

水氮耦合对烤烟生育期内土壤酶活性动态变化的影响

刘美玉¹, 陈益银², 习向银¹, 陈 亚^{1,3}

(1. 西南大学 资源环境学院 重庆 400715; 2. 酉阳烟草分公司 重庆 409800; 3. 雅安市农业局 四川 雅安 625000)

摘要: 在网室盆栽条件下, 采用 3 水平灌水量(40 60 80 L/株) × 4 水平施氮量(0 3 7 12 g/株), 以烤烟 K326 为试验材料, 研究了水氮耦合对烤烟生育期内土壤过氧化氢酶、蔗糖酶、脲酶和酸性磷酸酶活性动态变化的影响。结果表明, 植烟土壤 4 种酶活性随生育时期推进均呈先上升后下降的趋势, 且在旺长期或现蕾期达最高。在相同生育时期和相同灌水水平下, 随着施氮水平的提高, 植烟土壤过氧化氢酶、蔗糖酶和酸性磷酸酶活性均呈先增加后降低的变化趋势, 且过氧化氢酶和蔗糖酶以 3 g/株施氮水平下活性最高, 酸性磷酸酶活性以 7 g/株施氮水平下最高; 而脲酶活性则随着施氮量的增加而增加, 在 12 g/株施氮水平下最高。在相同生育时期和相同施氮量下, 以灌水处理为 60 L/株和 80 L/株的植烟土壤 4 种酶活性均较高, 而低灌水处理(40 L/株)的土壤酶活性均较低。综合所有指标, 在该试验条件下, 当灌水量为 60~80 L/株、施氮量 3~7 g/株, 烤烟生育期内 4 种土壤酶均保持较高的活性。

关键词: 水氮耦合; 烤烟; 酶活性

中图分类号: S572 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2011)05-0159-06

Effects of Water and Nitrogen Coupling on Dynamic Changes of Soil Enzymatic Activities During the Growth Stage of Flue-cured Tobacco

LIU Mei-yu¹, CHEN Yi-yin², XI Xiang-yin¹, CHEN Ya^{1,3}

(1. College of Resources and Environment Southwest University Chongqing 400715 China; 2. Chongqing Tobacco Corporation, You yang Corporation Chongqing 409800 China; 3. Bureau of Agriculture of Ya'an, Ya'an 625000 China)

Abstract: In this article, flue-cured tobacco (*Nicotiana tobacum* K326) was selected to study effects of water and nitrogen coupling on dynamic changes of soil enzymatic activities of catalase, sucrase, urease and acid phosphatase during the growth stage of flue-cured tobacco by net house cultivation with conditions of 3 levels of water irrigation (40 60 and 80 L/plant) and 4 levels of nitrogen application (0 3 7 and 12 g/plant). The results showed, the soil enzymatic activities of catalase, sucrase, urease and acid phosphatase increased first and then decreased with the advance of growth stage in flue-cured tobacco, and maximized at vigorous growing stage or budding stage. With the same growth period and the same water irrigation, the soil enzyme activities of catalase, sucrase and acid phosphatase increased first and then decreased with the advance of growth stage in flue-cured tobacco, while the urease activity of soil increased continuously with the advance of growth stage. Activities of the catalase and sucrase peaked at 3 g/plant and acid phosphatase activity peaked at 7 g/plant and the urease activity peaked at 12 g/plant. With the same growth period and the same nitrogen application, above four soil enzyme activities were all higher with the range of 60–80 L/plant of water irrigation, while they were lowest with the level of 40 L/plant of water irrigation. In a word, the four of soil enzymatic activities were higher with the range of 60–80 L/plant and nitrogen 3–7 g/plant.

Key words: Water and nitrogen coupling; Flue-cured tobacco; Soil enzymatic activities

烤烟是我国重要的经济作物之一, 其种植面积和总产量均居世界首位, 在我国国民经济中起着财政支柱的作用。在影响烤烟生长发育、产量和品质

形成的诸多因素中, 水、肥两因子起着决定性的作用^[1,2]。在土壤养分转化、释放和固定过程中, 土壤酶扮演着重要的角色^[3]。Mantens^[4]研究表明, 土壤

收稿日期: 2011-06-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(40801109); 重庆烟叶公司烟草项目(2010)

