

DOI: 10.13758/j.cnki.tr.2021.02.013

李文旺, 周世洋, 刘敏, 等. 不同地面覆盖对土壤性状和秋播大蒜产量及品质的影响. 土壤, 2021, 53(2): 305–312.

不同地面覆盖对土壤性状和秋播大蒜产量及品质的影响^①

李文旺^{1,2}, 周世洋³, 刘敏^{1,2}, 蒋芳玲^{1,2}, 彭怡琳^{1,2}, 吴震^{1,2*}

(1 南京农业大学园艺学院, 南京 210095; 2 农业部华东地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 南京 210095; 3 贵州省麻江县农业农村局, 贵州麻江 557600)

摘要: 为探究秋播大蒜适宜的地面覆盖类型及其对大蒜产量的影响机制, 从而为地面覆盖在大蒜高产高效栽培中的应用提供理论依据, 以‘麻江红蒜’为试验材料, 以不覆盖处理为对照, 分别设置白色地膜、黑色地膜、银灰色地膜、1~2 cm 和 3~4 cm 稻草、1~2 cm 和 3~4 cm 稻壳共 7 种地面覆盖处理, 分析不同处理对土壤含水量、温度和酶活性以及大蒜产量和品质的影响。结果表明: 地面覆盖处理均可提高 0~10 cm 土层的含水量, 而对 10~20 cm 土层的含水量影响不显著; 3 种地膜覆盖处理可不同程度地提高土壤温度, 其中以白色地膜的增温效果最好, 而稻草和稻壳覆盖处理的土壤温度与对照间差异不显著; 不同处理均不同程度地提高了土壤酶活性, 其中脲酶活性以白色地膜和 1~2 cm 稻草覆盖处理最高, 酸性磷酸酶活性以白色地膜和银灰色地膜覆盖处理最高, 蔗糖酶活性以白色地膜覆盖处理最高。与对照相比, 白色地膜和黑色地膜覆盖处理可显著促进大蒜的植株生长, 蒜薹产量和鳞茎鲜重产量均以白色地膜覆盖处理最高(367.63 kg/667m² 和 653.57 kg/667m²), 黑色地膜覆盖处理次之(287.73 kg/667m² 和 363.80 kg/667m²), 两者显著高于对照及其他处理; 鳞茎品质总体上以白色地膜覆盖处理最好, 与对照相比, 其可溶性糖(192.1 mg/g)、可溶性蛋白(23.67 mg/g)和大蒜素(5.13 mg/g)含量均显著提高。综合分析认为: 地膜覆盖可以改善土壤含水量和温度, 稻草和稻壳覆盖仅提高了土壤含水量, 但不同处理均可提高土壤酶活性, 促进大蒜产量和品质的提高, 以白色地膜覆盖的效果最好, 黑色地膜覆盖次之。

关键词: 地膜覆盖; 有机覆盖; 土壤酶; 大蒜

中图分类号: S633.4 **文献标志码:** A

Effects of Different Ground Mulches on Soil Properties, Yield and Quality of Autumn-sown Garlic

LI Wenwang^{1,2}, ZHOU Shiyang³, LIU Min^{1,2}, JIANG Fangling^{1,2}, PENG Yilin^{1,2}, WU Zhen^{1,2*}

(1 College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2 Key Laboratory of Biology and Germplasm Enhancement of Horticultural Crops in East China, Ministry of Agriculture, Nanjing 210095, China; 3 Agricultural and Rural Bureau of Majiang County, Guizhou Province, Majiang, Guizhou 557600, China)

Abstract: In order to explore the suitable ground mulch types of autumn-sown garlic and its influence mechanism on garlic yield, so as to provide theoretical basis for the application of ground mulch in garlic high-yield and high-efficiency cultivation. 'Majiang red garlic' was selected as plant material, taking no mulch as the control(CK), 7 kinds of mulches were designed, including white plastic film, black plastic film, silver-gray plastic film, 1–2 cm and 3–4 cm straw, 1–2 cm and 3–4 cm rice husk, and then the effects of different mulches on soil moisture, temperature, enzyme activity and garlic yield, and quality were studied. The results showed that all mulches increased soil moisture in 0–10 cm soil layer, but had no significant effect on soil moisture in 10–20 cm soil layer. Plastic film mulches treatments increased soil temperature, among which white plastic film had the best warming effect, while soil temperature under straw and rice husk mulches treatments had no significant difference with CK. All mulches improved soil enzyme activities, among of which, urease activity was highest in the treatments with white plastic film and 1–2 cm straw, acid phosphatase activity was highest in the treatments with white plastic film and silver-gray plastic film, and sucrose activity was highest under mulch of white plastic film treatment. Compared with CK, the treatments of white and black

①基金项目: 国家自然科学基金项目(31372056, 31872125)、中央高校基本科研业务费-科技扶贫专项(KJFP201702)和江苏高校优势学科建设工程项目-现代园艺科学资助。

* 通讯作者(zpzx@njau.edu.cn)

作者简介: 李文旺(1993—), 男, 山东菏泽人, 硕士研究生, 主要研究方向为蔬菜生理生态。E-mail: 2017104073@njau.edu.cn

plastic film mulches significantly promoted garlic growth. The yield of garlic bolt and fresh weight of bulb were the highest under mulch of white plastic film treatment (367.63 kg/667m² and 653.57 kg/667m²), followed by black plastic film treatment (287.73 kg/667m² and 363.80 kg/667m²), which were significantly higher than those of other treatments. The best quality of bulb was obtained under mulch of white plastic film treatment, compared with the CK, its soluble sugar (192.21 mg/g), soluble protein (23.67 mg/g) and allicin (5.13 mg/g) contents were significantly increased. In conclusion, plastic film mulches improved soil moisture and temperature, straw and rice husk mulches only increased soil moisture. All mulches increased enzyme activity and improve the yield and quality of garlic. The effect of covering with white plastic film was the best, followed by black plastic film.

