

施用包膜控释尿素对保护地黄瓜根区土壤微生物区系及酶活性的影响

杨建霞, 王 鑫

(陇东学院生命科学系, 甘肃 庆阳 745000)

摘 要: 以保护地黄瓜为研究对象, 研究施用包膜控释尿素对黄瓜根区土壤微生物数量及酶活性的影响。结果表明: 控释尿素可增加细菌、放线菌的数量, 对三大类微生物类群的影响效应依次为: 细菌 > 放线菌 > 真菌; 控释尿素对细菌和真菌的影响依次为: $D60 > D90 > U > CK$, 对放线菌的影响不明显; 控释尿素与普通尿素配比时随着控释尿素用量的增加, 多酚氧化酶、脲酶活性升高, 对碱性磷酸酶、过氧化氢酶和转化酶活性无明显影响; 控释尿素对多酚氧化酶活性的影响依次为 $D90 > D60 > U > CK$, 对转化酶活性增加效果最为显著; 控释尿素对全氮的影响尤为突出, 对土壤有机质、全氮、碱解氮、硝态氮、铵态氮及速效钾有明显提高作用, 可降低速效磷含量。

关键词: 黄瓜; 包膜控释尿素; 根区微生物; 酶活性

中图分类号: S154.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)01-0042-05

黄瓜是陇东地区种植的主要蔬菜之一, 庆阳市许多大型蔬菜基地都以种植黄瓜为主, 每年连作均在 5 茬以上, 大量使用化学肥料, 土壤结构被破坏, 养分比例不均衡, 土壤肥力严重衰退, 已成为蔬菜生产中的新问题^[1]。当前, 在蔬菜生产中普遍存在着过量投入化肥以追求高产的现象, 其结果则是蔬菜增产幅度逐年下降, 肥料利用率低下和经济效益不高, 以及蔬菜品质和风味下降, 更为严重的是造成菜地土壤退化、环境污染严重等问题, 其中氮的问题特别突出^[2-4]。因此, 为了实现蔬菜生产的高产、优质、安全无公害和可持续发展, 必须加强菜地合理施肥措施的研究。

控释肥因具有养分释放与作物吸收同步的特点而成为提高氮肥利用效率和减少环境污染的有效途径之一。近几年我国在水稻、小麦等大田作物上施用控释氮肥增产效应研究已有很多报道^[5, 6], 但在蔬菜上的应用研究报道较少^[7]。目前, 对控释肥料养分控释机理、肥料利用率和增产效果研究较多, 对其施入土壤后对土壤生物学的影响研究不多, 尤其是包膜肥料施入土壤后对蔬菜根区微生物数量和酶活性的影响研究更少。本研究以陇东地区保护地栽培面积最大的蔬菜作物黄瓜为试材, 在庆阳市西峰区董志镇采用大棚小区试验, 就两种控释尿素 ($D90$ 、 $D60$) 对黄瓜根区微生物区系和酶活性的影响进行了研究, 旨在从土壤生物学角度揭示控释肥料养分控释机理提供资料, 为优质高产黄瓜制定合理的土壤配肥制度提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设置在庆阳市西峰区董志镇, 地势平坦、肥力水平中上等的大棚。土壤为黑垆土, 基本肥力状况为: 有机质 9.36 g/kg, 全氮 0.86 g/kg, 碱解氮 48.03 mg/kg, 速效磷 13.3 mg/kg, 速效钾 226.7 mg/kg。供试黄瓜品种为津春 4 号, 密度为 45 000 株/hm²。

1.2 供试肥料

供试包膜控释尿素由北京斯格利复合肥制造有限公司研制生产, 北京农林科学院植物营养研究所提供。控释尿素 $D90$ 为氮素控制释放期 90 d, 控释尿素 $D60$ 为氮素控制释放期 60 d, 含氮量 $\geq 42\%$, 普通尿素含氮量 $\geq 46\%$, 普通过磷酸钙 $P_2O_5 \geq 12\%$, 硫酸钾 $K_2O \geq 33\%$ 。

