

DOI:10.16861/j.cnki.zggc.2025.0679

莲藕减量施肥技术研究

兰成云^{1,2,3}, 刘 帅³, 田玉呈³, 崔志伟⁴, 高 尚^{2,3}

(1. 山东省农业科学院蔬菜研究所·农业农村部黄淮设施园艺工程重点实验室·山东省大宗露地蔬菜育种重点实验室 济南 250100; 2. 山东省农业科学院 济南 250100; 3. 山东博华高效生态农业科技有限公司·滨州市黄河三角洲生态循环农业重点实验室 山东滨州 256500; 4. 东营市伟晟农业科技有限公司 山东东营 257000)

摘要:为解决莲藕生产过程中因追求高产量而盲目过量施肥问题,筛选较为科学、经济的莲藕种植施肥方案,为莲藕施肥制度优化提供依据。本研究采用田间随机区组设计方法,通过设置不施肥处理(CK0)、常规施肥处理(CK1)、不施加基肥改变3次追肥氮磷钾肥料比例和用量处理(S1、S2)和以豆粕为基肥改变3次追肥氮磷钾肥料比例和用量处理(S3、S4),探讨不同肥料配比及施肥量对莲藕产量的影响。结果表明,与CK1相比,总施肥量降低62.53%(S1)时,莲藕产量显著降低;不施基肥,按3次追肥氮磷钾质量配比(后同)分别为13:5:6、2:1:2和8:3:12且总施肥量较CK1降低50.75%(S2)时,或者相同比例追肥条件下,适当施加有机基肥且总施肥量较CK1降低48.40%(S4)时,莲藕产量与CK1相比差异不显著;继续增加总施肥量,莲藕产量与CK1相比差异不显著。结合生产资料成本测算,S1~S4处理的肥料总成本较CK1均有下降,利润均有所增加,其中,S4处理的肥料总成本最低,S2处理利润最高。综上,莲藕最佳种植施肥方案为:施加豆粕作基肥,按3次追肥氮磷钾肥配比分别为13:5:6、2:1:2和8:3:12,总施肥量较常规施肥降低48.40%,肥料总成本最低;不施加基肥,按3次追肥氮磷钾肥配比分别为13:5:6、2:1:2和8:3:12,总施肥量较常规施肥降低50.75%,利润最高。

关键词:莲藕;施肥技术;元素配比;产量和成本

中图分类号:S645.1

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2026)05-228-06

Research on fertilizer reduction strategies for lotus root

LAN Chengyun^{1,2,3}, LIU Shuai³, TIAN Yucheng³, CUI Zhiwei⁴, GAO Shang^{2,3}

(1. Institute of Vegetables, Shandong Academy of Agricultural Sciences/Ministry of Agriculture and Rural Affairs Key Laboratory of Huang Huai Protected Horticulture Engineering/Shandong Key Laboratory of Bulk Open-field Vegetable Breeding, Jinan 250100, Shandong, China; 2. Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, Shandong, China; 3. Shandong Bohua High-Efficiency Ecological Agricultural Technology Co., Ltd./Binzhou Yellow River Delta Ecological Circular Agriculture Key Laboratory, Binzhou 256500, Shandong, China; 4. Dongying Weisheng Agricultural Science and Technology Co., Ltd., Dongying 257000, Shandong, China)

Abstract: To address the issue of excessive fertilizer application driven by the pursuit of high yield in lotus root production, and to identify a more scientific and cost-effective fertilization approach for lotus root cultivation, thereby providing a basis for optimizing the fertilization system, this study employed a randomized complete block design in field experiments. Treatments included no fertilizer application (CK0), conventional fertilizer application (CK1), altered ratios and amounts of nitrogen, phosphorus, and potassium in three topdressing applications without basal fertilizer (S1, S2), and altered ratios and amounts of nitrogen, phosphorus, and potassium in three topdressing applications with soybean meal as basal fertilizer (S3, S4). The objective was to investigate the effects of different fertilizer ratios and application rates on lotus root yield. The results indicated that compared with CK1, the lotus root yield decreased significantly when the total fertilizer application rate was reduced by 62.53%(S1). Under the condition of no basal fertilizer application, the ratio of N:P:K in three topdressings was 13:5:6, 2:1:2 and 8:3:12, respectively (the same below), and the total fertilizer application rate was reduced by 50.75% compared with CK1(S2), or under the same topdressing ratios with an appropriate amount of organic basal fertilizer and a total fertilizer reduction of 48.40% compared with CK1 (S4), there was no significant difference in lotus root yield compared with CK1. Further increasing the total fertilizer application rate showed no significant difference in lotus root yield relative to CK1. Based on calculations of production input costs, the total fertilizer costs for treatments S1 to S4 were lower than those of CK1, and profits increased. Among these, treatment S4 had the lowest fertilizer cost, while treatment S2 achieved the highest profit. Ultimately, the study proposed the optimal fertilization strategies for lotus root cultivation:

收稿日期:2025-09-23;修回日期:2025-12-10

基金项目:山东省农业科学院农业科技创新工程(CXGC2025F13,CXGC2025C08);国家大宗蔬菜产业技术体系(CARS-23-G13)

作者简介:兰成云,男,助理研究员,研究方向为蔬菜栽培生理生态。E-mail:394468311@qq.com

通信作者:高 尚,男,研究员,研究方向为植物生态学和植物抗逆境。E-mail:gaoshangd@126.com

(1) applying soybean meal as basal fertilizer, with N, P, K ratio of 13:5:6, 2:1:2, and 8:3:12 in three topdressing applications, reducing the total fertilizer application by 48.40% compared to conventional fertilization, resulting in the lowest total fertilizer cost. (2) Without basal fertilizer, with N, P, K ratio of 13:5:6, 2:1:2, and 8:3:12 in three topdressing applications, reducing the total fertilizer application by 50.75% compared to conventional fertilization, achieving the highest profit.

Key words: Lotus root; Fertilization technique; Element ratio; Production and cost

莲(*Nelumbo nucifera* Gaertn.),又称荷花、芙蓉、莲花等,是睡莲科莲属中能产生肥嫩根状茎(藕)的自生或栽培种,为多年生宿根水生草本植物^[1]。藕是莲的地下茎,富含淀粉、蛋白质、脂肪、维生素等营养成分,是一种营养价值很高的水生蔬菜;同时还含有生物碱、酚类、黄酮等活性物质,是一种用途广泛、药食同源的水生经济植物,具有很高的药用价值,在国际农产品贸易中深受消费者青睐^[2]。

莲藕在我国有 3000 多年的栽培历史,南北方均有种植,并演化出分别以莲子、莲藕和莲花为产品的三大栽培类型。调查表明,近 5 年我国莲藕种植面积常年保持在近 50 万 hm^2 ,平均年产量超过 1050 万 t,是我国栽培面积最大的水生蔬菜。莲藕具有生育期长、养分需求量大和供肥浓度高的特点,这也导致在莲藕栽培过程中,往往采用粗放式施肥技术,为追求高产量而盲目过量施肥现象严重,造成肥料浪费,农田生态环境被破坏,农业面源污染加剧^[3-5]。这说明当前莲藕施肥技术与种植水平仍处于较低端水准。虽然目前关于莲藕的研究取得了一定进展,但国外研究多集中在对莲藕的药用、保健功能和食品衍生材料应用方面^[5-9],而国内

研究则侧重于莲藕种质资源收集评价^[10]、栽培模式^[11-12]与栽培技术标准化探索^[13]以及采后保鲜^[14]等方面。而对于施肥技术的研究,多见于氮肥、磷肥和钾肥施用及有机无机肥料配施对莲藕产量和品质的影响方面^[15-18],仅部分研究开始转向莲藕肥料减施技术的探索^[19-20]。总体而言,依旧缺乏通过合理的肥料减施运筹既保证莲藕对养分的吸收利用又保障莲藕高产稳产的系统研究。

为此,本研究在前期调研了解莲藕生产现状及分析其施肥制度的基础上,以鄂莲新 5 号、鄂莲 6 号、鄂莲 10 号、鄂莲 11 号 4 个品种为材料,进行无机肥和有机肥的不同施肥方案探讨,研究不同施肥方案对莲藕产量的影响,以筛选更加科学和经济的施肥方案,为莲藕的生产提供有益的参考和指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2024 年 3—9 月在上海浦东新区老港镇围垦区域进行,试验地土壤为滨海盐土,偏碱性,土壤含盐量高,有机质含量少,基本理化性质见表 1。