Key words: Plastic film mulching; Organic mulching; Soil enzyme; Garlic

大蒜(*Allium sativum* L.)为百合科葱属两年生草本植物,其作为蔬菜调味品,风味独特,具有很高的营养价值和药用价值^[1]。大蒜作为我国在国际市场上具有较强竞争力的重要出口蔬菜之一,2012年大蒜出口量约占全世界大蒜出口总量的72.55%^[2]。近年来,我国大蒜的出口量显著下降,大蒜产量和品质逐年降低,以‘麻江红蒜’为例,麻江县贤昌镇2017年大蒜亩产量仅为10年前的1/2^[3]。大蒜产量和品质的提高受外界环境和栽培措施的影响,良好的栽培措施可为大蒜生长发育提供适宜的生长环境,是产出优质蒜薹和蒜头的必要条件。其中,地面覆盖作为重要的栽培措施,在改善土壤理化性质和提高作物产量品质方面发挥着重要的作用,已广泛应用于不同作物栽培中。

地面覆盖不仅具有增温、保墒、提高土壤肥力等效果,并可提高土壤酶活性及微生物多样性,促进作物生长发育及产量和品质的提高^[4-8]。地面覆盖主要包括塑料薄膜覆盖、秸秆覆盖、砂砾覆盖等。塑料薄膜覆盖是目前应用最普遍的覆盖类型,其中白色地膜透光率高、增温效果显著,黑色地膜抑制杂草效果显著,使得这两种地膜在生产中被广泛使用;银灰色地膜因其反光功能较强,近年逐渐流行。有机覆盖中,稻草和稻壳作为丰富的农业废弃资源,能够保水保墒,有效抑制杂草,提高土壤速效养分的含量,为作物生长提供稳定的土壤环境^[9-10]。虽然经过多年的探索研究,我国发展并完善了包括地膜、秸秆在内的多种地面覆盖技术,对主要农作物的产量和品质提高起到了巨大的推动作用,但是在大蒜栽培上的研究很少,尤其是不同颜色地膜和有机覆盖对比试验的研究较少。此外,关于地面覆盖对大蒜产量和品质影响的机制还尚不明确,亟待探明因地面覆盖模式引起的土壤水分、温度和酶活性的变化对大蒜产量变化的影响。

因此,本试验以大蒜地方品种‘麻江红蒜’为试验材料,以不覆盖处理为对照,设置白色地膜、黑色地

膜、银灰色地膜、两种厚度的稻草和稻壳共7种地面覆盖处理,通过明确不同覆盖条件下土壤水热状况和酶活性的变化,分析不同地面覆盖对大蒜植株生长、蒜薹及鳞茎产量、鳞茎品质的影响,确定秋播大蒜适宜的地面覆盖类型,探明不同颜色地膜和有机覆盖对大蒜产量和品质影响机制的区别,既可为不同颜色地膜覆盖和有机覆盖在其他作物栽培中的应用提供理论依据,还可为地面覆盖种植模式的大面积推广和进一步优化发展提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地点与材料

田间试验于2017年10月至2018年5月在江苏省农博园试验基地(江苏句容)进行。试验土壤为壤土,基本理化性质为:pH 5.09,有机质含量26.18 g/kg,碱解氮含量164.50 mg/kg,有效磷含量35.04 mg/kg,速效钾含量189.00 mg/kg。

供试大蒜为贵州省麻江县地方品种‘麻江红蒜’,由贵州省麻江县农业局提供。

1.2 试验设计

试验以不覆盖处理为对照(CK),共设7种覆盖处理,分别为:白色地膜(T1)、黑色地膜(T2)、银灰色地膜(T3),1~2 cm 稻草(T4)、3~4 cm 稻草(T5)、1~2 cm 稻壳(T6)、3~4 cm 稻壳(T7)。播种前整地并施入三元复合肥(N、P、K含量为15-15-15),施肥量为80 kg/667m²,种植密度均为3万株/667m²(行株距20 cm×11 cm),其他管理措施按照规范要求操作。2017年10月20日播种,2017年10月26日出苗,2018年4月30日收获蒜薹,2018年5月27日收获鳞茎。采用高畦栽培,每小区设置1畦,面积为2 m×3 m,每个处理重复3次,共24个小区,采用随机区组排列。

试验采用的地膜均为厚度0.008 mm、宽2.0 m的普通农用地膜,稻草、稻壳来源于当地收获后的水稻。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 土壤理化指标 分别在大蒜生长发育 4 个关键时期(幼苗期、鳞芽花芽分化期、蒜薹伸长期和鳞茎膨大期)测定土壤含水量、温度和酶活性。

各小区随机选择 3 个点采集 0~10 cm 和 10~20 cm 土层土样,采用烘干法^[11]测定土壤含水量;分别于早晨(6:00—8:00)、中午(12:00—14:00)、傍晚(17:00—18:30)测定 0~10 cm 和 10~20 cm 土层的温度,各小区每天随机选取 1 个点,连续测定 3 d,取其平均值作为日均土壤温度;各小区按 5 点取样法采集 0~20 cm 土层土样并混匀,参考《土壤酶及其研究法》^[12]测定土壤酶活性,其中脲酶采用苯酚钠-次氯酸钠比色法,蔗糖酶采用 3,5-二硝基水杨酸比色法,酸性磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法。

1.3.2 大蒜生长指标 分别在大蒜生长发育的前 3 个关键时期(幼苗期、鳞芽花芽分化期、蒜薹伸长期)分别测定大蒜株高、假茎粗、假茎长和单株鲜重等植株生长指标。在鳞茎膨大期,大蒜地上部均已干枯,未测定植株生长指标。

1.3.3 产量及品质指标 分别在 2018 年 4 月 30 日和 5 月 27 日采收蒜薹和鳞茎,测定蒜薹和鳞茎产量。在鳞茎采收后测定其营养品质:可溶性糖采用葱

