

味精废渣肥对油菜生长和土壤化学性状的影响研究

李志伟, 高志岭, 刘建玲, 苏晓红, 康胜乐

(河北农业大学农业资源与环境科学学院, 河北 保定 071000)

摘要:采用盆栽试验方法研究了味精废渣肥对油菜生长和土壤化学性状的影响。结果表明,与等氮量尿素处理比较,施用 N_1 、 N_2 水平味精废渣肥油菜生物量分别增加 7.9% 和 15.4%;施用 N_1 – N_3 水平的味精废渣肥土壤全氮增加 4.5%~6.6%,土壤脲酶活性增加 53.8%~281.7%,有效硫增加 5.03~15.55 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,土壤 pH 值降低 0.09~0.20 个单位,差异均达到显著水平;施用味精废渣肥土壤有机质、速效磷、有效锌、有效铁和土壤磷酸酶活性均无显著变化。施用味精废渣肥与尿素–牛粪配施处理比较: N_1 、 N_2 水平油菜生物量分别降低 14.5%、18.3%, N_3 水平油菜生物量增加 28.7%,差异均达到显著水平;土壤有机质降低了 14.2%~23.0%、速效磷降低了 94.84~100.89 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、有效硫增加 4.05~9.43 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;土壤全氮 N_1 、 N_2 水平分别降低 8.0%~14.6%, N_3 水平增加了 2.7%;土壤脲酶活性 N_1 水平降低 39.2%, N_2 、 N_3 水平分别增加 21.4%、56.0%;酸性磷酸酶活性降低 16.4%~25.4%、中性磷酸酶活性降低 26.8%~29.9%、碱性磷酸酶活性降低 3.0%~14.4%,土壤 pH 值下降了 0.06~0.08 个单位,差异均达到显著或极显著水平。

关键词:味精废渣肥;氮;油菜;生物量;土壤化学性状

中图分类号:X53 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2043(2010)04-0705-06

Effects of Monosodium Glutamate Waste on Rape's Yields and Soil Chemical Properties

LI Zhi-wei, GAO Zhi-ling, LIU Jian-ling, SU Xiao-hong, KANG Sheng-le

(College of Resource and Environmental Science, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China)

Abstract: The effects of Monosodium Glutamate Waste (MGW) on rape's yields and soil chemical properties were studied using the pot experiment in the growth chamber. The results showed that compared with urea application, applying MGW with the same N concentration significantly increased the rape's yields by 7.9%, 15.4% at N_1 and N_2 level respectively. Moreover, MGW application increased soil total N by 4.5%~6.6%, 53.8%~281.7% of urease activities in soil, 5.03~15.55 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of available sulfur and decreased by 0.09~0.20 of the pH of soil significantly, but had no markedly effects on the concentrations of organic matter, available P, Fe, Zn and phosphatase activity in soil. Compared with combined application of urea and cow manure, the rape's yields with MGW application increased 14.5%, 18.3% at N_1 , N_2 level and decreased 28.7% at N_3 level significantly. And it significantly decreased by 14.2%~23.0% of soil organic matter, 94.84~100.89 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of available phosphorus, 16.4~25.4% of acid phosphatase activities, 26.8%~29.9% of neutral phosphatase activities, 3.0%~14.4% of alkaline phosphatase activities, and 0.06~0.08 of the pH of soil, but increased the available sulfur by 4.05%~9.43% significantly. Meanwhile, the soil total N decreased by 8.0%, 14.6% at N_1 and N_2 level, but increased 2.7% at N_3 level significantly; and the urease activities in soil decreased 39.2% at N_1 level, but increased 21.4% and 56.0% at N_2 and N_3 level significantly.

