

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

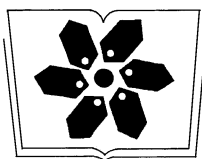
(Shengtai Xuebao)

第 30 卷 第 24 期
Vol.30 No.24
2010



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

中国科学院科学出版基金资助出版

第 30 卷 第 24 期 2010 年 12 月 (半月刊)

目 次

三江平原残存湿地斑块特征及其对物种多样性的影响	施建敏, 马克明, 赵景柱, 等 (6683)
叶片碳同位素对城市大气污染的指示作用	赵德华, 安树青 (6691)
土地利用对崇明岛围垦区土壤有机碳库和土壤呼吸的影响	张容娟, 布乃顺, 崔 军, 等 (6698)
缓/控释复合肥料对土壤氮素库的调控作用	董 燕, 王正银 (6707)
北京海淀公园绿地二氧化碳通量	李 霞, 孙 睿, 李 远, 等 (6715)
三峡库区消落带生态环境脆弱性评价	周永娟, 仇江啸, 王 姣, 等 (6726)
应用碳、氮稳定同位素研究稻田多个物种共存的食物网结构和营养级关系	张 丹, 闵庆文, 成升魁, 等 (6734)
基于弹性系数的江苏省能源生态足迹影响因素分析	杨足膺, 赵 媛, 付伍明 (6741)
中国土地利用多功能性动态的区域分析	甄 霖, 魏云洁, 谢高地, 等 (6749)
遮荫处理对东北铁线莲生长发育和光合特性的影响	王云贺, 韩忠明, 韩 梅, 等 (6762)
臭氧胁迫对冬小麦光响应能力及 PS II 光能吸收与利用的影响	郑有飞, 赵 泽, 吴荣军, 等 (6771)
地表覆草和覆膜对西北旱地土壤有机碳氮和生物活性的影响	谢驾阳, 王朝辉, 李生秀 (6781)
喀斯特峰丛洼地旱季土壤水分的空间变化及主要影响因子	彭晚霞, 宋同清, 曾馥平, 等 (6787)
极干旱区深埋潜水蒸发量的测定	李红寿, 汪万福, 张国彬, 等 (6798)
灌木林土壤古菌群落结构对地表野火的快速响应	徐赢华, 张 涛, 李 智, 等 (6804)
稻田免耕和稻草还田对土壤腐殖质和微生物活性的影响	区惠平, 何明菊, 黄 景, 等 (6812)
造纸废水灌溉对黄河三角洲盐碱地土壤酶活性的影响	董丽洁, 陆兆华, 贾 琼, 等 (6821)
神农宫扁角菌蚊幼虫种群分布及其与环境因子的相关性	顾永征, 李学珍, 牛长缨 (6828)
三亚珊瑚礁水域纤毛虫种类组成和数量分布及与环境因子的关系	谭烨辉, 黄良民, 黄小平, 等 (6835)
淞江鲈在中国地理分布的历史变迁及其原因	王金秋, 成 功 (6845)
黄海中南部小黄鱼生物学特征的变化	张国政, 李显森, 金显仕, 等 (6854)
甲基溴消毒对番茄温室土壤食物网的抑制	陈云峰, 曹志平 (6862)
离子树脂法测定森林穿透雨氮素湿沉降通量——以千烟洲人工针叶林为例	盛文萍, 于贵瑞, 方华军, 等 (6872)
乡土植物芦苇对外来入侵植物加拿大一枝黄花的抑制作用	李愈哲, 尹 昕, 魏 维, 等 (6881)
遂渝铁路边坡草本植物多样性季节动态和空间分布特征	王 倩, 艾应伟, 裴 娟, 等 (6892)
古尔班通古特沙漠原生梭梭树干液流及耗水量	孙鹏飞, 周宏飞, 李 彦, 等 (6901)
碟果虫实种子萌发对策及生态适应性	刘有军, 刘世增, 纪永福, 等 (6910)
原始兴安落叶松林生长季净生态系统 CO ₂ 交换及其光响应特征	周丽艳, 贾丙瑞, 曾 伟, 等 (6919)
五种红树植物通气组织对人工非潮汐生境的响应	伍卡兰, 彭逸生, 郑康振, 等 (6927)
亚高寒草甸不同生境植物群落物种多度分布格局的拟合	刘梦雪, 刘佳佳, 杜晓光, 等 (6935)
内蒙古荒漠草原地表反照率变化特征	张 果, 周广胜, 阳伏林 (6943)
中国沙棘克隆生长对灌水强度的响应	李甜江, 李根前, 徐德兵, 等 (6952)
增温与放牧对矮蒿草甸 4 种植物气孔密度和气孔长度的影响	张立荣, 牛海山, 汪诗平, 等 (6961)
基于 ORYZA2000 模型的北京地区早稻适宜播种期分析	薛昌颖, 杨晓光, 陈怀亮, 等 (6970)
专论与综述	
区域生态安全格局研究进展	刘 洋, 蒙古军, 朱利凯 (6980)
植物功能性状与湿地生态系统土壤碳汇功能	王 平, 盛连喜, 燕 红, 等 (6990)
农田水氮关系及其协同管理	王小彬, 代 快, 赵全胜, 等 (7001)
虫害诱导挥发物的生态调控功能	王国昌, 孙晓玲, 董文霞, 等 (7016)
土壤微生物资源管理、应用技术与学科展望	林先贵, 陈瑞蕊, 胡君利 (7029)
问题讨论	
从演化的角度评价北京市经济系统可持续发展趋势	黄茹莉, 徐中民 (7038)
基于植物多样性特征的武汉市城市湖泊湿地植被分类保护和恢复	郑忠明, 宋广莹, 周志翔, 等 (7045)
濒危兰科植物再引入技术及其应用	陈宝玲, 宋希强, 余文刚, 等 (7055)
研究简报	
实验条件下华北落叶松和白杆苗期生长策略的差异比较	张芸香, 李海波, 郭晋平 (7064)
基于源-库互反馈的温室青椒坐果时空动态模拟	马韞韬, 朱晋宇, 胡包钢, 等 (7072)
西双版纳小磨公路及其周边道路对蛇类活动的影响	孙 戈, 张 立 (7079)
温度变化对藻类光合电子传递与光合放氧关系的影响	张 曼, 曾 波, 张 怡, 等 (7087)
黄土区六种植物凋落物与不同形态氮素对土壤微生物量碳氮含量的影响	王春阳, 周建斌, 董燕婕, 等 (7092)
食细菌线虫 <i>Caenorhabditis elegans</i> 的取食偏好性	肖海峰, 焦加国, 胡 锋, 等 (7101)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 424 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 48 * 2010-12	