酮比色法测定^[13],可溶性蛋白质采用考马斯亮蓝比色法测定^[13],维生素 C 采用分光光度法测定^[14],大蒜素采用苯胺比色法测定^[15]。

1.4 数据处理

使用 Microsoft Excel 2010 进行数据处理及图表绘制,利用 SPSS 20.0 软件进行统计分析,采用 Duncan 新复极差法进行多重比较($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同地面覆盖对土壤含水量和温度的影响

由表 1 可知,地面覆盖可以不同程度地提高大蒜各生育期的土壤含水量,特别是对表层土壤(0~10 cm)含水量的影响更加显著。在 0~10 cm 土层,除鳞芽花芽分化期外的 3 个时期,地面覆盖处理土壤含水量均显著高于 CK,并且 T7 处理在 4 个时期的土壤含水量始终最高,其次是 T3 处理,而 T1 和 T2 处理的土壤含水量处于中间水平。随着土层的加深,不同覆盖处理对土壤含水量的调控作用逐渐减弱,在鳞芽花芽分化期,仅 T3 和 T5 处理的土壤含水量显著高于 CK,而在另外 3 个时期,不同处理之间、各处理与 CK 之间的土壤含水量均无显著差异。

表 1 不同地面覆盖对大蒜各生育期土壤含水量的影响

Table 1 Soil moistures under different ground mulches in different growth stages of garlic

土层深度(cm)	处理	土壤含水量(g/kg)			
		幼苗期	鳞芽花芽分化期	蒜薹伸长期	鳞茎膨大期
0~10	CK	278.18 ± 7.98 c	237.82 ± 5.91 d	230.13 ± 5.45 d	218.17 ± 5.71 e
	T1	312.40 ± 4.54 ab	257.29 ± 6.03 bcd	266.04 ± 6.99 c	267.80 ± 3.18 bcd
	T2	306.07 ± 10.77 ab	284.06 ± 11.87 ab	273.54 ± 11.33 bc	264.16 ± 11.78 cd
	T3	312.66 ± 4.06 ab	293.58 ± 9.50 a	291.44 ± 5.20 ab	281.42 ± 4.15 abc
	T4	297.45 ± 5.17 b	262.67 ± 11.13 bcd	269.79 ± 6.10 bc	245.84 ± 5.52 d
	T5	308.76 ± 3.19 ab	276.46 ± 7.13 abc	286.40 ± 4.28 abc	296.40 ± 21.01 ab
	T6	312.06 ± 5.11 ab	249.74 ± 14.55 cd	270.26 ± 9.80 bc	265.15 ± 6.81 cd
	T7	320.49 ± 3.59 a	296.70 ± 8.39 a	295.63 ± 3.31 a	300.86 ± 5.47 a
10~20	CK	240.10 ± 11.12 a	239.87 ± 7.67 c	243.46 ± 6.38 a	240.31 ± 5.57 a
	T1	253.48 ± 14.73 a	252.06 ± 10.57 bc	248.46 ± 10.46 a	242.37 ± 9.08 a
	T2	241.06 ± 6.80 a	258.09 ± 10.29 abc	243.84 ± 9.81 a	241.12 ± 10.82 a
	T3	257.18 ± 10.64 a	288.23 ± 8.55 a	265.32 ± 10.67 a	251.91 ± 10.70 a
	T4	235.47 ± 10.27 a	244.08 ± 9.29 bc	239.76 ± 13.72 a	245.09 ± 5.81 a
	T5	247.09 ± 6.85 a	273.34 ± 10.53 ab	249.54 ± 17.96 a	245.99 ± 11.65 a
	T6	246.38 ± 8.41 a	277.41 ± 9.46 bc	257.45 ± 8.76 a	246.41 ± 6.55 a
	T7	242.20 ± 11.12 a	270.06 ± 13.49 abc	262.01 ± 9.45 a	234.53 ± 7.10 a

注:表中同列不同小写字母表示同一土层(或同一时期)不同处理间差异达 $P < 0.05$ 显著水平,下同。

由表 2 可以看出,随着大蒜生长季节的变化,不同地面覆盖处理土壤温度均呈现“逐渐增高”的趋势;

对于两种深度的土层,以地膜覆盖处理(T1、T2、T3)的增温效果较好,而稻草(T4、T5)、稻壳(T6、T7)

覆盖处理的增温效果较差,甚至低于 CK 温度,并且覆盖越厚,土壤温度越低;不同地面覆盖中,以白色地膜覆盖处理(T1)的增温效果最好。

对 0~10 cm 土层,在寒冷的大蒜幼苗期,白色地膜覆盖处理(T1)下的土壤温度显著高于 CK,随着大蒜生育期的推进,其增温效果有逐渐减弱的趋势;在鳞茎膨大期时,各处理的土壤温度与 CK 均无差

异;4 个时期,T1 处理的土壤温度始终显著高于 T4、T5、T6、T7 处理。随着土层的加深,各处理的土壤温度均逐渐降低,但 T1 处理仍可以显著提高 4 个时期 10~20 cm 土层的温度,而稻草和稻壳覆盖处理的土壤温度与 CK 无显著差异;鳞茎膨大期时,随着稻草和稻壳覆盖厚度的增加,T5 和 T7 处理的土壤温度还会显著低于 CK。

表 2 不同地面覆盖对大蒜各生育期土壤温度的影响
Table 2 Soil temperatures under different ground mulches in different growth stages of garlic