作者简介: 刘美玉(1987-), 女, 山西吕梁人, 在读硕士, 主要从事植物营养与环境研究。

通讯作者: 习向银(1966-), 女, 河南洛阳人, 副教授, 主要从事植物营养与环境研究。

酶与土壤肥力状况密切相关,其活性可作为土壤肥力水平的重要指标。许多学者指出,土壤水分和养分状况直接影响着土壤酶活性的变化^[5]。另外,目前国内有关水、氮单独效应的研究也有报道,而水氮交互效应的探讨仍较为薄弱,且多集中在小麦^[6]、玉米^[7]、大豆^[8]等作物上,虽然对烟草也有少量的研究,但仅限于烤烟产量、品质、生理和植烟土壤理化性状上^[9-12],而水氮耦合对烤烟生育期内土壤酶活性动态变化的影响却鲜见报道。本试验通过研究水氮耦合对烤烟生育期内土壤酶活性的动态变化,以期寻求烤烟生产的适宜水氮耦合条件及提高烤烟水分利用率和肥料利用率提供一定的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地点和试验材料

本试验于 2007 年在西南大学紫色土野外监测站的网室进行,供试品种为烤烟 K326,试验土壤为耕层紫色土,土壤全氮 0.51 g/kg,碱解氮 40.2 mg/kg,速效磷 7.04 mg/kg,速效钾 77.8 mg/kg,有机质 15.5 g/kg, pH 值 5.7。

1.2 试验设计及试验实施过程

灌水量设置 3 个水平,施氮量设置 4 个水平,采用完全随机设计,共 12 个处理,4 次重复,如表 1。

表 1 试验处理

Tab. 1 Experimental treatment

处理 Treatment	灌水量/(L/株) Irrigation	施氮量(g/株) Nitrogen application
W ₄₀ N ₀	40	0
W ₄₀ N ₃	40	3
W ₄₀ N ₇	40	7
W ₄₀ N ₁₂	40	12
W ₆₀ N ₀	60	0
W ₆₀ N ₃	60	3
W ₆₀ N ₇	60	7
W ₆₀ N ₁₂	60	12
W ₈₀ N ₀	80	0
W ₈₀ N ₃	80	3
W ₈₀ N ₇	80	7
W ₈₀ N ₁₂	80	12

注:表中 W₄₀、W₆₀、W₈₀ 表示每株烤烟生育期内的灌水量;N₀、N₃、N₇、N₁₂ 表示每株烤烟生育期内施用的纯氮量。下同。

Note: W₄₀, W₆₀, W₈₀ indicated the water irrigation amount during the growth stage flue-cured tobacco per plant; N₀, N₃, N₇, N₁₂ indicated amount of nitrogen applied, the same followed.

2007 年 5 月 5 日开始漂浮育苗,取若干烟草包衣种子(*Nicotiana tabacum*, K326)播种在泡沫浮盘里的基质中,该基质的配比是 60% 草炭、20% 的蛭石、20% 的珍珠岩,然后把泡沫浮盘放入有自然光照的人工温室里的苗床上,用营养液培养 60 d。7 月 6

日进行移栽,所用盆钵为米氏盆,每盆装 6.5 kg 风干土,9 月 5 日打顶,10 月 6 日开始采收。试验中,氮肥用硝酸铵,磷肥用磷酸二氢钾,钾肥用硫酸钾,其比例为 N:P₂O₅:K₂O=1:1:2.5,其中磷肥和钾肥的全部及氮肥的 60% 作为基肥装盆时施入,40% 的氮肥在移栽后 30 d 以肥料溶液形式追肥。灌水时间及灌水量,依据烟苗长势和土壤情况而定,具体每周灌水量,如图 1。其他管理措施同一般大田生产。

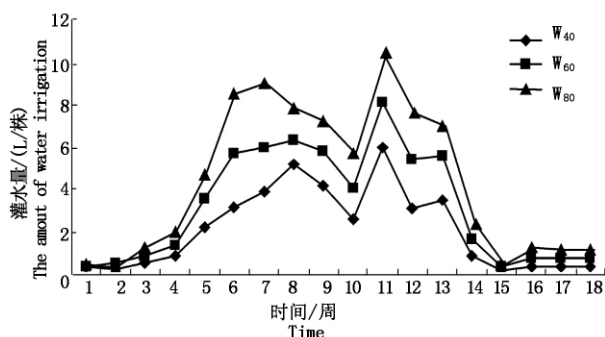


图 1 烤烟生育期内每周灌水量

Fig. 1 The amount of water irrigation every week during the growth stage of flue-cured tobacco