地表覆草和覆膜对西北旱地土壤有机碳氮 和生物活性的影响

谢驾阳,王朝辉*,李生秀

(西北农林科技大学资源环境学院,陕西 杨凌 712100)

摘要:研究地表覆盖对土壤有机碳氮和生物活性的影响,对改进旱地作物栽培,提升土壤肥力和提高作物产量具有重要意义。采取 5a 田间定位试验的土壤进行室内培养试验,研究不同地表覆盖土壤轻质有机碳、轻质有机氮及微生物活性的变化。结果发现,经过 61d 培养之后,覆草、覆膜和常规土壤矿质态氮含量分别减少 4.0,2.5,3.9 mg/kg,有机碳矿化累积量分别为 125,100,101 mg/kg。覆草土壤微生物量碳含量及土壤代谢熵在培养过程中均高于覆膜。培养前后,覆草土壤的轻质有机碳氮均明显高于覆膜,覆膜和常规没有差异。培养结束后,覆草土壤轻质有机碳氮含量分别减少 36% 和 47%,覆膜土壤分别减少 26% 和 45%,常规土壤分别减少 31% 和 44%。覆草土壤轻质有机碳氮含量的减少值明显高于覆膜和常规。覆草能增加土壤有机碳氮的易矿化组分,提高土壤有机质的生物有效性,覆膜则会降低土壤有机质的生物有效性。

关键词:旱地;覆草;覆膜;轻质有机碳;轻质有机氮;微生物体碳

Effects of straw and plastic-film mulching on soil micro-bioactivity and organic carbon and nitrogen in northwest dryland areas of China

XIE Jiayang, WANG Zhaohui*, LI Shengxiu

College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China

Abstract: Soil organic matter is the basis of soil fertility and plays extremely important role in improvements of soil physical, chemical and biological properties, in maintenance of soil aeration, water retention and cultivation traits, in buffer of soil pH, and in supply of nutrients to plants as major nutrient source and pool. In soil, 95% nitrogen exists in organic form and the mineralization of organic matter constitutes the major source for soil to supply N to plants. Consequently, soil organic matter has been received great attention by agricultural scientists. It has been realized that cultivation methods affect organic matter accumulation and mineralization, and therefore its amount and characteristics. As an effective cultivation technique for crop production, soil surface mulching has been rapidly extended in dryland areas of northern China. The materials used for mulching include gravels, straw, crop stubble and plastic sheets or film, of which straw and plastic film are the most valuable ones for use in agricultural practice. However, how such mulching influences soil organic carbon composition, mineralization and its bioavailability remains unknown. For this reason, it is of great importance to study the soil micro-bioactivity and organic carbon and nitrogen under these mulching conditions. Such a study could provide information for improving soil fertility and thus for dryland crop production.

