

洪莉,陈令会,曹锦萍,等. 南方桃园不同绿肥的腐解及养分释放规律研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(11):294-297.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.066

南方桃园不同绿肥的腐解及养分释放规律研究

洪莉,陈令会,曹锦萍,董军,王会福

(浙江省台州市农业科学研究院,浙江临海 317000)

摘要:利用埋袋法模拟研究白三叶、鼠茅草、黑麦草、鸭茅草 4 种绿肥在果园土壤中的腐解及养分释放规律特征,旨在为南方地区果园生草的草种选择提供参考。结果表明,从 4 种绿肥生长量来看,综合表现为黑麦草>白三叶>鸭茅草>鼠茅草。随着翻压时间的延长,4 种绿肥腐解释放规律基本一致:翻压后的干质量和质量累积减少率均呈现先快后慢的趋势,且 4 种绿肥主要在翻压后 20 d 内腐解较快,随后腐解速率变慢,翻压 120 d 时,白三叶、鼠茅草、黑麦草和鸭茅草的累积减少率分别为 83.17%、67.83%、65.35%、54.07%。4 种绿肥的养分释放速率总体呈先快后慢的趋势,养分累积释放率由快至慢依次为白三叶>鼠茅草>鸭茅草>黑麦草。其中,白三叶的氮、钾和有机碳的释放量在前 20 d 就达到了 50% 以上。整个翻压过程中,总体上碳氮比、碳磷比和碳钾比由高到低依次为黑麦草>鸭茅草>鼠茅草>白三叶。

关键词:南方;桃园;绿肥;腐解特征;养分释放规律

中图分类号:S142 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)11-0294-04

绿肥是清洁的有机肥源,翻压后能为土壤提供大量的碳源和养分^[1],可以改善土壤微生物性状,增加土壤有机质含量^[2]和速效 N、P、K 含量^[3-5],提高果园微生物数量和酶的活性^[6-7],从而改善土壤质量^[8]。南方地区桃园由于长期实行清耕制,农药化肥泛滥而造成水土流失,土壤肥力下降,环境污染,桃的果实和品质不高,果园绿肥作为果园无公害绿色有机肥料,可以“以园养园,以地养树”。桃园绿肥翻压后进入土壤进行腐解并通过矿化释放营养元素,显著增加土壤有机

质含量,有效降低速效化肥施用量,提高土壤肥力^[9]。

迄今国内对绿肥的研究多集中在绿肥覆盖或翻压对土壤肥力特性影响,虽然也有部分学者研究了绿肥的腐解及养分释放特征,其中高桂娟等研究了南方稻田内 3 种绿肥对酶活性的影响^[10-13],但对南方桃园绿肥还田后养分腐解和释放规律的研究还较少,本试验利用网袋研究白三叶、鼠茅草、黑麦草、鸭茅草等 4 种绿肥在桃园土壤中的腐解及全氮、全磷、全钾、有机碳等释放规律,为南方桃园绿肥资源合理利用和土壤改良提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于浙江省台州市临海市小溪桃基地,28°40′~29°04′N,120°49′~121°41′E,土壤质地为壤土,年降水量为 350~500 mm,亚热带季风气候,温暖湿润,四季分明。全年

收稿日期:2019-01-24

基金项目:浙江省台州市科技项目(编号:2015A21005)。

作者简介:洪莉(1974—),女,浙江台州人,硕士,高级农艺师,从事果树生理品质和栽培研究推广。E-mail:850983710@qq.com。

通信作者:陈令会,男,硕士,农艺师,从事果树生理品质和栽培研究推广。E-mail:121985851@qq.com。

[10]裴芸,别之龙. 塑料大棚中不同灌水量上限对生菜生长、品质及生理特性的影响[J]. 农业工程学报,2007,23(9):176-180.

[11]杨文斌,郝仲勇,王凤新,等. 不同灌水下限对温室茼蒿生长和产量的影响[J]. 农业工程学报,2011,27(1):94-98.

[12]刘明池,张慎好,刘向莉. 亏缺灌溉时期对番茄果实品质和产量的影响[J]. 农业工程学报,2005,21(增刊2):92-95.

[13]Bradford R B, Yang S F. Physiololical responses of plants to waterlogging[J]. HortScience,1981,16(1):25-30.

[14]曾建明,谷保静,常杰,等. 茶树工厂化育苗适宜基质水分条件研究[J]. 茶叶科学,2005,25(4):270-274.

[15]陆景陵. 植物营养学(上册)[M]. 2版. 北京:中国农业出版社,2003:179-181.