1.3 样品采集与测定方法

样品采集:分别在移栽后 30、60、90、120 d(即团棵期、旺长期、现蕾期、成熟期),采用五点法取土,然后进行风干、过筛,装入自封袋待测。

土壤酶活性的测定^[5]:土壤过氧化氢酶采用高锰酸钾滴定法、蔗糖酶采用磷酸二氢钠比色法测定、脲酶采用苯酚-次氯酸钠比色法、磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法。

1.4 数据处理

所用数据均为 4 次重复的平均值,采用 Excel 3.0 处理分析。

2 结果与分析

2.1 水氮耦合对烤烟生育期内土壤过氧化氢酶活性的影响

相同灌水量下,烤烟各生育时期土壤过氧化氢酶活性随施氮量的增加呈现先增加后降低的趋势,且 N₃ 处理最高(图 2);同时,团棵期、旺长期和现蕾期植烟土壤过氧化氢酶活性都高于不施氮处理,表明增施氮肥可以提高土壤过氧化氢酶活性,这与杜社妮^[12]的研究结论一致。相同施氮量下,团棵期、旺长期和现蕾期植烟土壤过氧化氢酶活性随着灌水量增加而增加;成熟期 N₀ 和 N₃ 处理植烟土壤过氧化氢酶活性表现为 W₆₀ > W₈₀ > W₄₀,而 N₇ 和 N₁₂ 处理则为 W₈₀ > W₆₀ > W₄₀,这可能是由于成熟期增加土壤水分和高施氮肥有利于维持根系活力、延缓根

系衰老,从而丰富了根系土体内微生物活动,进而增加土壤过氧化氢酶活性^[10-14]。

由图2可看出,对于所有水氮处理而言,植烟土壤过氧化氢酶活性随生育时期推进呈现先增加后降低的趋势,且旺长期和现蕾期较高,这一方面可能是因为该生育时期的烤烟根系生长良好,根际微生物

量多,大量消耗土壤氧气,导致土壤过氧化氢酶活性出现高峰,另一方面可能是由于根际微生物分泌更多土壤过氧化氢酶,而导致其活性出现峰值。由图2还可看出,施氮量为 N_3 且灌水量在 $W_{60} \sim W_{80}$ 范围内烤烟生育期内土壤过氧化氢酶活性较高。

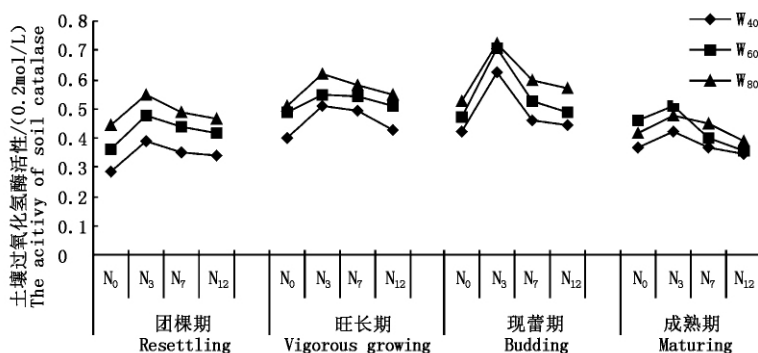


图2 水氮耦合对烤烟生育期内土壤过氧化氢酶活性的影响

Fig. 2 Effects of water and nitrogen coupling on catalase activity during the growth stage of flue-cured tobacco

2.2 水氮耦合对烤烟生育期内土壤蔗糖酶活性的影响

相同灌水量下,烤烟各生育时期土壤蔗糖酶活性均随施氮量增加呈现先增加后降低的趋势(图3),且 N_3 处理最高。同时,施氮处理植烟土壤蔗糖酶活性均高于不施氮处理,这意味着增施氮肥有助于植烟土壤蔗糖酶活性的增加。相同施氮量下, W_{60} 和 W_{80} 处理植烟土壤蔗糖酶活性均大于 W_{40} 。 N_0 处理下团棵期和成熟期植烟土壤蔗糖酶活性随灌水量增加呈现先增加后降低的趋势,旺长期和现蕾期则随灌水量增加而增加。 N_3 处理烤烟各生育时期土壤蔗糖酶活性随灌水量增加而呈现先增加后降低的趋势,这说明适宜施氮条件下灌水量过多会