The purpose of this study was to investigate the effects of straw and plastic-film mulching on soil micro-bioactivity, organic carbon and organic nitrogen. Soil used in the experiment was a type of Earth-cumuli-Orthic Anthrosols. The soil sample was taken from top layer (0—10 cm) at a site of a 5-year long term experiment field, located in the south edge of the Loess Plateau, Yangling, Shaanxi Province. It contained organic matter 13.79 g/kg, total N 1.07 g/kg, nitrate-N 5.4

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40671107);现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目;国家科技支撑项目(2008BADA4B09, 2006BAD25B09)

收稿日期:2009-06-12; 修订日期:2010-07-02

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: w-zhaohui@263.net

mg/kg, ammonium-N 2.4 mg/kg, Olsen-P 15 mg/kg, and exchangeable K 182 mg/kg, with soil bulk density 1.35 g/cm³ and pH 8.25. Three treatments were arranged in the field trial: control (without mulching), plastic film mulching and straw mulching. The soil samples from the three treatments were used to determine the light fraction of organic carbon (LFOC) and the light fraction of organic nitrogen (LFON), and to measure the mineralization of carbon and nitrogen by laboratory incubation. Based on the determinations, microbial respiration intensity and metabolic entropy were calculated. Results showed that after 61 days incubation, contents of the mineral nitrogen initially present in soil were decreased by 4.0, 2.5, 3.9 mg/kg for soil under straw mulching, plastic-film mulching and non-mulching, respectively. The cumulative C from the mineralization of soil organic carbon was 125, 100, 101 mg/kg for the three corresponding treatments, respectively. The microbial carbon and metabolic entropy of soil mulched by straw were higher than those of soil mulched by plastic-film. The contents of LFOC and LFON of the straw-mulched soil were significantly higher than those of the non-mulched soil (control). In addition, the contents of LFOC and LFON were reduced by 36% and 47% respectively for the straw-mulched soil, 26% and 45% for the plastic-film mulched soil, and 31% and 44% for the control. The absolute amounts of LFOC and LFON in soil were decreased by straw mulching and the decreases were significantly higher than those of the plastic-film mulching and the control. As a result, soil surface mulching with straw could increase the content of readily-mineralized parts of soil organic carbon and nitrogen, and improve the bio-availability of soil organic matter, while the plastic-film mulching could decrease their bio-availability.

Key Words: dryland; straw mulching; plastic mulching; light fraction organic nitrogen; light fraction organic carbon; microbial carbon

地表覆盖是一项有效的旱作增产技术。近些年来,地表覆盖技术在中国,尤其在北方旱作农业地区的推广应用进展迅速。覆盖物质主要有砂砾、秸秆、作物残茬、地膜等,其中最有应用价值的是地膜和秸秆覆盖。

土壤有机质是土壤物理、化学和生物性质的天然调节剂,对维持土壤耕性、通气和保水性能,缓冲土壤酸碱变化有重要作用,也是植物养分重要的源和库。土壤中 95% 的氮素以有机氮的形式存在于有机质中^[1],其余氮素以硝态氮、铵态氮等矿质态氮形式存在。土壤中的有机氮不断地进行矿化,形成的矿质氮是作物吸收氮素的主要来源^[2]。

利用密度分组技术可将土壤有机质分成腐殖化程度较高的重质有机质和处于半分解状态的轻质有机质。前者虽然所占比例较高,但由于性质稳定而不能反映土壤有机成分的短期变化。后者主要由部分分解的植物残体组成,碳和氮含量高,周转时间短,代表着土壤易变有机质的主要部分,具有很强的生物学活性^[3],是土壤养分的重要来源,对土地利用变化和管理措施改变非常敏感^[4-5]。轻质有机质中所含的碳氮称为轻质有机碳、轻质有机氮。这部分碳氮虽然在有机碳氮中所占的比例较小,但因其容易矿化而与土壤供氮能力有密切关系^[6]。目前,关于地表覆盖对土壤有机碳氮组成、矿化、生物有效性的研究还未见报道。

本文以常规处理土壤为对照,通过室内培养试验研究地表覆草和覆膜土壤的有机碳氮矿化差异、微生物体碳变化以及轻质有机碳氮的变化,旨在查明地表覆草和覆膜对土壤有机碳氮变化和生物活性的影响,为改进覆草和覆膜栽培,提高作物产量和提升土壤肥力提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地点