Keywords: monosodium glutamate waste residue; nitrogen; rape; yield; soil chemistry properties

关于有机肥能提高土壤理化性状、促进植物生长的报道很多,这是由于有机肥可以提供作物生长必需的大、中、微量营养元素,有机物可促进土壤有益微生物

生长和提高各种酶活性,在改善和提高土壤肥力、活化土壤养分,以及提高作物产量和品质等方面有着不可替代的作用^[1-2]。

味精是利用小麦或玉米为原料,经发酵提取谷氨酸后生成谷氨酸钠(味精)。这一过程中会产生大量的废液和废渣,味精废渣肥是生产饲料蛋白后排出的废液经发酵池沉淀、喷浆造粒后形成以氮含量为主,同时含有磷、钾和微量元素等矿质养分的肥料^[3]。由于发酵过程中发酵产物的 pH 值不断降低,生产上会在产

收稿日期:2009-08-28

基金项目:河北省自然科学基金项目(C2009000593);河北省农业开发办公室项目;梅花生物科技集团股份有限公司项目

作者简介:李志伟(1983—),男,河北廊坊人,硕士研究生,主要从事植物营养、施肥与环境方面的研究。

E-mail: any_lizhiwei@sina.com

通讯作者:刘建玲 E-mail: jlliu@hebau.edu.cn

物积累期通入氨气(碱性)以控制 pH 和补充氮素营养源(此过程也会形成硫酸铵等物质)。因此,利用味精生产中的废渣(液)形成的肥料含有大量的氨氮和硫养分,这些都是植物生长必需的营养元素^[4]。味精生产中废弃物的持续利用问题一直是困扰我国味精生产企业的一大难题^[5]。已有的国内外关于味精生产中副产品的利用多集中在生产饲料蛋白、回收谷氨酸^[6]及味精生产中排放的污水净化处理^[7-8]等方面,关于利用味精生产废渣生产肥料的产量效应以及对土壤理化性状的影响资料很少。针对上述问题,本文以油菜为供试植物,系统地研究利用味精废渣肥生产氮肥对油菜生长和土壤 pH 值、有机质、全氮、有效磷含量及酶活性等的影响,旨在为味精废渣肥综合利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试土壤为潮褐土,取自河北农业大学教学基地,基本理化性质:pH 值 8.07,有机质 20.37 mg·kg⁻¹,全氮 1.050 g·kg⁻¹,全磷 0.600 g·kg⁻¹,碱解氮 110 mg·kg⁻¹,Olsen-P 20.35 mg·kg⁻¹,速效钾 190.6 mg·kg⁻¹,有效铁 4.7 mg·kg⁻¹,有效锌 2.3 mg·kg⁻¹。

供试植物为油菜,品种为“华王”。

供试无机肥料为尿素(N 46%)、味精废渣肥(含 N 16%,由梅花生物科技集团股份有限公司提供)。味精发酵原料(玉米)淀粉进行糖化处理提取谷氨酸后剩余的“废液”,在发酵池沉淀提取饲料蛋白后,经氨气中和酸度(同时提高肥料氮素含量)后喷浆造粒形成全 N 16%、P 0.34%、K 0.88%、有机质 18.2%的颗粒肥。有机肥料为牛粪(N 1.29%、P 0.39%、K 1.39%、水分 51%)。

1.2 试验设计

味精废渣肥 N 用量(用 WN 表示)分别为 0(WN₀)、100(WN₁)、200(WN₂)、400(WN₃) mg N·kg⁻¹,尿素与味精废渣肥等氮量施用(尿素 N 用量用 CN 表示),分别为 0(CN₀)、100(CN₁)、200(CN₂)、400(CN₃) mg N·kg⁻¹。另设有机肥(腐熟牛粪,用 M 表示)用量分别为 0(M₀)、150(M₁) t·hm⁻²,牛粪与尿素氮配施处理为完全试验设计。共 12 个处理,每个处理 4 次重复。

磷肥(P₂O₅)、钾肥(K₂O)用量均为 100 mg·kg⁻¹,肥料均做底肥与土拌匀后一次性施入。

1.3 测试方法

植物全氮,土壤 pH,土壤有机质和全氮,土壤

Olsen-P,土壤有效硫、有效铁和锌等养分测定均采用常规农化分析方法^[9]。

土壤脲酶活性测定采用苯酚钠次氯酸钠显色法^[10]。土壤磷酸酶活性采用磷酸苯二钠比色法^[11]。

2 结果与分析

2.1 不同氮源及用量对油菜生物量的影响

不同氮源和用量对油菜生物量的影响如表 1 所示。结果表明,与对照处理相比,施用 N₁ 水平味精废渣肥和尿素,油菜生物量分别增加 20.6%、11.7%;随着氮用量的增加,油菜生物量均表现出逐渐降低的趋势。