[16]郑仁娜,阚正荣,苏盛楠,等. 遮光和渍水对小麦幼苗形态和生长的影响[J]. 麦类作物学报,2017,37(2):238-245.

[17]王传凯,郭森,杨青华. 不同灌水下限对水稻生长生理特性及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):114-119.

[18]陈凤,蔡焕杰,王健,等. 杨凌地区冬小麦和夏玉米蒸发蒸腾和作物系数的确定[J]. 农业工程学报,2006,22(5):191-193.

[19]袁宏伟,蒋尚明,汤广民,等. 夏玉米蒸发蒸腾及与土壤含水率、叶面积指数关系研究[J]. 节水灌溉,2015(7):40-42.

[20]王晓燕,陈洪松,王克林. 红壤坡地不同土地利用方式土壤蒸发和植被蒸腾规律研究[J]. 农业工程学报,2007,23(12):41-45.

[21]Kang S Z, Gu B J, Du T S, et al. Crop coefficient and ratio of transpiration to evapotranspiration of winter wheat and maize in a semi-humid region[J]. Agricultural Water Management,2003,59(3):239-254.

[22]姜立,张国斌,张晶,等. 水氮处理对青花菜产量及水肥利用效率的影响[J]. 中国蔬菜,2013(16):66-71.

[23]王维敏. 麦秸、氮肥与土壤混合培养时氮素的固定、矿化与麦秸的分解[J]. 土壤学报,1986,23(2):97-105.

平均气温为 17.1 ℃,年积温为 5 370 ℃,无霜期为 241 d,年均蒸发量为 1 231.4 mm,属于湿润地区,5—6 月为梅雨季节,7—9 月以晴天为主。

1.2 试验方法

2016 年 10 月中旬在桃基地播种白三叶、鼠茅草、黑麦草、鸭茅草,选取 2 年生锦绣黄桃果园,以每 4 行(每行 16 棵桃树)为 1 次重复,分别种植 4 种不同绿肥,设置 3 个重复。鼠茅草用种量为 30 kg/hm²,黑麦草为 30 kg/hm²,鸭茅草为 30 kg/hm²,白三叶(包衣种子)为 90 kg/hm²。土壤疏松耙平后,在下雨前将种子均匀撒播(距离树干 50 cm 以内不播种)。播种后 60、90、120、180 d 分别在每个小区中随机布设 3 个 50 cm×50 cm 的样方,采集样方内的所有草样,再分别从每个小区采集的样品中随机取 50 棵绿肥植株(设置 3 次重复),洗掉泥土并晾晒。待半干时,将 4 个组 12 个样品分别装入纸袋中,70 ℃下烘干 24 h 后用精度为 0.01 g 的电子天平称质量,测定样品的地上部和根部的干质量。

2017 年 6 月下旬在桃基地采集白三叶、鼠茅草、黑麦草、鸭茅草等 4 种草样,采集区共分为 4 个小区。分别在每个小区随机布设 5 个 50 cm×50 cm 的样方,采集样方内的草作为样品,洗掉泥土并晾晒。待半干时,将草剪成 5~8 cm 长的片段,充分混匀后装入纸袋中,70 ℃下烘干 24 h。将干燥草样分装入网袋中,每袋 10 g 左右。将装有草样的网袋随机选择距离树干 40~50 cm 范围深埋 10 cm,每个草样各埋设 20 袋。分别于埋袋后 20、40、60、90、120 d 取样,每次取 4 个重复,用水冲净黏附的泥沙,在温度为 70 ℃下烘干,用精度为 0.01 g 的电子天平称质量,测定样品的剩余量^[14]和有机碳、全氮、全

磷、全钾的含量。

1.3 数据测定方法

测定样品中全碳、全氮、全磷、全钾的含量,并计算:质量累积腐解率=(10 g-剩余样品质量)/10 g×100%;养分累积释放率=(试验前样品养分量-样品剩余养分量)/试验前样品养分量×100%。

用重铬酸钾容量法-外加加热法测定有机碳含量。对于全氮、全磷、全钾含量,使用标准方法测定,浓 H₂SO₄-H₂O₂ 联合消煮,然后用半微量凯氏定氮法测定全氮含量,用钒钼黄比色法测定全磷含量,用火焰光度计法测定全钾含量^[8,15]。