试验地位于陕西杨凌西北农林科技大学农作一站。该站位于黄土高原南部,海拔 520 m 左右,年均气温 12.9 °C,年均降水量 632 mm 左右,降水主要集中在 7—9 月份,年均蒸发量 1 400 mm,属半湿润易干旱地区,土壤类型为土垫旱耕人为土。供试田块耕层(0—20 cm)土壤的基本理化性状为:土壤容重 1.35 g/cm³,有机质含量为 13.79 g/kg,全氮 1.07 g/kg。硝态氮 5.4 mg/kg,铵态氮 2.4 mg/kg,速效磷(Olsen-P) 15.0 mg/kg,交换性钾 182.4 mg/kg, pH 8.25。

1.2 试验设计

种植作物为冬小麦,品种为小偃 22。2002 年 10 月播种第一季小麦,播量 135 kg/hm^2 ,行距 20 cm。试验设 3 个栽培模式,常规(裸地无灌溉,当地农民常用方式;no mulching, NM);覆草(无灌溉,出苗后行间覆盖麦秸, 4500 kg/hm^2 ; straw mulching, SM);覆膜(无灌溉,出苗后小麦行间覆盖地膜; plastic-film mulching, PM)。3 个栽培模式均施氮 120 kg/hm^2 ,施磷(P_2O_5) 100 kg/hm^2 ,氮磷肥均在播前基施。氮肥采用尿素,含氮 46%;磷肥采用 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,含 P_2O_5 12%。试验为完全随机区组设计,重复 3 次,小区面积 28.8 m^2 。每年 6 月上旬收获小麦后,夏季休闲免耕,10 月中旬继续采用上述设计播种冬小麦。本实验已连续进行 5a。

1.3 土壤样品采集

2007 年 9 月 15 日在各小区以“S”布点法选定 10 个点采集 0—10cm 的土样,混合作为一个样品,立即带回实验室,捏碎大土块,混匀,备用。

1.4 测定项目及方法

(1) 轻质有机碳氮的提取与测定^[7] 土样在室温 25°C 下风干后,去除根茬,研磨并过 2 mm 筛。称取 25.00 g 土样,置于离心管(100 mL)中,加入比重 1.70 g/mL 的 NaI 溶液 50 mL,于 200 r/min 转速下振荡 1 h,然后在 $1000 \times g$ 下离心 20 min,将浮在 NaI 表面的轻质有机质倾倒入装有 $0.45 \mu\text{m}$ 纤维滤膜的容器过滤器中进行抽滤,依次用总量 100 mL 的 0.01 mol/L CaCl_2 和 100 mL 的蒸馏水冲洗纤维滤膜上的轻质有机质至少 3 次。再向离心管中加入 50 mL 比重为 1.70 g/mL 的 NaI 溶液进行第 2 次浸提,步骤同上。将 2 次浸提的轻质有机质转移至烧杯,在 60°C 下烘干、称质量。烘干的轻质有机质用玛瑙研钵研细,过 0.15 mm 筛后,用浓硫酸消煮-凯式定氮仪法测定轻质有机氮;用岛津 SSM-5000A 有机碳分析仪测定轻质有机碳。

(2) 氮矿化培养试验 培养试验开始前,给上述过 2 mm 筛的风干土样加入蒸馏水至最大田间持水量的 70%,预培养 1 周,以恢复土壤微生物活性。然后称取预培养土样(相当于 600 g 风干土)于培养盒中。将各处理置于 28°C 恒温箱内进行好气培养,在培养的第 0、3、6、9、12、16、20、25、33、47、61 天取样,测定土壤矿质氮(NH_4^+-N 、 NO_3^--N)和微生物量碳的含量。培养结束后提取土壤轻质有机质,并测定轻质有机碳氮。培养过程中每隔 3d 以称重法补充水分,以保持土壤湿度。矿质氮用流动分析仪测定,土壤微生物碳采用氯仿熏蒸浸提法^[8]。

(3) 碳素矿化培养实验 称取上述预培养土样(相当于 20 g 风干土)于培养瓶中。在培养瓶里小心放入一个 50 mL 三角瓶,内装 10 mL 0.1 mol/L NaOH 溶液以吸收 CO_2 ,然后用保鲜膜密封,再将各处理置于 28°C 恒温箱内培养。每隔 3d 以称重法补充水分,使土壤湿度保持不变。在培养的第 1、2、3、4、5、6、8、10、13、16、19、23、27、31、37、47、61 天更换 NaOH 溶液,测定释放出的 CO_2 量。根据 CO_2 的释放量计算培养期内土壤有机碳的矿化量。培养期间 CO_2 的释放量采用 BaCl_2 沉淀-酸碱滴定法测定^[9]。