表 1 不同处理对油菜生物量的影响(g·pot⁻¹)

Table 1 The effect of the different treatments on the biomass of the rape(g·pot⁻¹)

处理/Treatments	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
CN	68.27ab(b)	76.28a(c)	66.81b(b)	0
WN	68.27b(b)	82.33a(b)	77.12a(b)	34.46c(a)
M ₁	113.87a(a)	96.31b(a)	94.34b(a)	26.77c(b)

注:不同小写字母分别表示差异达 5% 显著水平;括号外为行的差异显著性比较,括号内为列的差异显著性比较。下同。

Note: Different lowercase letters mean significant at 5% level. Significant difference in a row indicates out of parentheses and significant difference in a column indicates in parentheses. The same below.

与等氮量的尿素比较,施用味精废渣肥处理油菜生物量显著增加。其中,施用 N₁、N₂ 水平味精废渣肥比尿素处理油菜生物量分别增加 7.9%、15.4%,差异达到显著水平;尤为重要是 N₃ 处理,施用尿素处理出苗后死亡,无生物量,而施用味精废渣肥的处理,虽然比不施氮处理油菜生物量显著降低,但与等氮量的尿素处理比较,生物量显著增加。

与对照相比,施用有机肥能显著增加油菜生物量。施用味精废渣肥与尿素、有机肥配施的处理比较,尿素和有机肥配施处理油菜生物量显著高于或接近于等氮量的味精废渣肥的处理,N₀-N₂ 处理差异达到显著水平。这是由于味精废渣肥中大部分氮素为无机态的氨氮^[12],容易挥发损失;有机肥中有机态的氮素可以缓慢释放以供作物长期吸收,而且有机肥中还有大量的微生物和酶,更能促进作物吸收营养。超过 N₁ 水平,油菜生物量逐渐降低,主要原因可能是由于氮肥用量较高时,土壤盐分增加,导致油菜生长受阻,而有机肥中氮素以有机态为主,能有效地缓解盐分的增加。与对照相比,单施用 M₁ 有机肥,油菜生物量增加 66.8%,在此基础上增施尿素态氮肥,油菜生物量显著降低。

这与高量施用尿素使油菜生物量降低的结果相符。

2.2 不同氮源及用量对油菜全氮的影响

不同氮源和用量对油菜全氮量的影响如表 2 所示。与对照处理相比,施用尿素氮、味精废渣肥均显著增加了油菜全氮含量,差异均达到显著水平或极显著水平。相同氮量下,施用味精废渣肥处理与尿素处理相比,其中, N_1 处理无显著变化、 N_2 处理增加了 25.7%。这一结果证明高量供氮时,施用味精渣有利于油菜对氮养分的吸收。

施用有机肥与对照处理比较,植物全氮显著增加。在施用有机肥的基础上施用 N_1 尿素,植物全氮比单施有机肥处理显著增加;在此基础上再增施氮肥,油菜全氮无显著增加。

表 2 不同处理对油菜全氮的影响(%)

Table 2 The effect of the different treatments on total N of rape(%)

处理/Treatments	N_0	N_1	N_2	N_3
CN	2.55b(a)	3.34a(a)	3.23a(ab)	—
WN	2.55d(a)	3.10c(b)	3.49b(a)	3.71a(a)
M_1	2.68b(a)	3.23a(ab)	2.99ab(b)	2.83ab(b)

2.3 不同氮源和用量对土壤化学性状的影响

2.3.1 对土壤 pH 值的影响

不同氮源及用量对土壤 pH 值的影响如表 3 所示。与施氮对照比较,施用味精废渣肥土壤 pH 降低 0.22~0.58 个 pH 单位,施用味精废渣肥处理的土壤 pH 值均显著低于施用等氮量尿素的处理,3 个氮水平分别降低 0.12~0.20 pH 单位,差异均达到显著水平。