土层深度(cm)	处理	土壤温度(°C)			
		幼苗期	鳞芽花芽分化期	蒜薹伸长期	鳞茎膨大期
0~10	CK	11.00 ± 1.13 b	22.19 ± 0.74 ab	23.72 ± 0.68 b	33.78 ± 1.10 ab
	T1	14.94 ± 1.25 a	23.58 ± 0.68 a	26.96 ± 0.76 a	36.67 ± 1.34 a
	T2	12.36 ± 1.12 ab	22.94 ± 0.68 ab	24.56 ± 0.66 b	33.50 ± 0.91 ab
	T3	12.14 ± 1.04 ab	23.47 ± 0.64 a	24.56 ± 0.79 b	34.11 ± 1.06 ab
	T4	10.00 ± 0.87 b	20.87 ± 0.63 b	23.22 ± 0.66 b	31.50 ± 1.01 b
	T5	10.72 ± 1.01 b	20.89 ± 0.69 b	23.13 ± 0.64 b	30.83 ± 1.08 b
	T6	10.56 ± 0.84 b	21.39 ± 0.65 b	24.13 ± 0.59 b	32.17 ± 0.90 b
	T7	10.44 ± 0.93 b	21.00 ± 0.67 b	23.61 ± 0.63 b	31.39 ± 1.25 b
10~20	CK	8.58 ± 1.06 b	19.06 ± 0.56 abc	20.22 ± 0.42 cd	28.50 ± 0.62 bc
	T1	11.42 ± 0.51 a	20.11 ± 0.42 a	23.78 ± 0.57 a	31.06 ± 0.83 a
	T2	8.58 ± 0.43 b	19.44 ± 0.38 a	21.32 ± 0.40 bc	29.06 ± 0.53 b
	T3	8.56 ± 0.40 b	19.36 ± 0.36 ab	21.56 ± 0.48 b	29.06 ± 0.67 b
	T4	7.78 ± 0.32 b	18.28 ± 0.31 bc	20.46 ± 0.32 bcd	27.44 ± 0.43 bcd
	T5	7.36 ± 0.27 b	17.94 ± 0.26 c	19.94 ± 0.27 d	26.44 ± 0.34 d
	T6	7.78 ± 0.29 b	18.33 ± 0.24 bc	20.57 ± 0.30 bcd	27.06 ± 0.32 cd
	T7	7.31 ± 0.27 b	17.94 ± 0.23 c	20.13 ± 0.26 cd	26.17 ± 0.36 d

2.2 不同地面覆盖对土壤酶活性的影响

由图 1A 可知,不同处理的土壤脲酶活性总体上以 T1 和 T4 处理最高。在幼苗期和鳞芽花芽分化期,与 CK 相比,各覆盖处理的土壤脲酶活性均无显著差异;随着温度的升高,不同处理间的土壤脲酶活性逐渐出现差异,在蒜薹伸长期,以 T4 处理的脲酶活性最高,与 CK 相比,T1、T2、T4、T6 处理的脲酶活性提高了 20.39%(T6)~40.43%(T4);在鳞茎膨大期,以 T1 和 T4 处理的脲酶活性最高,分别较 CK 提高了 48.53% 和 50.56%。

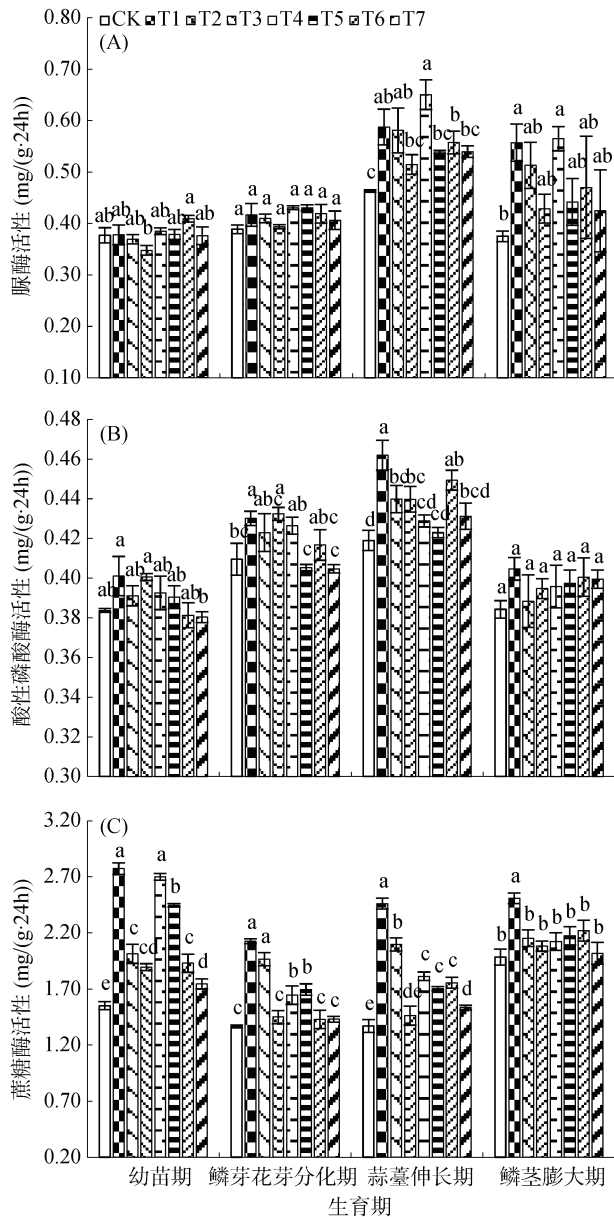
由图 1B 可知,不同处理的土壤酸性磷酸酶活性总体上以 T1 和 T3 处理最高。在幼苗期和鳞芽花芽分化期,以 T1、T3 处理的酸性磷酸酶活性最高,T7 处理最低;在蒜薹伸长期,以 T1 处理最高,CK 最低,T1、T2、T3、T6 处理较 CK 提高了 4.94%(T3)~10.24%(T1);而在鳞茎膨大期时,不同处理之间、各处理与 CK 之间均无显著差异。