单位土壤微生物量的呼吸强度,即土壤呼吸强度与土壤微生物量碳的比值,为土壤代谢熵($q\text{CO}_2$),表明微生物的活性,计算式为: $q(\text{CO}_2) = (\text{CO}_2 - \text{C})_i / (\text{BC})_i$ 。其中 $(\text{CO}_2 - \text{C})_i$ 和 $(\text{BC})_i$ 分别表示第 i 时刻的土壤 $\text{CO}_2 - \text{C}$ 释放速率和土壤微生物量 C^[10]。

1.5 统计方法

所有数据均采用 EXCEL 2003 和 SAS6.1 处理,方程拟合采用 Prism3.2。

2 结果与分析

2.1 不同地表覆盖土壤矿质态氮的变化

土壤矿质态氮的动态变化是土壤氮素矿化、固定等作用的综合反映。培养期间矿质态氮动态变化表明(图 1),前期变化较大,后期较平稳,覆草略高于覆膜和常规。培养初始,覆草、覆膜和常规的土壤矿质态氮含量分别是 13.4, 11.7, 12.7 mg/kg, 培养 15d 后降低到 11.3, 10.6, 10.8 mg/kg; 然后覆草和常规在第 20 天达到最高值,分别为 13.8, 14.2 mg/kg, 覆膜在第 25 天达到最高值,为 13.4 mg/kg, 从第 20 天到第 33 天,矿质态氮含量迅速下降,不同覆盖模式间高低变化无明显规律。培养 28d, 土壤矿质态氮含量趋于稳定。培养结束时,

覆草、覆膜和常规的土壤矿质态氮含量分别是 9.4, 9.2, 8.8 mg/kg。经过 61d 培养, 覆草、覆膜和常规土壤矿质态氮分别降低 4.0, 2.5, 3.9 mg/kg。培养后土壤矿质态氮均降低, 说明微生物对无机氮的固定作用要高于有机氮的矿化作用, 且覆草土壤固定的矿质态氮要比覆膜土壤多。尽管如此, 培养结束时覆草比覆膜土壤还是累积了更多的矿质态氮。

2.2 不同地表覆盖土壤的有机碳矿化

不同地表覆盖土壤的有机碳矿化有明显差异(图 2)。由图 2 计算的土壤有机碳的矿化速率表明, 培养第 1 天, 覆草、覆膜和常规土壤有机碳矿化速率分别为 2.6, 4.6, 3.5 mg·kg⁻¹·d⁻¹。第 2 天出现最高值, 覆草、覆膜和常规土壤有机碳的矿化速率分别为 8.0, 7.4, 6.3 mg·kg⁻¹·d⁻¹。然后各地表覆盖土壤有机碳的矿化速率逐渐降低, 从第 30 天开始, 趋于稳定, 矿化速率在 0.8—1.6 mg·kg⁻¹·d⁻¹ 之间变化。培养到第 61 天, 覆草、覆膜和常规土壤有机碳的矿化累积量分别为 125, 100, 101 mg/kg, 平均每天的有机碳矿化量分别为 2.0, 1.5, 1.6 mg/kg。覆草土壤的有机碳矿化累积量和矿化速率均要高于覆膜和常规, 说明覆草之后, 土壤有机碳的易矿化组分及生物活性均提高, 而覆膜土壤与常规没有差异, 覆膜对土壤有机碳的易矿化组分及生物活性没有表现出明显影响。

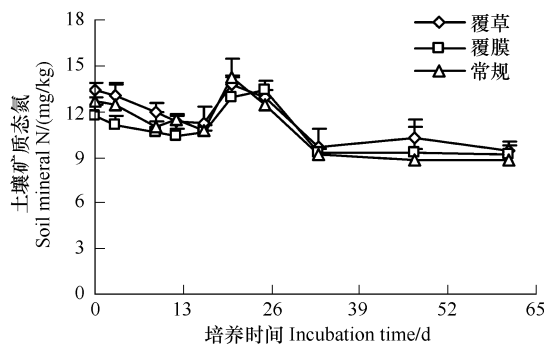


图 1 不同地表覆盖土壤培养 61d 期间的矿质态氮变化

Fig. 1 Changes of mineral nitrogen in different surface mulching soils during the 61 days of incubation