表 3 不同处理对土壤 pH 的影响

Table 3 The effect of the different treatments on the pH of the soil

处理/Treatments	N_0	N_1	N_2	N_3
CN	8.23a(a)	8.13b(a)	7.98c(a)	7.84d(a)
WN	8.23a(a)	8.01b(b)	7.89c(b)	7.64d(b)
M_1	8.07a(b)	7.92b(c)	7.83c(b)	7.56d(c)

施用有机肥与对照处理比较,显著降低了土壤 pH。与单施有机肥处理相比,在施用有机肥的基础上配施尿素后土壤 pH 值均表现出显著降低的趋势。

2.3.2 对土壤有机质和全氮的影响

不同氮源和用量对土壤有机质含量的影响如表 4 所示。施用不同量的尿素氮处理,土壤有机质无显著变化。施用高量氮(N_2 、 N_3)味精废渣肥,与相同氮量尿素比较,土壤有机质分别增加 7.8%和 6.3%,虽然差异没有达到显著水平,但是这一结果表明长期施用

味精废渣肥能显著提高土壤有机质含量。

施用味精废渣肥与氮肥和有机肥配施处理比较,施用味精废渣肥处理的土壤有机质显著低于等氮量尿素与有机肥配施的处理,4 个氮处理水平分别降低 24.0%、23.0%、14.2%和 15.5%,差异到达显著或极显著水平。

表 4 不同处理对土壤有机质的影响($g \cdot kg^{-1}$)

Table 4 The effect of the different treatments on organic matter in soil($g \cdot kg^{-1}$)

处理/Treatments	N_0	N_1	N_2	N_3
CN	19.52a(b)	19.54a(b)	19.53a(b)	19.67a(b)
WN	19.52a(b)	19.56a(b)	21.06a(b)	20.90a(b)
M_1	25.69a(a)	25.42a(a)	24.54a(a)	24.74a(a)

不同氮源和用量对土壤全氮含量的影响如表 5 所示。施用 3 个水平的尿素氮、味精废渣肥均能增加土壤全氮含量。与不施氮对照相比,施用 N_1 ~ N_3 水平的尿素土壤全氮分别增加 11.5%、21.9%和 37.4%;施用味精废渣肥处理的 3 个氮水平土壤全氮较不施氮对照相比分别增加 18.9%、29.9%和 43.6%,其中 N_3 处理较对照处理显著增加。相同施氮量下,施用味精废渣肥处理与施用尿素处理比较,土壤全氮分别增加 6.6%、6.6%和 4.5%。

施用有机肥与对照处理比较,土壤全氮含量显著增加。在施用有机肥的基础上施用尿素,土壤全氮含量无显著增加。

表 5 不同处理对土壤全氮量的影响($g \cdot kg^{-1}$)

Table 5 The effect of the different treatments on total N in soil($g \cdot kg^{-1}$)

处理/Treatments	N_0	N_1	N_2	N_3
CN	0.939d(b)	1.046c(b)	1.144b(b)	1.289a(a)
WN	0.939b(b)	1.116ab(b)	1.219ab(ab)	1.348a(a)
M_1	1.229a(a)	1.306a(a)	1.326a(a)	1.312a(a)

2.3.3 对土壤酶活性的影响

不同处理对土壤脲酶活性的影响如表 6 所示。施用了尿素氮的 N_1 、 N_2 水平尿素态氮土壤脲酶活性无显著变化,而施用 N_3 水平高量尿素处理,土壤脲酶活性显著降低。与对照相比,施用低量味精渣肥(WN_1)的处理土壤脲酶活性无显著变化,而施用 N_2 、 N_3 水平味精废渣肥处理,土壤脲酶活性分别增加 44.3%、59.7%。与等氮量的尿素比较,脲酶活性分别增加 53.8%、281.6%,差异均达到显著和极显著水平。与有

机肥和氮肥配合施用的处理比较,N₁水平的脲酶活性降低 39.2%,N₁、N₂的脲酶活性分别增加 21.7%、56.0%。

施用有机肥与对照处理比较,土壤脲酶活性显著增加。有机肥和尿素配施处理较单施等量尿素处理的土壤脲酶活性显著增加,4个氮处理水平分别增加 105.7%、36.1%、36.2%和 144.7%。与单施有机肥处理相比,在施用有机肥的基础上施用尿素,土壤脲酶活性呈下降的趋势。这说明氮素的过量施入会抑制土壤脲酶活性,这一结果与李华^[13]结果一致。