由图 1C 可知,不同处理的土壤蔗糖酶活性总体上以 T1 处理最高。在幼苗期,以 T1、T4 处理的蔗糖酶活性最高,与 CK 相比,T1~T7 提高了 12.48%(T7)~78.76%(T1);在鳞芽花芽分化期,以 T1、T2 处理最高,与 CK 相比,T1、T2、T4、T5 处理提高了 20.47%(T4)~55.58%(T1);在蒜薹伸长期,以 T1 处理最高,与 CK 相比,除 T3 处理外,其他处理提高了 11.93%(T7)~79.57%(T1);在鳞茎膨大期,仅 T1 处理显著高于 CK。

2.3 不同地面覆盖对大蒜植株生长的影响

由表 3 可知,随着大蒜生长期的延长,不同处理的大蒜株高、假茎粗、假茎长及单株鲜重均逐渐增加,其中 T1、T2 处理对大蒜生长的促进作用较明显,尤其以 T1 处理的效果最为显著。可见,白色地膜覆盖更加有利于促进‘麻江红蒜’的生长发育,从而为大蒜的高产奠定基础。

在幼苗期,除 T3 处理外其他处理均可提高大蒜



(图中不同小写字母表示同一时期不同处理间差异达到 $P < 0.05$ 显著水平)

图 1 不同地面覆盖对土壤脲酶(A)、酸性磷酸酶(B)和蔗糖酶(C)活性的影响

Fig.1 Activities of soil urease (A), acid phosphatase (B) and sucrose (C) under different ground mulches

株高, 其中 T1 和 T2 处理还可显著提高大蒜假茎粗; 而不同覆盖处理均促进了大蒜的假茎长; 对于单株鲜重, 以 T1 处理最高, CK 最低, 与 CK 相比, 除 T5 处理外的其他处理均显著提高。在鳞芽花芽分化期, 以 T1 处理的各项农艺性状指标最高, 可显著促进大蒜生长; 各覆盖处理均显著提高了大蒜的株高、假茎长和单株鲜重, 其中仅 T1 处理显著提高了大蒜假茎粗; 此外, 不同地面覆盖处理中以 T1 处理的株高、T1 和 T2 处理的单株鲜重显著高于其他处理。在蒜薹

伸长期, T1 和 T2 处理可显著促进大蒜株高和假茎粗, 且不同覆盖处理中仅 T1 和 T2 处理显著高于 CK; 对于假茎长, 与 CK 相比, T1 处理显著提高, 而 T3 处理显著降低; 对于单株鲜重, 以 T1 处理最高, 与 CK 相比, T1、T2、T3、T4 处理的单株鲜重均可显著提高。

2.4 不同地面覆盖对大蒜产量及品质的影响

由表 4 可知, 进行地面覆盖可不同程度地影响大蒜蒜薹及鳞茎产量, T1、T2、T3、T6、T7 处理均有增加蒜薹及鳞茎产量的效果, 其中以 T1 处理(白色地膜覆盖)的增产效果最显著, 其次是 T2 处理(黑色地膜覆盖), 而 T4、T5 处理与 CK 间差异不显著, 若稻草覆盖过厚(T5 处理)还有减产趋势。

对于单蒜薹鲜重, 以 T1 处理(12.13 g)最高, T2 处理(9.89 g)次之, CK(6.07 g)最低, 与 CK 相比, T1、T2、T3、T7 处理的单蒜薹鲜重显著提高, 不同处理之间以 T1、T2、T3 处理显著高于其他处理。对于蒜薹产量, 以 T1 处理(367.63 kg/667m²)最高, T2 处理(287.73 kg/667m²)次之, CK(115.58 kg/667m²)最低, 与 CK 相比, T1、T2、T3、T6、T7 处理的蒜薹产量显著增高, 不同覆盖处理之间以 T1、T2、T3、T6 处理显著高于其他处理。

对于单鳞茎鲜重, 以 T1 处理(30.69 g)最高, T2 处理(18.86 g)次之, CK(11.13 g)最低, 与 CK 相比, T1、T2、T3、T6、T7 处理的单鳞茎鲜重显著提高, 不同覆盖处理之间以 T1、T2 处理显著高于其他处理。对于鳞茎鲜重产量, 由于受冬季强降雨雪天气造成的低温冻害影响, 使得鳞茎产量受到不同程度的影响, 与 CK 相比, T1、T2、T3、T7 处理的鳞茎产量显著提高; 由于白色地膜的增温效果较好, T1 处理仍保持较高的鳞茎鲜重产量(653.57 kg/667m²), 并显著高于其他处理, 其中以 T5 处理的鳞茎产量最低。

由表 5 可知, 不同地面覆盖对大蒜鳞茎品质的影响不同, 其中以白色地膜覆盖处理(T1)的鳞茎品质最好, 其可溶性糖、可溶性蛋白、大蒜素含量均显著高于 CK, 分别较 CK 提高了 13.31%、14.13%、24.51%。表明覆盖白色地膜更加有利于大蒜营养物质的积累, 改善‘麻江红蒜’的鳞茎品质。

对于可溶性糖含量, 以 T1 处理(192.21 mg/g)最高, CK(169.63 mg/g)最低, 与 CK 相比, 除 T3 处理外的其他处理均显著提高, 不同覆盖处理之间以 T1 处理显著高于其他处理。对于可溶性蛋白, 以 T1(23.67 mg/g)、T2(23.64 mg/g)、T4(23.58 mg/g)处理最高, CK(20.74 mg/g)最低, 与 CK 相比, 仅 T1、T2

表 3 不同地面覆盖对大蒜株高、假茎粗、假茎长及单株鲜重的影响

Table 3 Plant heights, pseudo-stem diameters, pseudo-stem lengths and fresh weights per plant of garlic under different ground mulches