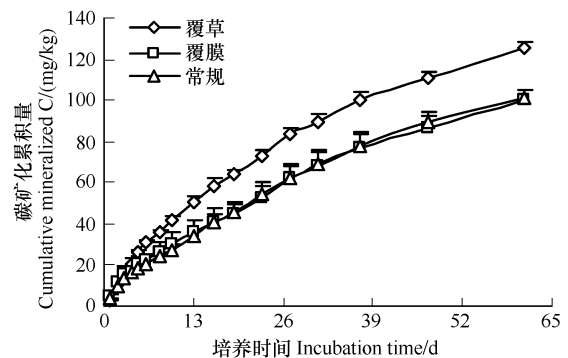


图 2 不同地表覆盖土壤培养期间的有机碳矿化累积量变化

Fig. 2 Changes of cumulative mineralized C from organic matter in different surface mulching soils during the 61 days incubation

2.3 不同地表覆盖土壤微生物量碳的变化

土壤微生物量碳是反映土壤微生物群体大小的一个重要指标。从培养期间动态变化看(图 3), 培养初始, 覆草、覆膜和常规土壤的微生物量碳含量分别是 131, 122, 131 mg/kg, 培养开始后迅速增加, 在第 3 天达到最高值, 分别是 818, 679, 784 mg/kg。从第 3 天开始, 各土壤均迅速下降, 在第 16 天达到最低值, 介于 199—215 mg/kg, 且不同地表覆盖土壤间无明显差异。此后, 不同地表覆盖土壤的微生物量碳均在 220—460 mg/kg 之间变化, 且不同土壤间没有明显差异。说明覆草虽然可以增加土壤微生物的数量, 增大微生物群体, 但微生物对土壤活性碳的消耗速度很快, 覆草增大微生物量的效应因此仅能持续较短时间; 覆膜则存在降低微生物量碳的趋势。

2.4 不同地表覆盖土壤代谢熵($q\text{CO}_2$)的变化

土壤代谢熵($q\text{CO}_2$)是其基础呼吸强度与微生物量碳的比值, 它把微生物量的大小和微生物整体活性结合起来, 代表了单位微生物体的呼吸强度, 能够反映环境因素、管理措施变化等对微生物活性影响^[11-12]。

不同地表覆盖对土壤微生物呼吸活性的影响有明显差异。不同覆盖土壤代谢熵的变化方式相似(图 4), 均经历了迅速上升-下降-趋于稳定的变化。但不同地表覆盖土壤代谢熵最高值出现的时间不同, 覆草出现在培养的第 9 天, 而覆膜和常规均出现在第 16 天, 分别是 16, 8, 12 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 。培养第 20 天以后, 不同地表覆盖土壤代谢熵均趋于稳定, 在 3—7 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 之间变化, 且不同土壤间差异不明显。覆草土壤微生物比覆膜更快地表现出活性, 且微生物的最大代谢熵也大于覆膜。说明覆草给微生物提供了更多的有机碳氮, 而

覆膜土壤则无法及时地给微生物提供足够的有机碳氮,微生物活性降低。

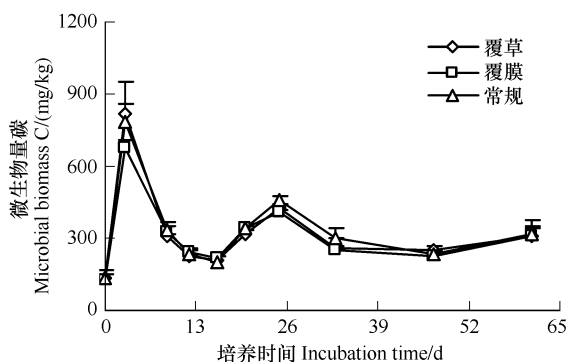


图3 不同地表覆盖土壤培养 61d 期间微生物量碳的动态变化

Fig. 3 Changes of microbial biomass C of different surface mulching soils during the 61 days of incubation

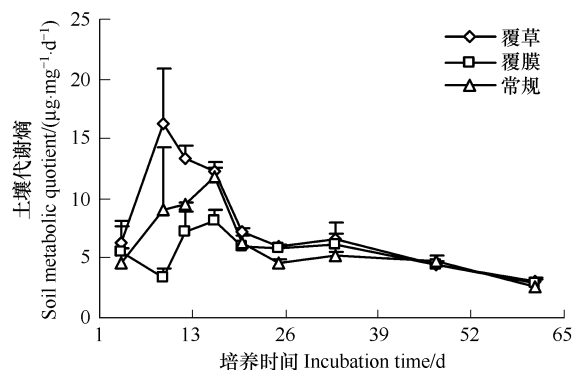


图4 不同地表覆盖土壤培养 61d 期间土壤代谢熵的动态变化

Fig. 4 Changes of metabolic quotient (q_{CO_2}) of different surface mulching soil during the 61 days of incubation