表 6 不同处理对土壤脲酶活性的影响(NH₄⁺-N,mg·100g⁻¹)
Table 6 The effect of the different treatments on the urease activities in soil(NH₄⁺-N,mg·100g⁻¹)

处理/Treatments	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
CN	165.37a(b)	164.82a(b)	155.16a(c)	69.20b(c)
WN	165.37c(b)	160.60c(b)	238.64b(a)	264.16a(a)
M ₁	340.20a(a)	223.53b(a)	196.60c(b)	169.36d(b)

不同氮源对土壤磷酸酶活性的影响如表 7 所示。与对照相比,施入尿素氮,酸性磷酸酶随着施氮量的增加活性逐渐降低,N₁~N₃处理分别降低 7.6%、11.7%和 25.7%,差异达到显著水平;施用味精废渣肥,N₁~N₃水平,酸性磷酸酶活性分别降低 7.6%、9.1%和 21.8%,差异达到显著水平。相同氮水平下,施用 N₁~N₂水平的味精废渣肥较施用尿素处理的酸性磷酸酶活性差异不显著;N₃水平下,施用味精废渣肥处理的酸性磷酸酶活性较施用尿素处理显著增加,这可能是由于 N₃水平的尿素处理整个生长期没有作物生长的原因。

施用有机肥与对照处理相比,酸性磷酸酶活性显

表 7 不同处理对土壤磷酸酶活性的影响(酚,mg·g⁻¹)
Table 7 The effect of the different treatments on the activities of phosphatase in soil(hydroxybenzene,mg·g⁻¹)

项目	处理/Treatments	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
酸性磷酸酶 Acid phosphatase	CN	1.36a(b)	1.25b(b)	1.20c(b)	1.01d(c)
	WN	1.36a(b)	1.25b(b)	1.23b(b)	1.06c(b)
	M ₁	1.79a(a)	1.59b(a)	1.48c(a)	1.42c(a)
中性磷酸酶 Neutral phosphatase	CN	0.43a(b)	0.40a(b)	0.39a(b)	0.31b(c)
	WN	0.43a(b)	0.39b(b)	0.38b(b)	0.39b(b)
	M ₁	0.60a(a)	0.53b(a)	0.55b(a)	0.54b(a)
碱性磷酸酶、 Alk.-phosphatase	CN	3.21b(b)	3.13bc(a)	3.06c(a)	3.51a(a)
	WN	3.21a(b)	2.91b(b)	2.86b(a)	2.62c(b)
	M ₁	3.38a(a)	3.25a(a)	2.95a(a)	3.07a(ab)

著增加。有机肥和尿素配施处理较单施等量尿素处理的酸性磷酸酶活性显著增加,4个氮处理水平分别增加 32.0%、26.8%、23.1%和 40.9%。与单施有机肥处理相比,在施用有机肥的基础上施用尿素,土壤酸性磷酸酶活性显著降低,这一结果与单施尿素和单施味精废渣肥处理一致。

土壤中性磷酸酶活性和碱性磷酸酶活性变化趋势与酸性磷酸酶活性一致,只是变化的差异较酸性磷酸酶小。其中碱性磷酸酶活性变化的差异最小,这可能是由于使用的土壤属于石灰性土壤的原因;而且施用尿素的处理的碱性磷酸酶活性高于施用等氮量的味精废渣肥的处理,这可能是由于施用味精废渣肥后土壤 pH 值降低更多,从而影响了碱性磷酸酶活性。

2.3.4 对土壤速效养分含量的影响

不同氮源对土壤速效磷的影响如表 8 所示。与对照相比,施用尿素氮后,除了 CN₁水平外,CN₂和 CN₃两个水平的土壤速效磷含量均高于对照处理,特别是 CN₃处理,差异达到了显著水平。主要原因是 CN₁水平下油菜的产量最高,在整个生长期内吸收了较多的磷素;CN₂和 CN₃处理油菜生物量较对照小或者没有生物量,作物对土壤磷素的吸收量小。