表 1 供试土壤基本理化性质

Table 1 Basic physiochemical properties of test soil

指标 Indicator	w(全氮) Total N content/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	w(全磷) Total P content/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	w(全钾) Total K content/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	w(碱解氮) Alkaline N content ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	w(速效磷) Available P content/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	w(速效钾) Available K content/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	w(有机质) Organic matter content/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	pH	EC/ ($\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)
数值 Value	0.63	1.11	11.6	106.42	10.95	107.7	6.23	8.21	3.42

1.2 材料

供试莲藕品种为鄂莲新 5 号、鄂莲 6 号、鄂莲 10 号、鄂莲 11 号,均由武汉市农业科学院育成,由东营市伟晟农业科技有限公司提供种藕。

试验所用肥料 $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ 含量及来源:复合肥 1(15-15-15)、硫酸钾型复合肥(13-10-20)均购于史丹利农业集团股份有限公司,磷酸二铵(18-46-0)购于中化化肥控股有限公司,纯钾肥(0-0-51)、复合肥 2(26-10-12)、高钾肥(16-6-24)均购于金正大生态工程集团股份有限公司,复合肥 3(18-9-18)购于北京澳佳生态农业股份有限公司,干豆粕(6.8-11.6-1.3)购于本地经销商。

1.3 试验设计

试验采用随机区组设计。鉴于传统施肥方案氮、磷、钾等大量营养元素的配比存在失衡现象^[2],研究前期通过对莲藕生产单位和个体户的莲藕种植现状进行调查,舍弃相对小众的施肥方式,将相似的施肥方式简并,将施肥时间与莲藕不同生长期对应,并对施肥方案中氮(N)、磷(P_2O_5)、钾(K_2O)含量进行计算和统计,归纳为常规施肥方式作为阳性对照(CK1),以不施肥作为阴性对照(CK0),结合莲藕需肥规律,按表 2 施肥比例,设置不施加基肥处理(S1、S2)和以豆粕作基肥处理(S3、S4),各处理具体施肥量见表 2。

表2 施肥方案
Table 2 Fertilization scheme

处理 Treatment	管理节点 Management stage	施肥方案 Fertilization plan	施肥量 Fertilizer application rate/(kg·667 m ⁻²)				总施肥量 Total fertilizer application amount/ (kg·667 m ⁻²)	肥料减施比例 Reduce fertilizer application ratio/%
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O		
CK1	基肥 Base fertilizer	无基肥 No base fertilizer	0.00	0.00	0.00	135.85	0.00	
	第1次追肥 First topdressing application	复合肥 1 Compound fertilizer 1	7.50	7.50	7.50		1:1:1	
	第2次追肥 Second topdressing application	复合肥 1, 磷酸二铵 Compound fertilizer 1, diammonium phosphate	16.50	30.50	7.50		33:61:15	
	第3次追肥 Third topdressing application	硫酸钾型复合肥, 纯钾肥 Potassium sulfate type compound fertilizer, pure potassium fertilizer	16.25	12.50	30.10		3.9:3.0:7.22	
S1	基肥 Base fertilizer	无基肥 No base fertilizer	0.00	0.00	0.00	50.90	62.53	
	第1次追肥 First topdressing application	复合肥 2 Compound fertilizer 2	7.80	3.00	3.60		13:5:6	
	第2次追肥 Second topdressing application	复合肥 3 Compound fertilizer 3	5.40	2.70	5.40		2:1:2	
	第3次追肥 Third topdressing application	高钾肥 Potassium fertilizer	8.00	3.00	12.00		8:3:12	
S2	基肥 Base fertilizer	无基肥 No base fertilizer	0.00	0.00	0.00	66.90	50.75	
	第1次追肥 First topdressing application	复合肥 2 Compound fertilizer 2	7.80	3.00	3.60		13:5:6	
	第2次追肥 Second topdressing application	复合肥 3 Compound fertilizer 3	7.20	3.60	7.20		2:1:2	
	第3次追肥 Third topdressing application	高钾肥 Potassium fertilizer	12.00	4.50	18.00		8:3:12	
S3	基肥 Base fertilizer	干豆粕 Dry soybean meal	34.00	58.00	6.50	146.10	-7.55	
	第1次追肥 First topdressing application	复合肥 1 Compound fertilizer 1	2.25	2.25	2.25		1:1:1	
	第2次追肥 Second topdressing application	复合肥 1 Compound fertilizer 1	2.25	2.25	2.25		1:1:1	
	第3次追肥 Third topdressing application	硫酸钾型复合肥, 纯钾肥 Potassium sulfate type compound fertilizer, pure potassium fertilizer	2.60	2.00	29.50		3.9:3:44.25	
S4	基肥 Base fertilizer	干豆粕 Dry soybean meal	17.00	29.00	3.25	70.10	48.40	
	第1次追肥 First topdressing application	复合肥 2 Compound fertilizer 2	3.90	1.50	1.80		13:5:6	
	第2次追肥 Second topdressing application	复合肥 3 Compound fertilizer 3	2.70	1.35	2.70		2:1:2	
	第3次追肥 Third topdressing application	高钾肥 Potassium fertilizer	2.40	0.90	3.60		8:3:12	
CK0	基肥 Base fertilizer	无基肥 No base fertilizer	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
	第1次追肥 First topdressing application		0.00	0.00	0.00			
	第2次追肥 Second topdressing application		0.00	0.00	0.00			
	第3次追肥 Third topdressing application		0.00	0.00	0.00			