2.5 培养前后不同地表覆盖土壤轻质有机碳氮变化

不同地表覆盖土壤的轻质有机碳氮培养前后差异明显(表1)。培养前,覆草土壤的轻质有机碳氮含量分别比常规高 39% 和 31%,而覆膜土壤的轻质有机碳氮含量分别比常规高 10% 和 10%。经过 61d 培养之后,覆草土壤的轻质有机碳氮含量分别比常规高 27% 和 25%,覆膜土壤的轻质有机碳氮含量分别比常规低 7% 和 13%。无论是培养前,还是培养结束后,覆草土壤的轻质有机碳氮均显著高于覆膜和常规,覆膜与常规则差异不显著。培养结束后,覆草土壤轻质有机碳氮含量分别减少 36% 和 47%,相当于 318,22 mg/kg;覆膜土壤分别减少 26% 和 45%,相当于 175,17 mg/kg;常规土壤分别减少 31% 和 44%,相当于 198,16 mg/kg。从轻质有机碳氮减少的绝对值来看,覆草土壤要明显大于覆膜与常规,覆膜土壤与常规没有显著差异。说明覆草增加了土壤轻质有机碳氮的含量,从而增加了土壤可利用的有机碳氮,而覆膜则没有这一效果。

表1 不同地表覆盖土壤培养期间轻质有机碳氮变化

Table 1 Changes of LFOC and LFON of different surface mulching soil after incubation

栽培模式 Cultivation models	轻质有机碳 / (mg/kg) Light fraction organic C			轻质有机氮 / (mg/kg) Light fraction organic N		
	培养前	培养后	差值	培养前	培养后	差值
覆草 PM	885a	567a	318a	47a	25a	22a
覆膜 SM	661b	486b	175b	38b	21b	17b
常规 NM	636b	447b	198b	36b	20b	16b

数据后的相同小写字母表示同列不同地表覆盖之间差异不显著

3 讨论

在室内培养条件下,土壤矿质态氮含量变化是有机氮矿化作用 and 无机氮固定作用的综合结果,而微生物是这两个过程的重要参与者^[13]。经过培养后,不同地表覆盖土壤矿质态氮均降低,说明微生物对无机氮的固定作用要强于有机氮的矿化作用。但是,覆草土壤的矿质态氮在培养过程中均高于覆膜土壤,而且培养结束后,覆草土壤矿质态氮的减少值要大于覆膜土壤。说明经过覆草之后,土壤有机氮不仅易矿化组分数量增加,而且生物活性也增强。覆膜则没有这一效果,甚至有下降的趋势。微生物是土壤有机碳矿化过程的参与者^[14]。本研究中,覆草土壤的碳矿化量和碳矿化速率明显高于常规土壤,覆膜土壤的碳矿化量与常规没有差异。培养过程中,虽然不同地表覆盖土壤微生物量碳的变化差异不大,但是表征土壤微生物活性的代谢熵却差异明显,覆草明显高于常规,而覆膜则低于常规。表明覆草之后,土壤有机碳氮的生物有效性和易矿化组分数量有明显提高,覆膜则出现下降的趋势。

与土壤有机碳和有机氮相比,轻质有机碳和轻质有机氮能更快、更灵敏地反映农业生产的变化,被认为是土壤有机质状况的指示剂,可用于评价农田质量,作为土壤管理措施引起土壤有机质变化的早期指标^[15-16]。在本研究中,覆草土壤的轻质有机碳氮含量均显著高于覆膜和常规,覆膜和常规之间则没有差异。许多研究者发现覆草能够增加土壤有机碳氮,覆膜则对土壤有机碳氮没有影响^[17-19],土壤有机碳氮的增加应来源于轻质有机质的增加。经过培养后,不同地表覆盖土壤的轻质有机碳氮均有明显的降低,土壤轻质有机碳的减少值远大于土壤有机碳的矿化量,轻质有机氮的减少量虽多,但是土壤的无机氮数量却减少,表明轻质有机质不仅是土壤微生物极易分解利用的底物,还是微生物生长和繁殖的营养来源。同时,覆草土壤的轻质有机碳氮无论是培养前后的绝对数量,还是培养前后因矿化而减少的数量,都明显高于覆膜和常规,覆膜和常规之间没有差异,表明覆草能够增加土壤有机质易矿化的碳氮组分与数量,提高土壤有机碳氮的生物活性,从而能够给作物提供更多的养分,而覆膜则无此效果。

References:

- [1] Stevenson F J. Organic forms of soil nitrogen//Stevenson F J ed. Nitrogen in Agricultural Soils. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy Incorporation, 1982: 67-122.
- [2] Cheng L L, Wen Q X, Shi S L. Soil nitrogen supply and transformation under application of manure with N fertilizer//Current Status and Outlook of Soil Nitrogen Research in China. Beijing: Science Press, 1986: 105-113.
- [3] Janzen H H, Campbell C A, Brandt S A, Lafond G P, Townley-Smith L. Light-fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. Soil Science Society of America Journal, 1992, 56: 1799-1806.
- [4] Malli S S, Wang Z H, Schniter M, Monreal C M, Harapiak J T. Nitrogen fertilization effects on quality of organic matter in a grassland soil. Nutrient Cycling in Agro-ecosystems, 2005, 73: 191-199.
- [5] Tan Z, Lal R, Owens L, Lzaurralde R C. Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. Soil and Tillage Research, 2007, 92: 53-59.
- [6] Barrios E, Kwesiga F, Brush R J, Spirent J I. Light Fraction Soil Organic Matter and Available Nitrogen Following Trees and Maize. Soil Science Society of America Journal, 1997, 61: 826-831.
- [7] Gregorich E G, Ellert B H. Light fraction and macro organic matter in mineral Soils//Carter M R. Soil Sampling and Methods of Analysis. Canada: Lewis Publishers. 1993: 397-407.
- [8] Wu J S. The Determining Method and Application of Soil Microbial Biomass. Beijing: Meteorology Press, 2006.
- [9] Wen Q X. The Research Method of Soil Organic Matter. Beijing: Agricultural Press, 1984.
- [10] Anderson T H, Domsch K H. Application of eco-physiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomass from soils of different cropping histories. Soil Biology Biochemistry, 1990, 22 (2): 251-255.
- [11] Brookes P C, Andera L, Jenkinson D S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. Soil Biology and Biochemistry, 1985, 17 (6): 837-842.
- [12] Brookes P C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. Soil Fertile Soils, 1995, 19: 269-279.
- [13] Ross D J, Cairns A. Nitrogen availability and microbial biomass in stockpiled top soils in south land. New Zealand Journal of Science, 1981, 24: 137-143.
- [14] Liu M Q, Wu F, Chen X Y. A review on mechanisms of soil organic carbon stabilization. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(6): 2642-2650.
- [15] Dalal R C, Mayor R J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern queens land VI. Loss of total N from different particle-size and density fraction. Australian Journal of Soil Research, 1987, 25: 83-93.
- [16] Wander M M, Traina S J. Organic fraction from organically and conventionally managed soils: I. Carbon and nitrogen distribution. Soil Science Society of America Journal, 1996, 60: 1081-1087.
- [17] Xue S P, Zhu L, Yao W S, Han W D. Influence of straw and plastic-film mulching on sustainable production of farmland. Transactions of Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002, 18 (6): 71-73.
- [18] Bu Y S, Miao G Y, Zhou N J, Shao H L, Wang J C. Analysis and comparison of the effects of plastic film mulching and straw mulching on soil fertility. Sciatic Agricultural Sinica, 2006, 39(5): 1069-1075.
- [19] Song M W, Li A Z, Cai L Q, Zhang R Z. Effects of different tillage methods on soil organic carbon pool. Journal of Agro-Environment Science, 2008, 27(2): 622-626.

参考文献:

- [2] 程励励,文启孝,施书莲. 有机肥和氮肥配合施用氮素的供应和转化. 我国土壤氮素研究工作的现状与展望. 北京: 科学出版社, 1986: 105-113.
- [8] 吴金水. 土壤微生物量的测定方法与应用. 北京: 气象出版社, 2006.
- [9] 文启孝. 土壤有机质的研究方法. 北京: 农业出版社, 1984.
- [14] 刘满强,胡锋,陈小云. 土壤有机碳稳定机制研究进展. 生态学报, 2007, 27(6): 2642-2650.
- [17] 薛少平,朱琳,姚万生,韩文霆. 麦草覆盖与地膜覆盖对旱地可持续利用的影响. 农业工程学报, 2002, 18(6): 71-73.
- [18] 卜玉山,苗果园,周乃健,邵海林,王建程. 地膜和秸秆覆盖土壤肥力效应分析与比较. 中国农业科学, 2006, 39(5): 1069-1075.
- [19] 宋明伟,李爱宗,蔡立群,张仁陟. 耕作方式对土壤有机碳库的影响. 农业环境科学学报, 2008, 27(2): 622-626.

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1~9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 30 卷 第 24 期 (2010 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 30 No. 24 2010

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元