与等氮量的尿素比较,施用味精废渣肥处理,土壤速效磷分别增加 0.22~2.84 mg·kg⁻¹;与有机肥和氮肥配施处理比较,速效磷分别降低 94.84~100.89 mg·kg⁻¹,差异达到显著极显著水平。

施用有机肥与对照处理比较,显著增加了土壤速效磷,有机肥和尿素配施处理较单施尿素处理,土壤速效磷显著增加。

表 8 不同处理对土壤速效磷的影响(mg·kg⁻¹)
Table 8 The effect of the different treatments on the rapidly available phosphorus in soil(mg·kg⁻¹)

处理/Treatments	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
CN	35.99b(b)	35.30b(b)	38.27b(b)	42.27a(b)
WN	35.99b(b)	37.59b(b)	38.50b(b)	45.12a(b)
M ₁	156.17a(a)	138.48bc(a)	133.34c(a)	140.76b(a)

不同处理对土壤有效硫的影响如表 9 所示。与对照相比,单施尿素处理随着施氮量的增加土壤有效硫无显著变化。施用味精废渣肥的处理随着施氮量的增加土壤有效硫含量显著增加,其中,WN₁~WN₃与对照相比分别增加了 55.3%、111.4%和 173.8%。相同施氮量下,施用味精废渣肥处理较单施尿素处理的土壤有效硫显著增加,N₁~N₃3个氮处理水平分别增加了

63.1%、132.8%和 211.1%。

施用有机肥与对照处理比较,土壤有效硫无显著变化;施用有机肥的基础上配施尿素土壤有效硫有相同的规律。施用味精废渣肥后土壤有效硫显著高于有机肥和尿素配施的处理, $N_1 \sim N_3$ 处理分别增加了 45.2%、114.2%和 160.6%。

表 9 不同处理对土壤有效硫的影响($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Table 9 The effect of the different treatments on the available sulfur in soil($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

处理/Treatments	N_0	N_1	N_2	N_3
CN	8.37a(a)	7.97a(b)	7.60a(b)	7.37a(b)
WN	8.37d(a)	13.00c(a)	17.70b(a)	22.92a(a)
M_1	9.40a(a)	8.95a(b)	8.26a(b)	8.80a(b)

不同氮源及用量对土壤有效锌和有效铁无显著影响(表 10)。施用有机肥显著增加了土壤有效锌,而土壤有效铁含量显著低于尿素或味精废渣肥的处理,其原因可能是有机肥与铁螯合,使土壤中有效态铁有所降低,原因还有待于进一步探讨。

表 10 不同处理对土壤有效锌、铁的影响($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Table 10 The effect of the different treatments on the available Zn and Fe in soil($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

项目/Items	处理/ Treatments	N_0	N_1	N_2	N_3
有效锌 Available Zn	CN	1.53a(b)	1.76a(b)	1.76a(b)	1.74a(b)
	WN	1.53a(b)	1.63a(b)	1.54a(b)	1.65a(b)
	M_1	2.61b(a)	2.90ab(a)	3.02a(a)	2.79ab(a)
铁 Available Fe	CN	10.21b(a)	10.06b(a)	9.77b(a)	11.15a(a)
	WN	10.21a(a)	9.81ab(a)	9.48ab(a)	9.40b(b)
	M_1	8.01b(b)	8.49a(b)	8.57a(b)	8.50a(c)

3 讨论

我国是味精生产大国,产量居世界之首。如何将味精生产中的废弃物进行持续利用是备受人们关注的问题。味精在发酵过程中,由于酸性物质的产生和其他因素,产物 pH 值会不断下降,为了控制发酵过程的 pH 值,一般在发酵产物积累期通入氨气(碱性),由于氨气中和,一般味精尾液 pH 值为 1.8~3.2^[14],用味精尾液经造粒处理制造的肥料 pH 值一般为 5.0 左右,施入石灰性土壤从理论上将可降低土壤 pH 值,提高土壤的速效磷含量。本试验施用味精废渣肥后显著降低了土壤 pH 值以及增加了土壤速效磷含量的结果也证明这点。