1.3 试验设计

1.3.1 包膜控释尿素 $D90$ 与普通尿素配比试验

该试验设置 $D90:U$: ① 2:0、② 1.75:0.25、③ 1.5:0.5、④ 1.0:1.0、⑤ 0:2、⑥ CK(对照) 6 个处理, 随机区组, 3 次重复; 根据当地施肥水平, 施有机肥(当地积攒的土粪) 75 t/hm², 尿素 748 kg/hm²(施肥量为当地常用量) 和普通过磷酸钙 450 kg/hm², 硫酸钾 272 kg/hm² 为肥底, 控释尿素在定植前按小区用量一次施入, 尿素 1/2 做基肥, 1/2 做追肥, 在黄瓜采收初期施入; 磷钾肥做基肥一次施入。试验黄瓜于 3 月 7 日大棚内小拱棚营养钵育苗。4 月 16 日三

收稿日期: 2006-09-04

基金项目: 甘肃省庆阳市科技攻关项目(GDK031-1-5); 陇东学院自然科学基金项目(Szzk0312)

(C) 1 作者简介: 杨建霞(1971-), 女, 甘肃镇原人, 硕士, 讲师, 主要从事细胞生物学教学及微生物科研工作。E-mail: yjxjansu96@yahoo.com.cn

叶一心时移栽,苗龄 50 d。密度 3 000 株/667m²,垄宽 1.0 m,垄间距 0.5 m,其它田间管理同大田。

1.3.2 包膜控释尿素品比试验 该试验设置 ①控释尿素(D90)、②控释尿素(D60)、③尿素(U)、④对照(CK)(不施尿素,只施有机肥)4个处理,小区面积为 4 m²,随机区组,3次重复;N用量 385.9 kg/hm²,P₂O₅ 299.3 kg/hm²,K₂O 166.7 kg/hm²,以磷钾、有机肥为肥底,有机肥为优质鸡粪,用量为 75 t/hm²。控释尿素在定植前按小区用量一次施入,普通尿素 1/2 做基肥,1/2 做追肥在需肥关键期施入;磷钾肥做基肥一次施入。试验黄瓜于 2004 年 3 月 7 日育苗,4 月 16 日移栽,定植密度 45 000 株/hm²,分期采收,分期计产,定期观察记载,其它管理同大田。

1.4 取样时间和测定方法

1.4.1 取样时间 分别于 2004 年 6 月下旬和 7 月中旬,用五点法采集 0~20 cm 根区耕层土壤,拣去杂物,充分混合后采用对角线法分样,用塑料袋包装,贴好标签,带回实验室,过筛后分成两份,一份在 4℃ 冰箱保存鲜样,测定微生物类群和数量;另一份风干保存,测定土壤酶活性、土壤养分含量。

1.4.2 土壤微生物类群的测定^[8] 微生物数量采用平板混菌法测定,其中,细菌用牛肉膏蛋白胨培养基,真菌用马丁氏培养基,放线菌用改良高氏一号培养基。氨化细菌、硝化细菌和反硝化细菌数量测定,分别选用各生理群的特定培养基,稀释法计数。

1.4.3 土壤酶活性的测定^[9] 多酚氧化酶活性用

比色法测定;过氧化氢酶活性用高锰酸钾滴定法测定;脲酶活性用靛酚蓝比色法测定;转化酶活性用硫代硫酸钠滴定法测定;碱性磷酸酶活性用磷酸苯二钠比色法测定^[10]。

1.4.4 土壤养分含量测定^[10] 将所取部分土样在室内自然风干后分别过 20 目和 40 目筛,测定各处理土壤中有有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾的含量。其中土壤有机质采用重铬酸钾容量法测定;全氮采用凯氏蒸馏 N 法测定;土壤碱解氮采用碱解扩散法测定;土壤速效磷、速效钾分别采用 Olsen 法、火焰光度法测定。

2 结果与分析

2.1 控释尿素 D90 与普通尿素配比对黄瓜根际土壤中三大类微生物数量的影响

图 1 结果表明,控释尿素与普通尿素的配比试验对土壤根际三大类微生物种群数量的影响效果十分显著。施用控释尿素可以不同程度地增加细菌、放线菌的数量,其结果是随着控释尿素施用量的增加,细菌、放线菌的数量增加;而对真菌数量的影响以对照最高,在不同处理中以 1.5:0.5 为最高,单施普通尿素或单施控释尿素都会使真菌数量降低,说明氮素化肥的使用会降低真菌数量,当 D90:U 为 1.5:0.5 的比例时,真菌数量降低最少。控释尿素对三大类微生物类群的影响效应依次为:细菌>放线菌>真菌,说明控释尿素与普通尿素比较具有提高微生物数量的作用,对提高土壤肥力具有良好的作用^[11]。