抑制植烟蔗糖酶活性。 N_7 和 N_{12} 处理各生育时期植烟土壤蔗糖酶活性随灌水量增加而增加,这表明高施氮量条件下高灌水量有利于土壤蔗糖酶活性的提高,这与米国全^[15]所得结论是一致的。

由图3还可看出,对于所有水氮处理而言,植烟土壤蔗糖酶活性随生育时期推进而呈现先增加后降低的趋势,且现蕾期和旺长期均较高。由图3还可看出,施氮水平为 N_3 且灌水量在 $W_{60} \sim W_{80}$ 范围内,烤烟各生育期内土壤蔗糖酶活性较高,这意味着适宜灌水量和适宜施氮量能积极地促进植烟土壤蔗糖酶活性。此外, $W_{40}N_{12}$ 处理各时期植烟土壤蔗糖酶活性均比较低,这说明在灌水不足且施氮过多对植烟蔗糖酶活性促进作用不明显。

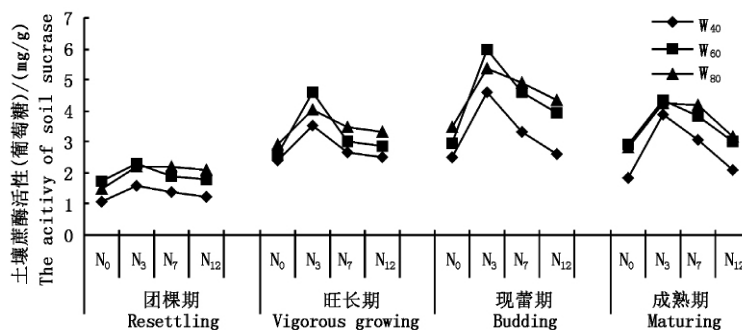


图3 水氮耦合对烤烟生育期内土壤蔗糖酶活性的影响

Fig. 3 Effects of water and nitrogen coupling on sucrose activity during the growth stage of flue-cured tobacco

2.3 水氮耦合对烤烟生育期内土壤脲酶活性的影响

相同灌水量下,烤烟各生育时期土壤脲酶活性均随施氮量增加而增加(图4),这意味着增施氮肥能积极促进植烟土壤脲酶活性增加,这与孙瑞莲等^[16]研究结果类似。相同施氮量下, N_0 和 N_3 处理

烤烟各生育时期土壤脲酶活性随灌水量增加而呈现先增加后降低的趋势; N_7 和 N_{12} 处理团棵期、旺长期和现蕾期植烟土壤脲酶活性随灌水量增加而增加,成熟期则随灌水量增加而降低。

由图4可看出,对于所有水氮处理而言,植烟土壤脲酶活性随生育时期推进呈现先增加后降低的趋

势,其中现蕾期和旺长期植烟土壤脲酶活性较高。由图4还可知,施氮水平为 N_{12} 且灌水量在 $W_{60} \sim$

W_{80} 范围内,烤烟各生育期内土壤脲酶活性较高。

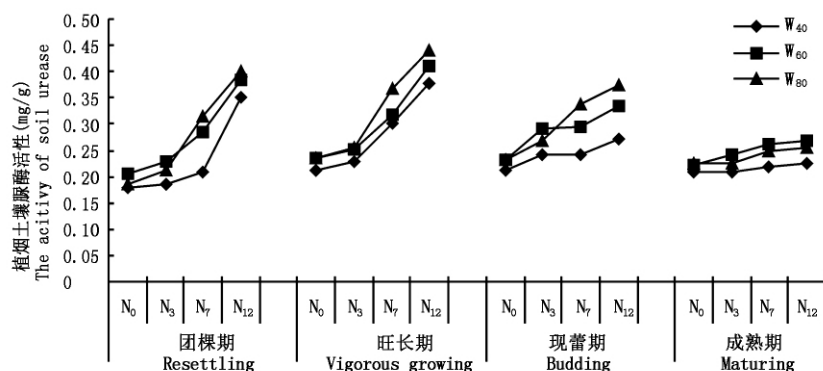


图4 水氮耦合对烤烟生育期内土壤脲酶活性的影响

Fig. 4 Effects of water and nitrogen coupling on urease activity during the growth stage of flue-cured tobacco

