肥处理的粗纤维含量相差不大，而维生素 C 含量较单施基肥复合肥处理显著提高了 18.91%、23.21%。以上试验结果与王冠都等<sup>[21]</sup>、武立叶等<sup>[24]</sup>施用液体有机肥能提高蔬菜品质的结论相一致。

应用核桃残次青果、壳、青皮为原料制作发酵液体肥，可加强对核桃废弃物的综合利用，不仅避免了资源的浪费，提高农户的经济收入，更符合有

机农业的生产要求,具有其独特的优势。该液体肥灌施能促进植物生长,同时还可以作为叶面肥,利于植物吸收,达到直接促进植物生长、改善品质的效果,但因其养分含量不高,且肥效较化肥缓慢,单独施用蔬菜生长量和可溶性蛋白含量低于化肥处理,产量较之降低,而与化肥配合施用则对蔬菜生长和品质较好。因此,对核桃全果发酵液体肥的营养成分及其与化肥配比施用量还需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 徐雨欣,李娅,韩长志.云南核桃产业践行“两山理论”探析[J].西南林业大学学报(社会科学),2023,7(1):34-38.
- [2] 汪文科,鲁维民,杨会光,等.核桃的经济价值及用途[J].中国果菜,2017,37(2):11-14.
- [3] 江贵波,曾任森.化感物质及其收集方法综述[J].河南农业科学,2006(6):24-27.
- [4] 李贺平,张永霞.核桃青皮萃取有机肥技术要点[J].新疆农垦科技,2023,46(1):57-58.
- [5] 徐效圣,傅力,李建飞,等.鲜核桃营养成分分析及风味物质GC-MS研究[J].食品工业,2012,33(11):188-190.
- [6] 耿树香,宁德鲁,陈海云,等.云南主栽核桃品种功能成分综合评价[J].南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(2):209-215.
- [7] 刘雅秀,王文科.核桃分心木功能成分研究进展[J].现代农业科技,2019(17):233-236.
- [8] 马红叶,潘学军,张文娥,等.不同条件下核桃青皮腐解物对土壤肥力的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(12):88-98.
- [9] 杨阳,汤小宁,张加魁,等.利用核桃青皮渣为主料制备生物有机肥及在葡萄上的应用[J].山东农业科学,2017,49(11):86-90.
- [10] 朱佳敏,杨霞,赵玉雪.核桃青皮生物有机肥的制备及其在百香果上的应用初探[J].中国果树,2023(4):63-67.
- [11] 王一峰,王明霞,赵淑玲,等.贮藏期间不同品种(系)青皮核桃的品质变化[J].经济林研究,2020,38(3):136-144.
- [12] 黄宁,孙雯,马惠玲,等.不同气体参数对青皮核桃保鲜效应的影响[J].西北林学院学报,2018,33(6):89-93.
- [13] 冀爱青,彭功波,杨红雁,等.青皮核桃贮藏过程中多酚含量变化研究[J].北方园艺,2012(14):163-165.
- [14] 潘富赞,张培正.核桃青皮的综合应用及开发前景[J].中国食物与营养,2010(12):21-24.
- [15] 魏赫楠,谭红,包娜,等.核桃青皮中胡桃醌的提取工艺[J].江苏农业科学,2014,42(2):215-217.
- [16] SHORESH M, YEDIDIA I, CHET I. Involvement of jasmonic acid/ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced in cucumber by *Trichoderma asperellum* T203[J]. Phytopathology, 2005, 95(1): 76-84.
- [17] PRADO F C, PARADA J L, PANDEY A. Trends in non-dairy probiotic beverages[J]. Food Research International, 2008, 41(2): 111-123.
- [18] 赵倩彦,姚允聪,闫静,等.果实发酵液作为肥料的功效研究发展[J].生物技术进展,2017,7(2):135-138.
- [19] 李静.供氧操作变量对有机液肥好氧发酵的影响[D].太原:山西农业大学,2019.
- [20] LIU J A, SHU A P, SONG W F, et al. Long-term organic fertilizer substitution increases rice yield by improving soil properties and regulating soil bacteria[J]. Geoderma, 2021, 404: 115287.
- [21] 王冠都,王俊,王慧荣,等.有机种植下液肥施用量对番茄生长及品质的影响[J].河南科学,2022,40(7):1062-1070.
- [22] 张志良,翟伟菁,李小方.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [23] 姜继辉,严少华,陈巍,等.太湖蓝藻发酵后沼渣和沼液的肥效研究[J].江苏农业学报,2009,25(5):1025-1028.
- [24] 武立叶,郑佩佩,赵吉祥,等.沼液灌溉对大白菜产量、品质及土壤养分含量的影响[J].中国沼气,2014,32(3):90-93.
- [25] 乔旭光,蒋健箴.大白菜感官品质与营养品质相关性研究[J].园艺学报,1991,18(2):138-142.
- [26] 李锋,池福铃,阮惠明,等.不同施肥模式对小白菜生长及品质的影响[J].中国瓜菜,2019,32(3):22-25.
- [27] 卢多威.沼液农用对大白菜产量、品质及病虫害防治的影响[D].四川雅安:四川农业大学,2016.
- [28] 徐坤范,艾希珍,张晓慧,等.氮素水平对日光温室黄瓜品质的影响[J].西北农业学报,2005,14(1):162-166.