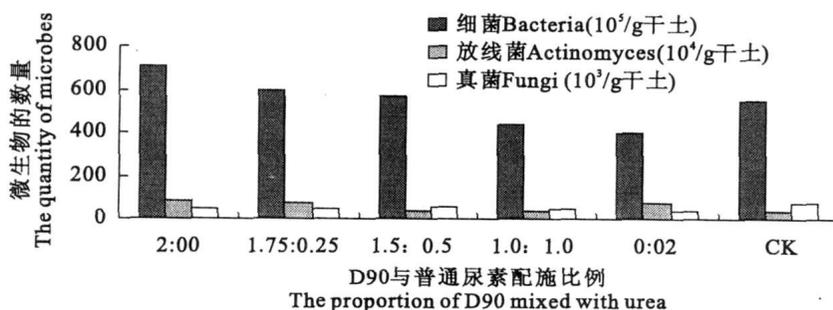


图 1 控释尿素与普通尿素配比对微生物数量的影响

Fig. 1 Effect of D90 added in proportion to urea on quantity of microbes

2.2 不同尿素品种对黄瓜根际土壤中三大类微生物数量的影响

图 2 可以看出,施用不同控释尿素对土壤根际微生物数量也有影响;施用 D60 可显著提高细菌的数量,各处理对细菌和真菌的影响依次为:D60>D90>U>CK;对放线菌的影响不明显。不同处理

对微生物活性影响效应依次为:细菌>放线菌>真菌。所有施肥处理中皆以普通尿素单独施用对三大类微生物数量影响最小。进一步说明控释尿素可提高微生物数量,对提高土壤肥力有积极的作用。关于施用控释肥料是否也能明显影响根际土壤特殊生理菌群数量变化还需进一步研究。

2.3 控释尿素对黄瓜土壤酶活性的影响

2.3.1 控释尿素 D90 与普通尿素配比对黄瓜土壤酶活性的影响 了解土壤酶活性的强弱,有助于判断土壤的供肥能力,并可用其作为评断土壤肥力的辅助指标^[11]。多酚氧化酶参与土壤有机组分中芳香族化合物的转化作用,是腐殖化的一种媒介。

研究土壤中多酚氧化酶活性高低,对研究土壤有机质的形成有着很重要的理论意义。它可以表征土壤生物学活性强度,评价土壤熟化程度和肥力水平^[12]。脲酶是对尿素转化起关键作用的酶,因此脲酶活性与土壤供 N 能力有密切的关系,对施入土壤尿素的利用率影响很大^[13]。表 1 结果显示,控释尿素与普通尿素配比施用,随着控释尿素施用量的增加,多酚氧化酶、脲酶活性逐渐升高。说明控释尿素的使用可提高有机质含量和氮素的利用率。对碱性磷酸酶、过氧化氢酶和转化酶活性无明显影响,可能

是由于试验时间较短,故差异不明显。关于控释尿素和普通尿酸最佳的施肥比例,还需要进一步试验研究。

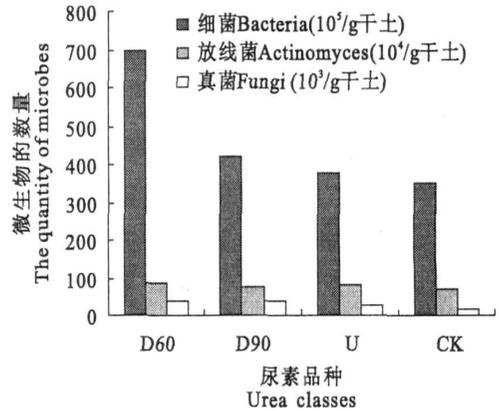


图 2 不同尿素类型对微生物数量的影响

Fig. 2 Effect of different urea on quantity of microbes

表 1 控释尿素 D90 与普通尿素配施对土壤酶活性的影响

Table 1 Effect of CRFs(D90) added in proportion to urea on enzyme activity in soil

| 处理 Treatments D90:U | 过氧化氢酶 Hydrogen peroxidase (mg/g) | 多酚氧化酶 Polyphenol oxidase (mg/kg) | 转化酶 Invertase (mg/g) | 脲酶 Urease (NH ₃ -N, mg/kg) | 碱性磷酸酶 Phosphatase (mg/kg) |
|---------------------------|--|--|----------------------------|---|---------------------------------|
| 2.00:0 | 27.13 | 1364.1 | 101.9 | 201.9 | 2271.4 |
| 1.75:0.25 | 25.61 | 1248.3 | 100.6 | 224.6 | 2212.4 |
| 1.50:0.50 | 27.53 | 980.7 | 98.8 | 121.9 | 1373.3 |
| 1.00:1.00 | 28.00 | 833.4 | 101.0 | 184.1 | 3131.0 |
| 0:2.00 | 28.17 | 1152.5 | 102.6 | 125.6 | 2540.7 |
| CK | 28.80 | 875.1 | 99.3 | 159.5 | 2736.6 |