2.4 水氮耦合对烤烟生育期内土壤酸性磷酸酶活性的影响

相同灌水量下,烤烟各生育时期土壤酸性磷酸酶活性均随施氮量增加呈现先增加后降低的趋势,且 N_7 处理最高(图5)。同时,施氮处理烤烟各生育时期土壤酸性磷酸酶活性均高于不施氮处理,这意味着增加施氮量有利于植烟土壤酸性磷酸酶活性的增加。相同施氮量下, N_0 处理各生育期内植烟酸性磷酸酶活性随灌水量增加而增加; N_3 和 N_7 处理各生育时期植烟土壤酸性磷酸酶活性随灌水量增加而呈现先增加后降低的趋势,这暗示了适宜的施氮条件下灌水过多会抑制植烟土壤酸性磷酸酶活性的增加; N_{12} 处理成熟期植烟土壤酸性磷酸酶活性随灌水

量增加而增加,而其余3个生育时期则随灌水量增加而先增加后降低。

由图5可看出,对于所有水氮处理而言,植烟酸性磷酸酶活性随生育时期推进而呈现先增加后降低的趋势,其中旺长期和现蕾期较高。由图5还可看出, $W_{40}N_{12}$ 处理烤烟各生育期内土壤酸性磷酸酶活性都较低,几乎接近不施肥处理,这说明低灌水且高施氮明显抑制植烟土壤酸性磷酸酶活性的增加。施氮量为 N_7 水平且灌水量在 $W_{60} \sim W_{80}$ 范围内,烤烟各生育期内土壤酸性磷酸酶活性较高。综上所述可知,适宜灌水量和施氮量耦合有助于植烟酸性磷酸酶活性增加。

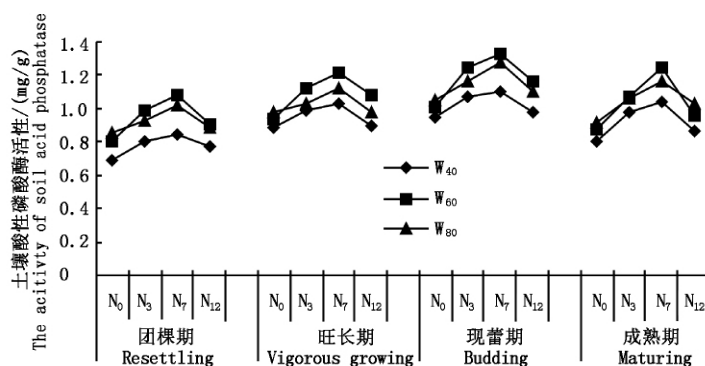


图5 水氮耦合对烤烟生育期内土壤酸性磷酸酶活性的影响

Fig. 5 Effects of water and nitrogen coupling on acid phosphatase activity during the growth stage of flue-cured tobacco

3 讨论与结论

有关研究表明^[6-8,16-19],水分和氮肥之间存在明显交互作用,本试验也证明了这点。

郭天财等^[20]研究指出,土壤酶活性与氮素肥料施用量有关,如果氮素肥料用量超过最大临界范围,酶活性就会降低。本试验对植烟土壤过氧化氢酶、蔗糖酶和酸性磷酸酶活性的研究结果也证明了这点。相同灌水量下,烤烟各生育期内土壤过氧化氢

酶和蔗糖酶在 N_3 (3 g/株)处理下活性最高,酸性磷酸酶活性在 N_7 (7 g/株)处理下达最高。而脲酶活性却随施氮量增加而升高,且以 N_{12} (12 g/株)处理达最高,这和郭天财等^[20]的尿素施用量增加,脲酶活性增大的结果相一致,这一方面是由于增施氮肥为土壤脲酶的酶促反应提供了大量的基质,刺激了植烟土壤脲酶活性,促使其活性增强;另一方面是由于氮素营养的改善促进了土壤微生物的繁殖,从而使其向土壤中分泌更多的脲酶。