时期	处理	株高(cm)	假茎粗(mm)	假茎长(cm)	单株鲜重(g)
幼苗期	CK	11.34 ± 0.63 b	4.56 ± 0.32 c	2.77 ± 0.13 d	4.57 ± 0.11 f
	T1	18.28 ± 1.02 a	5.92 ± 0.35 ab	3.91 ± 0.19 b	9.74 ± 0.08 a
	T2	18.46 ± 0.76 a	6.36 ± 0.55 a	4.81 ± 0.20 a	7.54 ± 0.08 b
	T3	12.89 ± 0.94 b	4.91 ± 0.55 bc	3.37 ± 0.20 c	5.52 ± 0.09 de
	T4	16.73 ± 0.69 a	4.81 ± 0.35 bc	4.72 ± 0.16 a	6.20 ± 0.30 cd
	T5	16.89 ± 0.67 a	4.93 ± 0.20 bc	4.76 ± 0.16 a	5.26 ± 0.40 ef
	T6	16.95 ± 0.75 a	5.23 ± 0.31 abc	4.20 ± 0.12 b	6.80 ± 0.30 bc
鳞芽花芽分化期	CK	30.17 ± 1.25 c	6.75 ± 0.30 b	11.21 ± 0.38 d	9.67 ± 0.68 e
	T1	46.83 ± 2.63 a	9.12 ± 0.65 a	16.17 ± 0.60 ab	25.61 ± 0.90 a
	T2	41.08 ± 1.81 b	8.11 ± 0.45 ab	13.75 ± 0.39 c	18.12 ± 0.52 b
	T3	37.08 ± 1.73 b	7.17 ± 0.35 b	13.08 ± 0.69 c	13.32 ± 0.48 d
	T4	37.92 ± 1.26 b	7.21 ± 0.36 b	13.75 ± 0.37 c	12.25 ± 0.64 d
	T5	37.17 ± 1.91 b	7.10 ± 0.50 b	14.42 ± 0.80 abc	12.30 ± 0.42 d
	T6	41.09 ± 1.59 b	7.76 ± 0.45 ab	14.77 ± 0.56 abc	15.85 ± 0.30 c
蒜薹伸长期	CK	42.56 ± 2.34 cd	7.69 ± 0.66 c	19.56 ± 0.93 b	25.63 ± 0.42 ef
	T1	56.78 ± 1.53 a	10.19 ± 0.52 a	22.89 ± 0.86 a	49.91 ± 1.70 a
	T2	51.50 ± 2.54 ab	9.99 ± 0.55 ab	18.25 ± 1.06 bc	37.19 ± 0.98 b
	T3	39.00 ± 1.91 d	8.13 ± 0.65 c	16.78 ± 0.52 c	29.30 ± 0.58 c
	T4	48.33 ± 2.08 bc	8.52 ± 0.54 bc	20.89 ± 0.61 ab	28.22 ± 1.11 cd
	T5	45.33 ± 2.24 bcd	7.46 ± 0.41 c	20.67 ± 1.27 ab	21.45 ± 0.98 f
	T6	44.11 ± 1.18 cd	7.82 ± 0.23 c	20.33 ± 0.73 ab	23.37 ± 0.58 ef
T7	42.67 ± 2.51 cd	7.64 ± 0.63 c	18.67 ± 0.99 bc	22.93 ± 0.80 ef	

表 4 不同地面覆盖对大蒜蒜薹及鳞茎产量的影响

Table 4 Shoot and bulb yields of garlic under different ground mulches

处理	单蒜薹鲜重(g)	蒜薹产量(kg/667m ²)	单鳞茎鲜重(g)	鳞茎产量(鲜重)(kg/667m ²)
CK	6.07 ± 0.24 e	115.58 ± 8.63 e	11.13 ± 0.39 e	214.57 ± 14.36 de
T1	12.13 ± 0.69 a	367.63 ± 12.34 a	30.69 ± 1.21 a	653.57 ± 43.64 a
T2	9.89 ± 0.27 b	287.73 ± 15.09 b	18.86 ± 0.85 b	363.80 ± 31.20 b
T3	8.22 ± 0.68 c	227.09 ± 11.58 c	13.66 ± 0.44 cd	301.71 ± 21.12 bc
T4	6.26 ± 0.28 de	151.85 ± 12.33 de	12.44 ± 0.59 de	227.04 ± 25.76 cde
T5	6.45 ± 0.21 de	145.55 ± 14.17 de	11.21 ± 0.35 e	210.05 ± 18.58 e
T6	6.72 ± 0.22 de	216.24 ± 18.53 c	14.85 ± 0.55 c	297.28 ± 28.13 bcd
T7	7.53 ± 0.21 cd	173.96 ± 10.15 d	15.67 ± 1.19 c	311.19 ± 20.69 bc

注：产量=单位面积产量×有效种植面积×667m²。

表 5 不同地面覆盖对大蒜鳞茎品质的影响

Table 5 Qualities of rachis and bulbs of garlic under different ground mulches

处理	可溶性糖含量(mg/g)	可溶性蛋白含量(mg/g)	维生素 C 含量(mg/100g)	大蒜素含量(mg/g)
CK	169.63 ± 1.78 d	20.74 ± 0.59 b	14.46 ± 0.36 a	4.12 ± 0.14 b
T1	192.21 ± 2.40 a	23.67 ± 0.77 a	14.68 ± 0.43 a	5.13 ± 0.04 a
T2	183.90 ± 2.49 b	23.64 ± 1.06 a	14.49 ± 0.52 a	4.72 ± 0.27 ab
T3	173.92 ± 2.10 cd	22.88 ± 1.22 ab	14.36 ± 0.57 a	4.17 ± 0.13 b
T4	179.90 ± 2.51 bc	23.58 ± 0.68 a	14.59 ± 0.57 a	4.44 ± 0.28 ab
T5	177.22 ± 1.57 bc	23.28 ± 1.03 ab	14.39 ± 0.46 a	4.46 ± 0.23 ab
T6	183.50 ± 2.42 b	21.99 ± 0.58 ab	14.49 ± 0.55 a	4.45 ± 0.38 ab
T7	183.10 ± 1.97 b	21.25 ± 0.74 ab	14.39 ± 0.71 a	4.38 ± 0.12 b