莲藕种植时间为2024年3月3—12日,为青年种植。各处理小区面积约600 m²,行株距为3 m×1 m,分别种植4种莲藕,种藕用量约为350 kg·667 m⁻²,除CK0外其他处理设4个重复,6个处理面积分别为:2 401.2 m²(CK1)、2 474.57 m²(S1)、2 414.54 m²(S2)、2 434.55 m²(S3)、2 414.54 m²(S4)、1 500.75 m²(CK0)。总种植面积为13 640.15 m²。各处理分别单独围堰,并配有独立的进水口和排水口,以便独立控制施肥,保证各处理互不干扰。于种藕种植前施入基肥,于荷叶2~3片·株⁻¹(6月19—22日)、荷叶满塘(7月24日至8月3日)以及莲花盛开(8月18—26日)3个时期进行追肥。9月末对莲藕进行1次性采收。

1.4 测定指标

试验采用称量法测算各处理莲藕产量并计算收益,之后与投入生产资料(肥料)的成本综合比较,折算单位成本带来的产能收益,从而评价各种施肥方案的成效^[12]。采收时每个处理、每个品种分别随机选取10个样方^[16],样方大小为3 m×3 m,用电子秤称取各处理样方莲藕产量取均值并换算成每667 m²产量。

1.5 数据处理

采用Microsoft Excel 2019进行数据收集和整

理,采用DPS 7.05进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对产量的影响

由表3可知,CK0处理4个品种莲藕的产量均显著低于其他处理,说明不施肥会严重影响莲藕产量。S1处理除鄂莲10号产量与CK1差异不显著外,其他品种均显著低于CK1,而S2处理4个品种莲藕产量均与CK1差异不显著,说明过高的肥料减施比例会显著影响莲藕产量,适宜的肥料减施对莲藕产量影响不大;S3处理4个品种莲藕产量与CK1差异均不显著,S4处理除鄂莲10号产量显著低于CK1外,其他品种与CK1差异均不显著,说明适当施加有机基肥并减施一定量化肥对莲藕产量影响不显著,继续增加追肥量对莲藕产量增加影响也不显著。对肥料中N、P₂O₅和K₂O比例分析可知,S1、S2和S4处理每次追肥时,氮肥和钾肥的比例都高于CK1(表2),在总施肥量大幅度减少62.53%(S1)、50.75%(S2)、48.40%(S4)的情况下,莲藕平均产量分别降低了9.23%、0.96%和2.95%。这进一步说明常规施肥配方存在严重浪费,而合适的氮肥、磷肥和钾肥比例对稳定莲藕产量有重要作用。

表3 各处理4个莲藕品种产量较常规施肥方案的增减产比例

Table 3 Yield variation of four lotus root varieties under different treatments relative to conventional fertilization