土壤脲酶是表征土壤氮素供应能力的指标之一。

本文结果表明,与尿素比较,相同氮量下,施用较高量的味精废渣肥显著增加土壤脲酶活性,施用低量味精废渣肥土壤脲酶活性无显著增加。施用尿素处理,随氮用量的增加土壤脲酶逐渐降低;施用有机肥的基础上配施尿素,土壤脲酶活性有相同的趋势。而施用味精废渣肥的处理,则随着肥料用量增加土壤脲酶逐渐增加;施用有机肥处理,随着有机肥用量的增加土壤脲酶逐渐增加。说明尿素态氮高氮供应时会明显抑制土壤脲酶活性,这一结果与李华等的结论一致^[13]。施用味精废渣肥除提供氮素外,较高的有机质含量可能是使土壤磷酸酶活性增加的主要原因,这一结果与使用有机肥增加土壤酶活性的结果一致^[15-16]。本试验中,由于味精废渣肥中的有机质含量低于一般有机肥,且以氮养分为主,因此施用味精废渣肥对土壤磷酸酶活性无显著影响。

硫是植物生长必需的中量营养元素,近年来,复种指数不断提高,生产上磷肥主要以磷酸二铵为主,过磷酸钙占磷肥的比例逐渐降低,我国缺硫土壤面积逐渐增加,施用硫肥都具有不同程度的增产效果^[17],尤其在高产农田及菜地硫养分成为限制作物高产的重要因素^[18]。赵同科等^[19]将土壤有效硫含量小于 $12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 定为缺硫土壤,本试验中只有施用味精废渣肥处理的有效硫含量高于该值,这表明施用味精废渣肥能有效的提高土壤的供硫能力,从而改善土壤理化性质,提高作物产量。

4 结论

与施用等氮量的尿素相比,施用味精废渣肥可显著增加油菜的生物量,增加土壤有机质含量,还可显著增加土壤全氮、Olsen-P 和有效硫的含量,降低土壤 pH。施用味精废渣肥和有机肥可显著增加土壤脲酶活性。施用味精废渣肥对土壤有效铁、有效锌和磷酸酶活性无显著影响。

参考文献:

- [1] 尤彩霞,陈 清,任华中,等.不同有机肥及有机无机配施对日光温室黄瓜土壤酶活性的影响[J].土壤学报,1997,7(2):141-148.
YOU Cai-xia, CHEN Qing, REN Hua-zhong et al. Effect of organic manure with and without urea-dressing on soil enzyme activities in greenhouse growing cucumber[J]. *Pedosphere*, 1997, 7(2):141-148.
- [2] 杨青华,韩锦峰.棉田不同覆盖方式对土壤微生物和酶活性的影响[J].土壤学报,2005,42(2):348-351.
YANG Qing-hua, HAN Jin-feng. Effects of mulching on soil microor-