注:供试土壤样品为黄瓜采收后采集,每个数据为 3 个重复样品的结果。

Note: The soil samples for test are collected after the harvest of cucumber, and each figure is the result of three repeats of the sample.

2.3.2 不同类型尿素对黄瓜土壤酶活性的影响

表 2 控释尿素对黄瓜土壤酶活性的影响

Table 2 Effect of controlled release urea on enzyme activity in soil

| 处理 Treatments | 过氧化氢酶 Hydrogen peroxidase (mg/g) | 多酚氧化酶 Polyphenol oxidase (mg/kg) | 转化酶 Invertase (mg/g) | 脲酶 Urease (NH ₃ -N, mg/kg) | 碱性磷酸酶 Phosphatase (mg/g) |
|------------------|--|--|----------------------------|---|--------------------------------|
| D90 | 28.56 | 1304 | 120.2 | 0.21 | 1.94 |
| D60 | 28.41 | 1203 | 116.3 | 0.14 | 2.48 |
| U | 28.48 | 1102 | 109.0 | 0.12 | 2.15 |
| CK | 28.33 | 970 | 104.7 | 0.19 | 2.44 |

过氧化氢酶是参与土壤中物质和能量转化的一种重要氧化还原酶,在一定程度上可以表征土壤生物氧化过程的强弱^[14]。表 2 结果显示,过氧化氢酶活性变化差异不明显,说明不同控释尿素对土壤过氧化氢酶活性影响不大,这与有关资料认为过氧化氢酶活性在施肥处理间差异较小相似^[15,16],可能是

由于试验时间较短,故差异不显著。多酚氧化酶活性表现出很强的规律性,即多酚氧化酶活性 D90>D60>U>CK。说明控释尿素具有提高多酚氧化酶活性的作用,且控释期越长则多酚氧化酶活性越高。转化酶对增加土壤中易溶性营养物质起着重要的作用^[17],酶活性的增强促进了土壤代谢作用,从而使

土壤养分所处的形态发生变化,提高了土壤肥力,改善了土壤性质^[18,19]。各施肥处理中转化酶活性高于对照,尤以D90、D60两种控释尿素对转化酶活性增加效果最为显著,且显著高于普通尿素。不同施肥处理对土壤脲酶活性影响不大,只是略高于普通尿素,D90与D60对脲酶活性影响不同,D90脲酶活性明显高于D60。磷酸酶可加速有机磷的脱磷速度,积累的磷酸对土壤磷素的有效性具有重要作用^[20~24]。不同施肥处理中,D60碱性磷酸酶活性最高,但与对照相近,D90最低,但与普通尿素相近,无明显的规律性。总体上来看,控释尿素具有提高多酚氧化酶和转化酶活性的作用。表明施用控释尿素可以普遍提高土壤的肥力水平^[25]。

2.4 控释尿素对土壤养分的影响

从表3看出,控释尿素对土壤有机质、全氮、碱解氮、硝态氮、铵态氮及速效钾有明显提高作用,降低速效磷含量,可能是由于控释尿素持续供应速效氮素,提高了磷素利用率,使土壤速效磷含量能够有所降低的缘故。对全氮的影响表现尤为突出,D90全氮含量比对照相对提高61.4%~67.5%,比尿素

相对提高34%~57.6%,D60全氮含量比对照和普通尿素也有明显提高。控释尿素对土壤碱解氮的影响较为明显,D90碱解氮比对照相对提高35%~42%,D60碱解氮比对照相对提高26%~36%;D90碱解氮比尿素相对提高19%~23%,D60碱解氮比尿素相对提高13%~15%。控释尿素对土壤硝态氮的影响是,两种控释尿素硝态氮含量虽比对照提高,但显著低于普通尿素(U),可能是控释尿素减缓了尿素的硝化作用,所以土壤中以铵态氮为多,硝态氮相对较低;控释尿素对土壤铵态氮的影响有很强的规律性,铵态氮含量D90>D60>U>CK,D90、D60两者之间无明显差异,但比U有显著的提高,D90铵态氮含量比U提高60%~137%,D60比U提高57%~87%。控释尿素对土壤速效钾的影响与铵态氮规律相似,可能是由于铵态氮与钾离子的性质相似。对土壤有效磷的影响恰与其它各项有相反的规律,控释尿素处理速效磷含量均低于U和CK,说明控释尿素对氮素的缓慢释放和持续的供应,提高了土壤磷素的利用率,这一点尤其值得注意。