品种 Varieties	产量 Yield/(kg·667 m ⁻²)					
	CK1	S1	S2	S3	S4	CK0
鄂莲新5号 Elian New No. 5	1 418.59 a	1 308.21 b	1 419.33 a	1 485.26 a	1 456.36 a	527.43 c
鄂莲6号 Elian No. 6	1 487.48 a	1 360.07 b	1 519.34 a	1 440.07 ab	1 406.36 ab	590.40 c
鄂莲10号 Elian No. 10	1 284.51 a	1 204.50 ab	1 229.69 ab	1 361.55 a	1 197.10 b	483.73 c
鄂莲11号 Elian No. 11	1 509.71 a	1 301.55 b	1 477.11 a	1 457.85 a	1 442.29 a	561.51 c
平均产量 Average yield/(kg·667 m ⁻²)	1 425.07 a	1 293.58 b	1 411.37 a	1 436.18 a	1 383.03 a	540.77 c
比CK1± More than CK1±/%		-9.23	-0.96	0.78	-2.95	-62.05

注:同行不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著。

Note: Different small letters in the same row indicate significant difference at 0.05 level between different treatments.

2.2 生产资料成本测算

不同施肥方案的肥料成本如表4所示。常规施肥处理(CK1)的成本最高,达1 886.00元·667 m²,约占莲藕肥料总成本外加工人工费和水费合计支出的1/2。S1~S4处理的肥料总成本均较CK1均有所下降,节约肥料成本896.00~1 339.00元·667 m²,S4处理的肥料成本最低。S1~S4处理的利润较CK1均有所增加,利润增加656.26~932.15元·667 m²,S2处理利润最高。

3 讨论与结论

3.1 肥料减施对莲藕产量的影响

在传统的莲藕种植过程中,高成本投入与低效产出的问题长期阻碍产业的进一步发展。尤其是在施肥环节,不当的施肥不仅提高了生产成本,还可能导致土壤退化和环境污染,进而影响莲藕的产量与品质^[2-4]。本研究结果表明,实施无基肥策略并在3次追肥过程中调整氮磷钾的比例,总施肥量较

表4 不同施肥方案的投入产出分析

Table 4 Input output analysis of different fertilization schemes

项目 Item	肥料类型 Fertilizer type	CK1	S1	S2	S3	S4	CK0
肥料成本 Fertilizer cost (yuan·667 m ⁻²)	干豆粕 Dry soybean meal				500	250	
	复合肥 1 Compound fertilizer 1	620			93		
	磷酸二铵 Diammonium phosphate	490			147		
	硫酸钾型复合肥 Potassium sulfate type compound fertilize	750			120		
	硫酸钾 Potassium sulfate	26			130		
	复合肥 2 Compound fertilizer 2		234	234		117	
	复合肥 3 Compound fertilizer 3		192	256		96	
	高钾肥 High-potassium fertilizer		280	420		84	
肥料总成本 Total cost of fertilizer/(yuan·667 m ²)		1 886.00	706.00	910.00	990.00	547.00	0.00
莲藕种苗成本 Cost of lotus seedling (yuan·667 m ⁻²)		1 820.00	1 820.00	1 820.00	1 820.00	1 820.00	1 820.00
人工费 Labor cost/(yuan·667 m ²)		1 600.00	1 600.00	1 600.00	1 750.00	1 750.00	0.00
水费 Water fee/(yuan·667 m ²)		200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
收入 Income/(yuan·667 m ²)		4 560.23	4 139.46	4 516.38	4 595.78	4 201.69	1 730.46
利润 Profit/(yuan·667 m ²)		-945.77	-186.54	-13.62	-164.22	-115.31	-289.54

注:因肥料价格波动剧烈,故本试验以2024年9月报价为基准。

Note: Due to significant fluctuations in fertilizer prices, the quotations from September 2024 were used as a reference baseline for this experiment.