许多学者研究指出,土壤水分直接影响释放酶类的微生物含量及活性,进而影响土壤中酶活性^[5]。本试验研究也表明,相同施氮量下,灌水量在 60~80 L/株范围内,烤烟各生育时期土壤过氧化氢酶、蔗糖酶、脲酶和磷酸酶活性较高,这可能是由于适宜水分促进了释放酶类微生物的生长繁殖,从而使其向土壤中分泌更多的酶。

对于所有水氮处理而言,随着生育时期的推进,植烟土壤过氧化氢酶、蔗糖酶、脲酶和酸性磷酸酶活性呈现先增加后降低的趋势,且在旺长期和现蕾期较高,这主要是因为该生育时期的烤烟根系生长良好,根际微生物量多,分泌更多的土壤酶,导致土壤酶活性出现高峰^[5]。低灌水和高施氮均不利于植烟土壤酶活性增加(脲酶除外)。从利于烤烟生长发育角度和提高水肥利用率考虑,灌水量在 60~80 L/株范围内,且施氮量在 3~7 g/株范围内,烤烟各生育期内土壤酶活性均较高。

参考文献:

- [1] 汪耀富,孙德梅,李群平,等.有机肥与无机肥配施及灌水对烤烟养分含量及产量、品质的影响[J].河南农业大学学报,2003,37(7):237-252.
- [2] 李昱,何春梅,林新坚,等.施用沸石对烤烟生长效应的影响[J].江西农业学报,2006,18(3):134-136.
- [3] 周札恺.土壤酶学[M].北京:科学出版社,1987.
- [4] Mantens D A, Johanson J B, Frakenberger W T. Production and persistence of soil enzymes with repeated additions of organic residues [J]. Soil Sci, 1992, 153: 59-61.
- [5] 关松荫,等编著.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1986.
- [6] 王晨阳,马冬云,郭天财,等.不同水、氮处理对小麦淀粉组成及特性的影响[J].作物学报,2004,30(8):739-744.
- [7] 孙占祥,孙文涛.水肥互作对玉米生长发育及产量的影响[J].沈阳农业大学报,2005,36(3):275-278.
- [8] 裴宇峰,韩晓增,祖伟.水氮耦合对大豆生长发育的影响[J].大豆科学,2005,24(2):106-111.
- [9] 汪耀富,杨天旭,孙德梅,等.灌水及氮素形态对烤烟营养元素含量及产量品质的影响[J].河南农业大学学报,2006,40(5):477-481.
- [10] 熊江波,陈文芳,肖金香.水肥交互作用对烤烟叶绿素含量的影响[J].江西农业学报,2007,19(6):77-79.
- [11] 陈亚,代先强,袁玲,等.水氮耦合对土壤理化性状及作物生长的影响研究进展[J].河南农业科学,2009,5:11-16.
- [12] 叶协锋,凌爱芬,张斌,等.腐殖酸对烤烟土壤现状及烟叶品质的影响[J].华北农学报,2009,24(5):170-173.
- [13] 杜社妮,张成娥,等.不同施肥对日光温室西红柿菜地土壤酶活性的影响[J].西北植物学报,2003,23(8):1467-1470.
- [14] 张凤翔,周明耀,周春林,等.水肥耦合对水稻根系形态与活力的影响[J].农业工程学报,2006,22(5):197-200.
- [15] 米国全,袁丽萍,龚元石,等.不同水氮供应对日光温室番茄土壤酶活性及生物环境影响的研究[J].农业工程学报,2005,21(7):124-128.
- [16] 孙瑞莲,赵秉强,朱鲁生,等.长期定位施肥对土壤酶活性的影响及其调控土壤肥力的作用[J].植物营养与肥料学报,2003,9(4):406-410.
- [17] Stanislaw K, Jan R, Jacek D. Response of leek to irrigation, fertigation and broadcast nitrogen fertilization [J]. Vegetable Crops Research Bulletin, 1999, 51: 39-48.
- [18] 赵进恒,赵铭钦,韩富根,等.水肥耦合对烤烟质体色素及其降解产物的影响[J].华北农学报,2010,25(2):216-220.
- [19] 陈碧华,郝庆炉,段爱旺,等.水肥耦合对番茄产量和硝酸盐含量的影响[J].河南农业科学,2007(5):87-90.
- [20] 郭天财,宋晓,马冬云,查菲娜,等.氮素营养水平对小麦根际微生物及土壤酶活性的影响[J].水土保持学报,2006,20(03):129-132.