和 T4 处理的可溶性蛋白含量显著提高, 而其余不同处理之间无显著差异。不同覆盖类型对大蒜鳞茎维生素 C 含量的影响较小, 不同覆盖处理之间、各覆盖处理与 CK 之间均无显著差异。对于大蒜素含量, 以 T1 处理最高(5.13 mg/g), CK 最低(4.12 mg/g), 与 CK 相比, 仅 T1 处理的大蒜素含量显著提高, 不同覆盖处理之间以 T1 处理显著高于 T3、T7 处理, 其他处理与 T1、T3、T7 处理均无显著差异。

3 讨论

3.1 不同地面覆盖对土壤性状的影响

地面覆盖作为一种常用耕作技术, 具有蓄水保墒、调节地温的作用。前人研究表明, 采用地面覆盖可以有效避免土壤水分蒸发, 显著提高土壤含水量^[16], 本研究同样发现, 地膜、稻草和稻壳覆盖均不同程度地增加了 0~10 cm 土层的含水量。3 种地膜因其密闭性强, 可以减缓地表径流, 阻止土壤水分纵向蒸发^[17]; 稻草覆盖透气性较好, 可以及时蒸发过量的土壤水分。这使得 3 种地膜和稻草覆盖下的土壤含水量得以改善, 有利于协调作物生长需水与供水的矛盾。本研究发现, 以 3~4 cm 稻壳覆盖下的土壤含水量最高, 这可能是降雨导致稻壳覆盖下的土壤积水, 又因其覆盖较厚无法及时蒸发, 从而造成含水量过高, 影响大蒜根系和地上部的生长, 这也是稻壳覆盖下大蒜产量降低的原因之一。本试验中, 4 个生育时期 0~10 cm 土层的含水量分别平均为 309.2、270.7、269.8 和 266.0 g/kg 时, 更有利于大蒜产量的提高。

土壤温度作为作物生长环境的重要指标之一, 适宜的土壤温度有利于大蒜生长发育和提高产量。本研究结果表明, 3 种地膜覆盖的增温效果优于稻草和稻壳覆盖, 其中以白色地膜覆盖的土壤温度最高, 这与人^[9]的研究结果一致, 且 4 个生育时期 0~10 cm 土层的最适温度分别为(13.7±1.3)°C、(23.3±0.3)°C、(25.8±1.2)°C、(35.1±1.6)°C。分析认为, 地膜可以改变地表辐射和减少土壤水分蒸发, 有利于增大土壤热通量, 减少热散失, 而黑色和银灰色地膜由于透光率低, 使其增温效果低于白色地膜。本研究还发现, 白色地膜覆盖的增温效果以大蒜幼苗期时最好, 随着大蒜生育进程的推进, 其增温效果有逐渐减弱的趋势, 这可能与地膜受到不同程度的破损有关, 尤其是鳞茎膨大期地膜受损程度加大, 导致增温效果下降。稻草和稻壳覆盖虽然可以在一定程度上阻挡土壤热量的散失, 但其密闭性和保温效果较差, 造成土壤温度较低, 特别是在大蒜幼苗期遭遇降温及寒流的影响,

会导致大蒜幼苗根系活力下降, 死苗率增加, 影响大蒜产量的提高。白色地膜覆盖下适宜的水热条件, 有利于大蒜根系的生长, 促进大蒜植株的生长发育。

土壤酶作为土壤系统的生物催化剂, 是土壤系统变化的预警和敏感指标, 可以反映土壤的养分转化能力^[18]。前人研究表明, 地膜、稻草、稻壳覆盖通过改善土壤理化性质, 均有提高土壤酶活性的作用^[6,10,19], 这与本研究结果基本一致。本研究表明, 3 种土壤酶均以白色地膜覆盖下的活性最好, 这归因于白色地膜覆盖具有适宜的水热条件, 可以为微生物的繁殖提供有利的空间和物质基础^[20], 土壤酶作为微生物的代谢产物, 其活性也因此得以提升, 这有利于增强大蒜对表层水分和养分的吸收能力^[21], 为提高大蒜产量和品质奠定物质基础。尽管关于有机覆盖提高土壤酶活性的研究已有报道^[22], 但本研究中发现, 稻草和稻壳覆盖仅显著提高了土壤蔗糖酶活性, 这一方面可能是因为有有机覆盖物的分解需要更长的时间, 才可以为土壤提供足够的养分和腐殖质^[23]; 另一方面, 稻草覆盖下较低的土壤温度和稻壳覆盖下过高的土壤含水量, 不适的水热条件不利于土壤酶活性的提高。但有研究表明, 长期秸秆覆盖能够提升土壤团聚体水平和稳定性, 有利于土壤有机碳的固定^[24]。因此, 有机覆盖物的环保、经济和可持续性效应对其他作物的栽培仍具有借鉴意义。

3.2 不同地面覆盖对大蒜生长、产量及品质的影响

多项研究表明, 地面覆盖可以促进作物生长发育, 提高作物产量和品质^[6,25]。本研究发现, 地膜和稻壳覆盖均可以提高大蒜产量, 其中大蒜的植株生长状况、产量及品质以白色地膜覆盖效果最好。3 种地膜中, 由于黑色和银灰色地膜透光率低, 增温效果不及白色地膜, 并且银灰色地膜覆盖下的土壤含水量始终高于白色地膜覆盖, 使得黑色和银灰色地膜覆盖下的大蒜根系活力降低, 对养分和水分的吸收能力下降, 造成两者的增产效果不如白色地膜覆盖, 这在前人^[26]研究中也得以证实。尽管稻草和稻壳覆盖可以改善土壤团粒结构和容重^[27], 但其增温效果不佳, 特别是受到冬季强雨雪天气造成的低温冻害影响, 较低的土壤温度无法保证大蒜根系及地上部的正常生长; 此外, 早期稻草和稻壳覆盖受到风吹会引起覆盖厚度不均匀, 影响大蒜幼出苗。有研究表明, 稻草覆盖过厚会有减产的趋势^[28], 本研究也得到类似结果, 这可能与稻草覆盖过厚造成的土壤酶活性下降有关。