常规施肥量减少62.53%(S1)时,其平均产量显著低于常规施肥处理;总施肥量较常规施肥量减少50.75%(S2)时,莲藕平均产量与常规施肥处理无显著差异。适当施加豆粕作为基肥,总施肥量较常规施肥量减少了48.40%(S4)时,莲藕平均产量与常规施肥处理无显著差异。这说明莲藕常规施肥方案过量施肥的现象明显,通过合理肥料减施比例可以维持莲藕产量稳定,这与前人的研究结果一致^[20-21]。

目前莲藕生产过程中采用的施肥方案,各种矿质元素的配比存在失衡、肥力浪费问题^[22]。这从本研究的前期调查和前人的研究中均得到印证^[2-5]。不施加基肥,在总施肥量降低50.75%条件下,通过科学调整3次追肥N、P₂O₅、K₂O的比例为13:5:6、2:1:2和8:3:12(S2)或施加干豆粕作基肥,总施肥量降低48.40%并按上述相同比例调整追肥(S4),能够在减少化肥使用的同时,稳定莲藕的产量,合适的氮肥、磷肥和钾肥比例对莲藕产量有重要影响。

3.2 肥料减施对莲藕生产成本的影响

较高的产量可以带来较高的产值,但更低的成本则可以带来更加丰厚的利润^[12]。本研究通过优化肥料配比和施肥量,降低了化肥的使用量,从而节约肥料成本896.00~1 339.00元·667 m⁻²,利润增加656.26~932.15元·667 m⁻²。这不仅提高了农业生产的经济效益,还为农民提供了更经济的施肥方案,有助于在市场竞争中获得优势。与此形成对比的

是,常规施肥方法通常依赖大量化学肥料,这往往伴随着高昂的生产成本,还可能导致土壤退化、水体污染等后果,对环境造成长期负面影响。需要指出的是,在长三角地区莲藕的产量一般为1500~2500 kg·667 m⁻²^[23]。但在本试验中,供试品种最终产量大多低于1500 kg·667 m⁻²,原因可能有两点:一是上海地区农业政策要求,需要在秋收后种植绿肥,莲藕采收时间有所提前,一定程度影响了莲藕的产量;二是所在地块属于滨海区域,有一定盐碱性,这可能给最终产量带来了负面影响^[24],同时也直接导致了利润计算上的负值。此外,本试验为了尽可能减少多种因素的干扰,仅考虑了氮磷钾元素对莲藕产量的影响,没有探讨单一大量元素、有机肥、其他中量和微量元素的影响,这些方面也有待进一步研究^[22,25-26]。

本试验采用的是一年莲藕种植模式,在不影响莲藕产量的情况下,以不施加基肥并在3次追肥过程中调整氮磷钾的比例、总施肥量较常规施肥量减少50.75%条件下(S2)利润更高,以有机肥为基肥联合追施化肥总施肥量减少48.40%条件下(S4)肥料成本更低。但由于莲藕在很多地区是多年连续种植的,所以种植地块常年不会排空水分,因此造成基肥施用难度较大。本试验中采用了晒干的豆粕作为基肥,由于晒干豆粕质地轻,漂浮在水面上不易下沉,因此多年连续栽植的莲藕田利用干豆粕作为基肥时需要采取适当的施用方法。本研究可为

莲藕生产种植模式的选择提供一种思路。

综上,本研究认为,过高的肥料减施比例(S1)显著影响产量;不施基肥,按3次追肥氮磷钾配比分别为13:5:6、2:1:2和8:3:12且总施肥量较CK1降低50.75%(S2)时,或者相同比例追肥条件下,适当施加有机基肥且总施肥量较CK1降低48.40%(S4)时,对莲藕产量影响不显著,继续增加施肥总量对产量影响也不显著;结合生产资料成本测算,S1~S4处理的肥料总成本较CK1均有下降,利润均有所增加,其中,S4处理的肥料成本最低,S2处理利润最高。研究最终得出莲藕最佳种植施肥方案为:施加豆粕作基肥,按3次追肥氮磷钾肥配比分别为13:5:6、2:1:2和8:3:12,总施肥量较常规施肥降低48.40%,肥料总成本最低;不施加基肥,按3次追肥氮磷钾肥配比分别为13:5:6、2:1:2和8:3:12,总施肥量较常规施肥降低50.75%,利润最高。