1.4 统计分析

采用 Excel 软件和 Origin 8.0 软件进行数据处理和作图。

2 结果与分析

2.1 不同绿肥的生长量特征

白三叶、鼠茅草、黑麦草、鸭茅草均于播种后 5 d 内萌芽。播种后 60、90、120、180 d,除 90 d 时鸭茅草与鼠茅草无明显差异,以及 60 d 时鼠茅草高于鸭茅草外,各绿肥的地上部干质量总体表现从高到低依次为黑麦草>白三叶>鸭茅草≥鼠茅草,黑麦草的地上部干质量与地下部干质量总体最高(表 1)。从绿肥生长量看出,4 种绿肥均能快速萌芽生长,60 d 内黑麦草的生长量最大,能快速成坪,有利于与杂草竞争,预防杂草;白三叶和鸭茅草生长量较黑麦草小,在生草前期还需要投入一定的人工去除杂草;鼠茅草叶片细长,虽然生长量较小,但是易倒伏,也有利于防止杂草生长。

表 1 不同绿肥的生长量

品种	地上部干质量(g)				地下部干质量(g)			
	60 d	90 d	120 d	180 d	60 d	90 d	120 d	180 d
白三叶	1.58±0.10b	4.68±0.01b	9.67±0.46b	29.00±0.28b	0.53±0.01b	1.01±0.09a	1.71±0.18b	2.90±0.55d
黑麦草	4.81±0.02a	5.07±0.03a	44.60±1.68a	92.29±1.96a	0.91±0.16a	1.02±0.10a	5.44±0.23a	6.34±0.38a
鸭茅草	0.77±0.02d	2.10±0.01c	7.81±0.09c	27.51±0.08c	0.12±0.05d	0.27±0.03b	1.11±0.11c	4.08±0.34c
鼠茅草	0.90±0.10c	2.12±0.11c	4.63±0.04d	24.53±0.80d	0.31±0.09c	1.09±0.13a	1.00±0.17c	5.50±0.28b

注:同列不同小写字母表示不同绿肥处理之间的差异达 5% 显著水平。表 2 同。

2.2 不同绿肥的腐解特征

4 种绿肥埋入土壤中的腐解过程很相似,腐解主要分为 2 个阶段,快速腐解阶段和缓慢腐解阶段。由表 2 可知,4 个草种的干质量下降均表现为先快后慢的趋势。前 20 d 干质量下降较快,其中,白三叶的下降最为明显,前 20 d 质量累积减

少率达 60%,而其他 3 个品种下降率仅为 15%~35% 之间。在 20~60 d 期间,鸭茅草、黑麦草、鼠茅草干质量下降集中于该时期(质量累积减少率总体达到 50% 左右),且速率基本类似,而白三叶该时期的干质量下降较少(约为 20%);而在 60~120 d 时,4 种绿肥基本均呈一个缓慢腐解的过程。

表 2 不同绿肥的腐解特征

品种	质量累积减少率(%)					
	0 d	20 d	40 d	60 d	90 d	120 d
白三叶	0	60.40±8.40a	67.00±2.29a	77.23±3.57a	80.69±0.70a	83.17±0.70a
黑麦草	0	18.31±7.00c	31.10±0.70c	43.57±2.29b	56.36±2.86b	54.07±4.32b
鸭茅草	0	15.18±6.18bc	32.01±3.57c	51.82±14.43b	51.16±9.92b	65.35±4.12c
鼠茅草	0	32.34±3.57b	44.28±2.97b	54.73±2.10b	61.86±6.44b	67.83±4.88b

2.3 不同绿肥的养分释放特征

由图 1 可知,从全氮释放率上来看,白三叶在前 20 d 释放最快,达到 50%,在后期的 100 d 时间里全氮释放率较缓,总量在 30% 左右。其次是鸭茅草和鼠茅草,在 120 d 的时间

里整体全氮释放速率相差不大,是一个缓慢释放的过程,全氮释放率总量在 50% 左右。黑麦草全氮释放率最慢,效果也最差,在 120 d 的时间里全氮释放率只有 38.3%;分析 4 个草种的全磷释放率,可以得出在 120 d 的腐解时间里白三叶和鼠

茅草的全磷释放率明显高于鸭茅草和黑麦草。另外分析全钾释放率和有机碳释放率,可得出类似的结果,即为白三叶 > 鼠茅草 > 鸭茅草 ≥ 黑麦草。综上所述,4 种绿肥的腐解和养分释放速率均总体呈先快后慢的趋势。其中,白三叶腐解和养分释放速率最快,全氮、全钾和有机碳的释放量在前 20 d 就