- ganisms and enzyme activities in cotton field[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2005, 42(2):348-351.
- [3] 周学来,周钊美,朱日清,等.味精废母液作基质栽培营养液的可行性初探[J]. *浙江大学学报(农业与生命科学版)*, 2005, 31(2):157-160.
- ZHOU Xue-lai, ZHOU Chai-mei, ZHU Ri-qing et al. Feasibility of waste mother liquor of monosodium glutamate used as nutrition solution for soilless cultivation[J]. *Journal of Zhejiang University(Agric. & Life Sci.)*, 2005, 31(2):157-160.
- [4] 周秀琴.开发利用味精废液的简介[J]. *江苏调味副食品*, 2006, 23(1):31-33.
- ZHOU Xiu-qin. Development of gourmet powder's waste liquid[J]. *Jiangsu Condiment and Subsidiary Food*, 2006, 23(1):31-33.
- [5] 温志英,张香美.味精生产废水的综合利用现状[J]. *中国资源综合利用*, 2006, 24(1):28-29.
- WEN Zhi-ying, ZHANG Xiang-mei. Multipurpose utilization of monosodium glutamate wastewater[J]. *China Resources Comprehensive Utilization*, 2006, 24(1):28-29.
- [6] 龚盛昭,黄小文.味精废母液的综合利用[J]. *中国资源综合利用*, 2000, 7:10-12.
- GONG Sheng-zhao, HUANG Xiao-wen. Multipurpose utilization of waste mother liquor[J]. *China Resources Comprehensive Utilization*, 2000, 7:10-12.
- [7] 王国贤,周启星,刘睿,等.以玉米为原料的味精产业污染排放分析及治理研究[J]. *生态学杂志*, 2006, 25(1):45-49.
- WANG Guo-xian, ZHOU Qi-xing, LIU Rui, et al. Contamination discharging and its countermeasures of maize-based monosodium glutamate industry[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2006, 25(1):45-49.
- [8] 黄翔峰,章非娟.味精生产废水治理技术发展[J]. *中国沼气*, 2000, 18(3):3-8.
- HUANG Xiang-feng, ZHANG Fei-juan. Treatment techniques for monosodium glutamate wastewater[J]. *China Biogas*, 2000, 18(3):3-8.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.
- BAO Shi-dan. Soil and agricultural chemistry analysis[M]. Beijing: Press of China Agricultural, 2000.
- [10] 严昶升.土壤肥力研究方法[M].北京:农业出版社,1988.
- YAN Chang-sheng. Analysis methods of soil enzyme[M]. Beijing: Agricultural Press, 1988.
- [11] 关松荫,等.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1986:309-312.
- GUAN Song-yin et al. Soil enzymes and their methodology[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1986:309-312.
- [12] 杨晔,孙振世.味精废水污染控制的对策探讨[J]. *中国沼气*, 2004, 22(1):18-21.
- YANG Ye, SUN Zhen-shi. Countermeasures for monosodium glutamate wastewater control[J]. *China Biogas*, 2004, 22(1):18-21.
- [13] 李华,陈英旭,梁新强,等.土壤脲酶活性对稻田田面水氮素转化的影响[J]. *水土保持学报*, 2006, 20(1):55-58.
- LI Hua, CHEN Ying-xu, LIANG Xin-qiang, et al. Influence of soil urease activities on nitrogen conversion in floodwater in paddy field[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2006, 20(1):55-58.
- [14] 石振清,王静荣,李书申.味精废水处理技术综述[J]. *环境污染治理技术与设备*, 2001, 2(2):81-90.
- SHI Zhen-qing, WANG Jing-rong, LI Shu-shen. A review of monosodium glutamate wastewater treatment technology[J]. *Techniques and Equipment For Environ poll cont*, 2001, 2(2):81-90.
- [15] 于群英.土壤磷酸酶活性及其影响因素研究[J]. *安徽技术师范学院学报*, 2001, 15(4):5-8.
- YU Qun-ying. Study on soil phosphatase activity and their influenced factors[J]. *Journal of Anhui Agrotechnical*, 2001, 15(4):5-8.
- [16] 孟娜,廖文华,贾可,等.磷肥、有机肥对土壤有机磷及磷酸酶活性的影响[J]. *河北农业大学学报*, 2006, 29(4):57-59.
- MENG Na, LIAO Wen-hua, JIA Ke, et al. Effect of phosphorus fertilizer and organic manure on organic phosphorus content and the activity of phosphatase in soils[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2006, 29(4):57-59.
- [17] 林葆,李书田,周卫.土壤有效硫评价方法和临界指标的研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2000, 6(4):436-445.
- LIN Bao, LI Shu-tian, ZHOU Wei. Study on test methods for soil available S and critical levels of S deficiency[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2000, 6(4):436-445.
- [18] 刘建玲,李仁岗,廖文华,等.河北粮田大、中、微量营养元素肥力研究[J]. *土壤学报*, 2009, 46(4):652-661.
- LIU Jian-ling, LI Ren-gang, LIAO Wen-hua, et al. Macro-, Meso- and Micro-nutrients in soils of cropland and vegetable field in Hebei[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2009, 46(4):652-661.
- [19] 赵同科,张国印,马丽敏,等.河北省土壤硫含量、形态与分布[J]. *植物营养与肥料学报*, 2001, 7(2):178-182.
- ZHAO Tong-ke, ZHANG Guo-yin, MA Li-min. The contents, forms and distribution of sulfur in soils of Hebei[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2001, 7(2):178-182.