参考文献

- [1] 裴鉴.中国植物志[M].北京:科学出版社,2016.
- [2] 朱丹丹,李峰,孙亚林,等.湖北省莲藕主产区施肥现状调查与分析[J].中国蔬菜,2025(5):150-158.
- [3] 吴曼,刘莹,王哲.中国莲藕产业发展现状与对策建议[J].蔬菜,2024(10):10-16.
- [4] 黄锡志,王朝丽,袁昕,等.不同配方施肥对莲藕土壤和田面水理化性质及产量的影响[J].浙江农业科学,2024,65(10):2266-2272.
- [5] LIU L P, HAN J L, TIAN H Y, et al. A review on the progress of research on the chemical composition and pharmacological effects of lotus leaf[J]. Food Chemistry, 2025(493): 145708.
- [6] HU M, SKIBSTED L H. Antioxidative capacity of rhizome extract and rhizome knot extract of edible lotus (*Nelumbo nucifera*) [J]. Food Chemistry, 2002, 76(3): 327-333.
- [7] SINHA S, MUKHERJEE P K, MUKHERJEE K, et al. Evaluation of antipyretic potential of *Nelumbo nucifera* stalk extract[J]. Phytotherapy Research, 2000, 14(4): 272-274.
- [8] HUANG C L, ZHANG Z, FANG Y F, et al. Cost-effective and natural-inspired lotus root/GelMA scaffolds enhanced wound healing via ROS scavenging, angiogenesis and reepithelialization[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2024(278): 134496.
- [9] ZHAO R F, PENG K D, YI Y, et al. Heating alters the nutritional and antioxidant characteristics of lotus root[J]. LWT-Food Science and Technology, 2024(210): 116848.
- [10] 吴宇昊,祝振洲,丛欣,等.不同莲藕品种的营养品质分析与评价[J].中国瓜菜,2024,37(4):127-132.
- [11] 马林杰,张诚信,袁秦,等.藕虾共作模式下缓释氮肥减氮对莲藕产量、品质及氮肥利用率的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2024,45(6):20-27.
- [12] 王文斌,王磊,刘金文,等.沙地节水莲-渔共作对莲藕生长发育、品质的影响及效益评价[J].中国瓜菜,2021,34(2):36-41.
- [13] 李峰,李双梅,张思栋.沔城莲藕保护地早熟栽培技术[J].中国蔬菜,2025(9):207-209.
- [14] WANG H X, WANG H Y, YI Y, et al. Varying concentrations of ethephon induce antioxidant defences and cell wall degradation to regulate storage quality of fresh-cut lotus root[J]. Food Bioscience, 2024(61): 104975.
- [15] 龙飞.氮磷钾肥不同配比和有机肥对莲藕生长的影响[J].现代农业科技,2013(7):114.
- [16] 胡海建,张国斌,程芳,等.莲藕测土配方施肥田间试验[J].长江蔬菜,2019(24):65-66.
- [17] 郭鑫,邵大龙,秦艳梅,等.施肥对连作莲藕品质、产量及根际环境的影响[J].中国土壤与肥料,2025(4):87-96.
- [18] ZHAO S P, ZHANG Y, TAN M Y, et al. NnNF-YB1 induced by the potassium fertilizer enhances starch synthesis in rhizomes of *Nelumbo nucifera* [J]. Industrial Crops & Products, 2023, 203: 117197.
- [19] 梁亚勤,郝青,刘二保.不同品种莲藕比较及肥料减施技术初步研究[J].安徽农业科学,2012,40(8):4482-4484.
- [20] 马泮龙.不同品种莲藕比较及肥料减施技术初步研究[D].杭州:浙江农林大学,2020.
- [21] 钟昆林.莲藕减量施肥效果研究[J].现代农业科技,2019(7):63-64.
- [22] 谢旭东,王磊,刘金文,等.过磷酸钙和鸡粪配施对沙地莲藕生长及品质的影响[J].安徽农业科学,2020,48(14):156-159.
- [23] 尹静静,吴小宾,徐国鑫,等.莲藕干物质积累与氮磷钾吸收分配特征[J].北方园艺,2020(6):1-8.
- [24] 王向军,张孟玉,姚光伟,等.水稻秸秆炭对土壤性质和莲藕植株生长的影响[J].浙江科技学院学报,2023,35(5):448-456.
- [25] 吴新平,漆欣,王丽梅,等.莲藕酚类物质组成分析及合成机制研究[J].食品安全质量检测学报,2023,14(9):221-231.
- [26] 刘冬碧,张富林,张过师,等.湖北省莲藕钾肥合理用量与运筹方式研究[J].土壤,2014,46(2):239-244.