达到了 50% 以上,其他养分在后期缓慢释放,在 120 d 各养分释放量可达 80% 以上。鼠茅草释放速率在整个腐解过程中较为平均,在 120 d 其各养分释放量也能达到 50% ~ 80%。与白三叶和鼠茅草相比,鸭茅草和黑麦草腐解和养分释放速率较为缓慢。

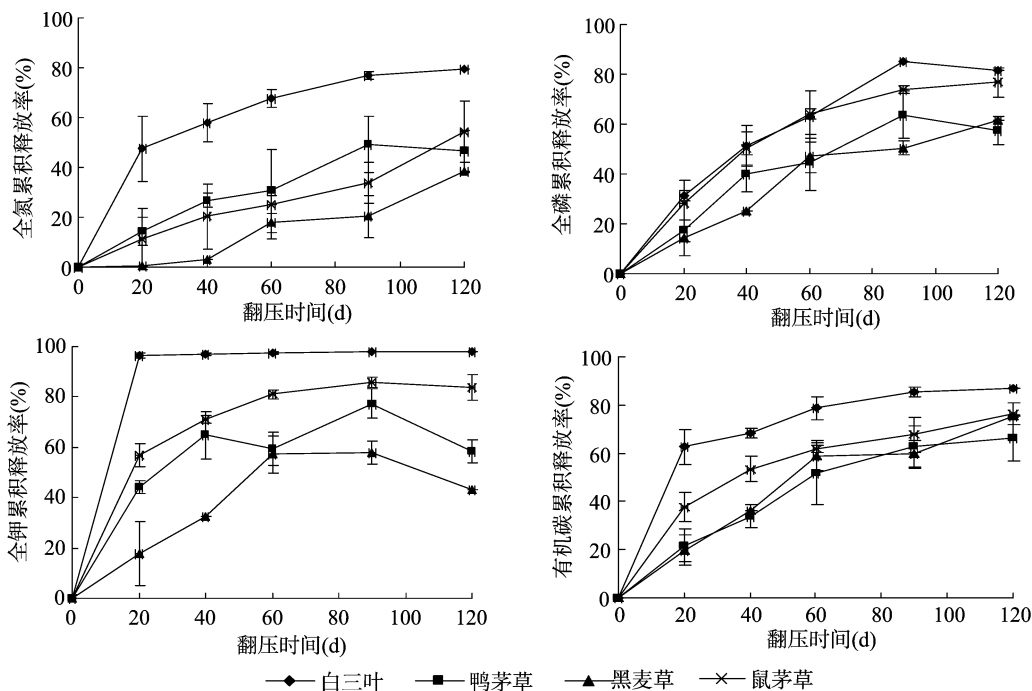


图1 不同绿肥的养分释放速率

2.4 不同绿肥养分比例的变化特征

由图2可知,从碳氮比上来看,其中黑麦草和鼠茅草在前 60 d 内基本表现为持续下降的趋势,且碳氮比下降幅度明显高于白三叶和鸭茅草。而白三叶和鸭茅草在碳氮比上的变化趋势基本相同,即在 0 ~ 60 d 内呈稳步下降趋势;而在 60 ~ 120 d 内基本保持不变,这与黑麦草和鼠茅草表现类似。从碳磷比上来看,黑麦草在翻压的 120 d 内,表现为缓慢下降的趋势,总体比值下降 37.8。而鸭茅草的碳磷比在 120 d 内则是

在 58 ~ 82 的范围内波动,没有明显的趋势。而白三叶和鼠茅草是在 0 ~ 20 d 内呈下降趋势,比值分别下降 14.98、7.62,然后在 20 ~ 90 d 内是一个缓慢上升的阶段,它们的碳磷比分别上升 31.59、7.34,后续的 1 个月内虽然略有下降,但是下降趋势不明显;另外,黑麦草和鸭茅草在碳磷比上的变化趋势与碳氮比的变化趋势类似。在整个翻压过程中,除了碳氮比在 0 ~ 20 d 内有所不同外,碳氮比、碳磷比和碳钾比的变化趋势基本为黑麦草 > 鸭茅草 > 鼠茅草 > 白三叶。