表3 控释尿素对土壤养分的影响

Table 3 Effect of controlled release urea on nutrient soil

| 处理 Treatments | 有机质 OM· (g/kg) | 全氮 Total·N (g/kg) | 碱解氮 Alkal·N (mg/kg) | 硝态氮 Nitric·N (mg/kg) | 铵态氮 Amm·N (mg/kg) | 速效磷 Avail·P (mg/kg) | 速效钾 Avail·K (mg/kg) |
|------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| D90 | 19.97 | 1.34 | 73.24 | 13.01 | 29.19 | 27.83 | 138.3 |
| D60 | 19.29 | 1.26 | 70.39 | 12.81 | 23.26 | 32.04 | 137.0 |
| U | 18.26 | 1.00 | 61.43 | 27.73 | 14.79 | 32.62 | 93.8 |
| CK | 17.75 | 0.80 | 51.60 | 7.15 | 9.38 | 38.51 | 91.6 |

注:取自0~20 cm土层。 Note: Samples collected from 0~20 cm soil layer.

3 结论

施用控释尿素可增加细菌、放线菌的数量,对三大类微生物类群的影响效应依次为:细菌>放线菌>真菌。普通尿素对三大类微生物数量影响最小,控释尿素对细菌和真菌的影响最大,依次为:D60>D90>U>CK;对放线菌的影响不明显。对微生物活性效应依次为:细菌>放线菌>真菌。说明控释尿素可提高微生物数量,对提高土壤肥力有积极的作用。关于施用控释肥料是否也能明显影响根际土壤特殊生理菌群数量变化还需进一步研究。

控释尿素与普通尿素配比施用,随着控释尿素施用量的增加,多酚氧化酶、脲酶活性逐渐升高;对碱性磷酸酶、过氧化氢酶和转化酶活性无明显影响。不同控释尿素品种对多酚氧化酶活性的影响较为明

显,依次为:D90>D60>U>CK。D90、D60两种控释尿素对转化酶活性增加效果最为显著,对土壤过氧化氢酶、脲酶、碱性磷酸酶活性影响不明显。综合分析,控释尿素具有提高多酚氧化酶和转化酶活性的作用。表明施用控释尿素可以普遍提高土壤的肥力水平。

控释尿素对全氮的影响表现的尤为突出,对土壤有机质、全氮、碱解氮、硝态氮、铵态氮及速效钾有明显提高作用,可降低速效磷含量。控释尿素可显著增加铵态氮含量,降低硝态氮含量,控释尿素对土壤铵态氮的影响有很强的规律性,铵态氮含量D90>D60>U>CK,控释尿素对土壤速效钾的影响与铵态氮规律相似,对土壤有效磷的影响恰与其它各项有相反的规律,说明控释尿素对氮素的缓慢释放和持续供应,提高了土壤磷素的利用率。

参考文献:

- [1] 曹健, 陈琼贤, 李桂花, 等. 不同肥料对菜心产量和品质及土壤肥力的效果研究[J]. 长江蔬菜, 2004, (11): 50-51.
- [2] 李晓林, 张福锁, 米国华. 平衡施肥与可持续优质蔬菜生产[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001.
- [3] 李俊良. 莱阳、寿光两种不同种植模式中蔬菜施肥问题的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2001.
- [4] 刘宏斌, 李志宏, 张维理, 等. 露地栽培条件下大白菜氮肥利用率与硝态氮淋溶损失研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 286-291.
- [5] 符建荣. 控施氮肥对水稻的增产效应及提高肥料利用率的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2001, 7(2): 145-152.
- [6] 王新民, 侯彦林, 介晓磊, 等. 冬小麦施用控释氮肥增产效应研究初报[J]. 中国农业生态学报, 2004, 12(2): 98-101.
- [7] 曹兵, 徐秋明, 李亚星. 包衣尿素对甜椒生长的影响[J]. 中国蔬菜, 2006, (1): 24-25.
- [8] 严昶升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1988. 212-279.
- [9] 陈恩凤. 土壤酶与土壤肥力研究[M]. 北京: 科学出版社, 1979. 54-61.
- [10] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 182-228.
- [11] 杜秉海, 李贻学, 宋国菡, 等. 烟田土壤微生物区系分析[J]. 中国烟草, 1996, (2): 30-32.
- [12] 许景伟, 王卫东, 李成. 不同类型黑松混交林土壤微生物、酶及其与土壤养分关系的研究[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(1): 51-55.
- [13] Franzluebbers A J, Hons F M, Zuberer D A. Seasonal changes in soil microbial biomass and mineralizable C and N in wheat management systems[J]. Soil Bio and Biochem, 1994, 26: 1469-1475.
- [14] 孙瑞莲, 赵秉强, 朱鲁生, 等. 长期定位施肥的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.
- [15] 郭红祥, 刘卫群, 姜占省, 等. 施用饼肥对烤烟根系土壤微生物的影响[J]. 河南农业大学学报, 2002, (4): 344-347.
- [16] 袁玲, 邦俊, 郑兰君, 等. 长期施肥对土壤酶活性和氮磷养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(4): 300-306.
- [17] 贾志红, 孙敏, 杨珍平, 等. 施肥对作物根际微生物的影响[J]. 作物学报, 2004, 30(5): 491-495.
- [18] 吴建峰, 林先贵. 土壤微生物在促进植物生长方面的作用[J]. 土壤, 2003, (1): 50-53.
- [19] 罗明, 文启凯, 陈全家, 等. 不同用量的氮磷化肥对棉田土壤微生物区系及活性的影响[J]. 土壤通报, 2000, 31(2): 66-69.
- [20] 杜建军, 廖宗文, 宋波, 等. 包膜控释肥羊粪释放特性评价方法的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 16-21.
- [21] Keeney D. What goes around comes around the nitrogen is sues cycle[A]. Mortwedt J J, Shaviv A. Dahlia greidinger sym on fertilization and the Environment [C]. Technion Haifa, 1997. 8-20.
- [22] Sims J T. Phosphorus soil testing: Innovations for water quality protection[J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 1998, 29: 1471-1489.
- [23] Shaviv A. Plant response and environmental aspects as affected by rate and pattern of nitrogen release from controlled release N fertilizers[A]. Van Clemp. Progress in Nitrogen Cycling Studies[C]. The Netherlands: Kluwer Academ pub, 1996. 285-291.
- [24] Trenkle M E. Improving fertilizer use efficiency-controlled-release and stabilized fertilizer in agriculture[M]. Paris: International Fertilizer Industry Association, 1997. 11-12.
- [25] 陈剑慧, 曹一平, 许涵, 等. 有机高聚物包膜控释肥氮释放特性的测定[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 44-47.

Effect of coated urea fertilization on the protective cultivation of cucumber's roots of microorganism and enzyme activity in soil

YANG Jian-xia, WANG Xin

(The Department of Life Science, Longdong University, Qiangyang, Gansu 745000, China)

Abstract: We choose the protective cultivation of cucumber to be the research object and study the effect of coated urea fertilization on the protective cultivation of cucumber's roots of the number of microorganism and enzyme activity in soil. The result shows that: the coated urea fertilization could increase the number of grimes and actinomyces, also, the effect of the coated urea fertilization on the three majority of grimes would be like this: Bacteria > actinomyces > fungi. The effect of coated urea fertilization on the bacteria would be: D60 > D90 > U > CK, but the effect is hardly obvious on actinomyces. The amount of the coated urea fertilization increase gradually when the coated urea mixed with the normal urea, the activity of Polyphenol oxidase and Urease would increase; but it has no obvious effect on the activity of Phosphatase, Hydrogen peroxidase and Invertase. The effect of coated urea fertilization on Polyphenol oxidase would be: D90 > D60 > U > CK; else, it has a obvious effect on increasing the activity of Invertase. The coated urea fertilization has a outstanding effect on the total nitrogen, besides, it would improve the amount of soil organism, total nitrogen, Alkal. N, Nitric. N, Amm. N and Avail. K obviously, but it has an opposite regularity on the amount of Avail. P with other items.

Key words: cucumber; coated urea fertilization; root's microorganism; activity of enzyme