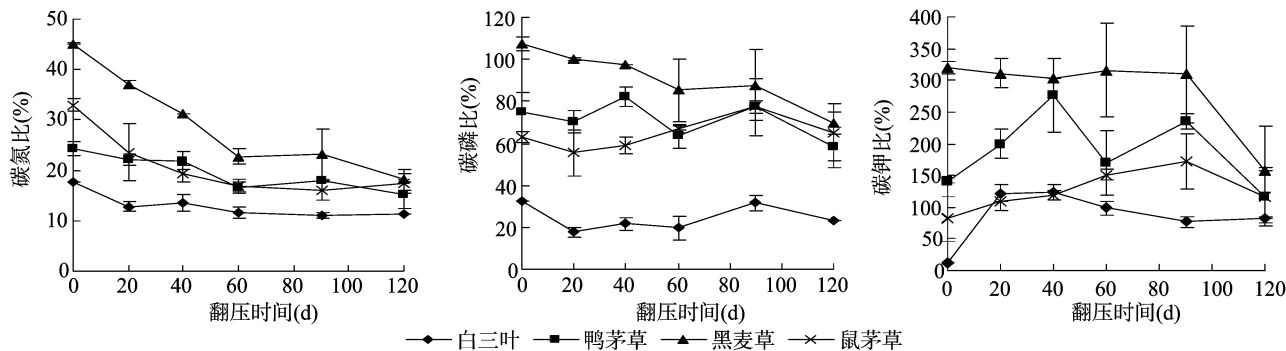


图2 不同绿肥养分比例的变化特征

3 结论与讨论

结果表明,4 种绿肥在南方桃园均能够有效成坪,其中黑麦草能够快速成坪,白三叶和鸭茅草次之,鼠茅草生长量最少。另外,4 种绿肥翻压后的干质量和质量累积减少率均呈

先快后慢的特点,主要是腐解前期绿肥中的可溶性有机物(如多糖、氨基酸、有机酸)以及无机养分较多,为微生物提供了大量的能源和养分,微生物数量增加,腐解速度快,随着翻压时间的延长,残留物中主要成分是难分解的纤维素、木质素等有机物,绿肥的腐解随之减缓,这与赵娜等研究绿肥的腐解情

况^[16-20]类似。其中,白三叶主要在翻压后的 20 d 内腐解较快(质量累积减少率达 60%),而其他 3 种绿肥的主要腐解时间段则主要集中在 0~60 d 内(质量累积减少率达 50% 左右),白三叶为豆科类多年生草本,而黑麦草、鸭茅草和鼠茅草这一类禾本科多年生草本,其茎叶中的纤维素、木质素等有机物含量要高于白三叶,因此,在前期白三叶的腐解速度要高于其他 3 种绿肥,其本身所含的可溶性有机物能够快速还田。4 种绿肥腐解过程中各种养分的释放快慢不同,表现为钾>磷>氮,这与李逢雨等的研究结果^[21]一致。同时,4 种绿肥在养分释放速率上存在一定的差异,总体表现为白三叶>鼠茅草>鸭茅草≥黑麦草。各养分的释放速率与其存在形态关系密切,钾以离子态存在,易溶于水,释放最快,氮、磷以难分解的有机态为主,物理作用下不容易分解,释放较慢。通过对比研究发现,质量累积减少率与碳、氮、磷、钾累积释放率的变化均达到极显著相关,白三叶在腐解率和养分释放率上均表现为最快,黑麦草则为最慢。综上所述,根据 4 种绿肥在南方地区的生长和腐解情况,再结合南方地区春夏以高温多雨为主,杂草生长旺盛,秋冬季雨量偏少,杂草生长势较弱的现状,建议若在春季播种绿肥,可选择黑麦草进行播种,它可以快速成坪,达到压制其他杂草的目的,但也因为其生长量过大,对土壤的肥力有一定的消耗,并且割青后有机质还田较慢,因此最好在晚熟桃园进行黑麦草播种,并且在果实生长期提前割青,这样可以达到充分利用腐解养分的目的。若在秋季 10 月上中旬播种绿肥,则可选择白三叶进行播种,前期需要对果园进行杂草清除,这样有利于白三叶对其他杂草在生长势上建立优势,从而达到清除杂草的作用,并且白三叶生长势中庸,基本跟桃树不形成争水争肥现象,割青后腐解和养分释放速率较快,能够快速补充土壤中的有机质含量,因此其在南方桃园的应用前景非常广阔。

绿肥在土壤中的腐解与绿肥的碳氮比有关,微生物对有机质正常分解的碳氮比为 25:1^[22]。碳氮比过大不利于微生物的分解,且要消耗土壤中的有效态氮。本研究中除了黑麦草碳氮比较高(45.16)外,其他 3 种绿肥的碳氮比都较适于腐解。在试验过程中,碳氮比呈现先快速后稳步下降趋势,表明前期氮释放较快,后期较缓。因此,在实际果园的绿肥翻压过程中为保证后期氮的供应,应在后期进行适当补充氮肥。本研究未对 4 种绿肥在腐解过程中土壤性质尤其是土壤的养分特性进行同步研究,因而无法定量明确绿肥翻压对土壤的作用,但施用有机肥培肥土壤的作用毋庸置疑。已有的研究表明,翻压绿肥能增加土壤有机无机复合状况。因此,必须连续施用有机肥或种植翻压绿肥才能使土壤有机质含量恢复到原有水平,以实现土壤的可持续性发展。而为了更合理地种植和翻压绿肥,并将其作为一种措施加以推广,针对绿肥翻压的一些具体技术(如适宜的翻压时期和翻压量等)尚须进一步研究。

参考文献:

[1]曹卫东,黄鸿翔. 关于我国恢复和发展绿肥若干问题的思考[J].

- 中国土壤与肥料,2009(4):1-3.
- [2]邓丰产,安贵阳,郁俊谊,等. 渭北旱塬苹果园的生草效应[J]. 果树学报,2003,20(6):506-508.
- [3]陈清西,廖镜思,郑国华,等. 果园生草对幼龄龙眼园土壤肥力和树体生长的影响[J]. 福建农业大学学报,1996(4):44-47.
- [4]黄显淦,刘文革,冯玉宁. 果园夏绿肥绿豆压青后的养分释放[J]. 果树科学,1996(2):109-110.
- [5]范宏伟. 山地板栗园覆草效应的研究[J]. 果树学报,2002,19(3):180-183.
- [6]龙 妍,惠竹梅,程建梅,等. 生草葡萄园土壤微生物分布及土壤酶活性研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(6):99-103.
- [7]沈程文,肖润林,徐华勤,等. 覆盖与间作对亚热带丘陵区茶园土壤微生物量的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(3):141-144.
- [8]潘福霞,鲁剑巍,刘 威,等. 三种不同绿肥的腐解和养分释放特征研究[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(1):216-223.
- [9]吕丽霞,廖超英,张立新,等. 渭北果园白三叶与黑麦草不同配比的腐解及养分释放规律[J]. 西北农业学报,2013,22(5):162-169.
- [10]Hundal H S,莫治雄. 绿肥对淹水土壤磷吸附特性的改良效果[J]. 土壤学进展,1990(3):53-54.
- [11]Piotrowska A, Wilczewski E. Effects of catch crops cultivated for green manure and mineral nitrogen fertilization on soil enzyme activities and chemical properties[J]. Geoderma,2012,189-190:72-80.
- [12]Xu L L, Wang Q B, Zhang X Y, et al. Effects of applying different kind fertilizers on enzyme activities related to carbon, nitrogen, and phosphorus cycles in reddish paddy soil[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2013,24(4):909-914.
- [13]邓小华,罗 伟,周米良,等. 绿肥在湘西烟田中的腐解和养分释放动态[J]. 烟草科技,2015,48(6):13-18.
- [14]林心雄,吴顺龄,车玉琴,等. 干旱和半干旱地区测定有机物分解速率的尼龙网袋法[J]. 土壤,1992,24(6):315-318.
- [15]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000:43-48.
- [16]赵 娜. 夏闲期种植豆科绿肥对旱地土壤性质和冬小麦生长的影响及其机制[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2010:5-8.
- [17]崔志强,李宪利,崔天舒. 果园绿肥腐解及养分释放动态研究[J]. 中国农学通报,2014,30(22):121-127.
- [18]何念祖,林咸永,林荣新,等. 面施和深施对秸秆中氮磷钾释放的影响[J]. 土壤通报,1995,26(7):420-421.
- [19]Lupwayi N Z, Clayton G W, O'donovan J T, et al. Nitrogen release during decomposition of crop residues under conventional and zero tillage[J]. Canadian Journal of Soil Science,2006,86(1):11-19.
- [20]宋 莉,韩 上,鲁剑巍,等. 油菜秸秆、紫云英绿肥及其不同比例配施还田的腐解及养分释放规律研究[J]. 中国土壤与肥料,2015(3):100-104.
- [21]李逢雨,孙锡发,冯文强,等. 麦秆、油菜秆还田腐解速率及养分释放规律研究[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(2):374-380.
- [22]胡宏祥,汪玉芳,邸云飞,等. 油菜秸秆腐解进程及碳氮释放规律研究[J]. 皖西学院学报,2012,28(5):101-105.