本研究中, 白色地膜覆盖下, 大蒜的株高、假茎粗等生长指标在多个时期均显著高于对照, 在经历冬

季强雨雪天气后,仍能保证大蒜的正常生长和发育,使得覆盖白色地膜的大蒜产量及品质最高,这也与胡敏等^[29]的研究结果相同。究其原因,一方面白色地膜覆盖提高了土壤含水量及水分利用效率,促进土壤水库的扩蓄增容^[30];另一方面白色地膜覆盖显著提高了土壤温度,增加有效积温,从而促进土壤呼吸。土壤微气候条件的改善,不仅可以提高土壤酶活性,还能够推动土壤有机质的矿化分解和养分的循环转化,从而促进大蒜地上部的生长,提高大蒜的产量及品质。本试验中,尽管地膜的成本高于稻草和稻壳,但地膜覆盖后的大蒜经济效益却高于稻草和稻壳,尤其是以白色地膜的经济效益较高。

4 结论

进行地面覆盖,可以改善土壤水热状况和土壤酶活性,并对大蒜产量及品质产生不同影响。其中,白色地膜覆盖具有较好的保水和增温作用,提高了土壤脲酶、酸性磷酸酶、蔗糖酶的活性,为大蒜下部的生长提供了有利的土壤环境,有利于土壤养分的转化和吸收,从而显著提高了大蒜的产量及品质。根据本试验结果,关于农业生产中秋播大蒜适宜的地面覆盖类型,建议采用白色地膜。

参考文献:

- [1] 刘世琦. 蔬菜栽培学简明教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 125-126.
- [2] 冯娟. 基于出口收入不稳定性的中国大蒜企业出口市场环境研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2014.
- [3] 付存念. ‘麻江红蒜’栽培现状调查及高产栽培关键技术研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2018.
- [4] 李彦霁, 邵明安, 王娇. 蚯蚓粪覆盖对土壤水分蒸发过程的影响[J]. 土壤学报, 2018, 55(3): 633-640.
- [5] 徐磊, 刘玲, 刘振, 等. 秸秆覆盖与可降解地膜覆盖对大蒜品质和产量的影响[J]. 山东农业科学, 2015, 47(4): 43-45, 48.
- [6] 白雪, 周怀平, 解文艳, 等. 不同类型地膜覆盖对玉米农田水热状况及产量的影响[J]. 土壤, 2018, 50(2): 414-420.
- [7] 孔雪静. 地膜覆盖和秸秆还田对玉米地与土壤氮素转化相关的土壤酶活性影响研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2016.
- [8] 刘岳飞, 吴人敏, 张传进, 等. 地膜对植根土壤生物学特性和细菌多样性的影响[J]. 土壤学报, 2019, 56(4): 986-993.
- [9] 卜玉山, 苗果园, 周乃健, 等. 地膜和秸秆覆盖土壤肥力效应分析与比较[J]. 中国农业科学, 2006, 39(5): 1069-1075.
- [10] 王鹏程. 有机物料覆盖对苹果园土壤性状及树体生长发育的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2014.
- [11] 郑必昭. 土壤分析技术指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 56-81.
- [12] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 274-313.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 185-197.
- [14] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] 张丽霞, 张国强. 大蒜素含量的测定方法研究[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(3): 713-714.
- [16] Huang Z Q, Xu Z H, Chen C R. Effect of mulching on labile soil organic matter pools, microbial community functional diversity and nitrogen transformations in two hardwood plantations of subtropical Australia[J]. Applied Soil Ecology, 2008, 40(2): 229-239.
- [17] 林超文, 罗春燕, 庞良玉, 等. 不同耕作和覆盖方式对紫色丘陵区坡耕地水土及养分流失的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(22): 6091-6101.
- [18] Badiane N N Y, Chotte J L, Pate E, et al. Use of soil enzyme activities to monitor soil quality in natural and improved fallows in semi-arid tropical regions[J]. Applied Soil Ecology, 2001, 18(3): 229-238.
- [19] 吴传万, 杜小凤, 顾大路, 等. 覆盖方式对温室红椒生长发育及土壤环境的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(2): 407-414.
- [20] Zhou W P, Shen W J, Li Y E, et al. Interactive effects of temperature and moisture on composition of the soil microbial community[J]. European Journal of Soil Science, 2017, 68(6): 909-918.
- [21] Cumbus I P, Nye P H. Root zone temperature effects on growth and phosphate absorption in rape *Brassica napus* cv. emerald[J]. Journal of Experimental Botany, 1985, 36(2): 219-227.
- [22] 孙萌, 刘洋, 李寒, 等. 有机物覆盖对核桃园土壤有机碳库及酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24(1): 270-278.
- [23] 赵睿宇, 李正才, 王斌, 等. 不同年限地表覆盖对毛竹林土壤酶及土壤养分的影响[J]. 江西农业大学学报, 2019, 41(4): 741-750.
- [24] 付鑫, 王俊, 赵丹丹. 覆盖方式对旱作小麦田土壤团聚体有机碳的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(6): 163-169, 183.
- [25] 常磊, 韩凡香, 柴雨葳, 等. 秸秆带状覆盖对半干旱雨养区冬小麦耗水特征和产量的影响[J]. 应用生态学报, 2019, 30(12): 4150-4158.
- [26] 李伟琦, 孙建好, 赵建华. 有色地膜栽培玉米的主要性状及相关性分析[J]. 水土保持研究, 2016, 23(1): 309-312.
- [27] 陈帅, 陈强, 孙涛, 等. 黑土坡耕地秸秆覆盖对表层土壤结构和导气性的影响[J]. 水土保持通报, 2016, 36(1): 17-21.
- [28] 鄢铮. 稻草不同覆盖厚度对甘薯产量和氮代谢的影响[J]. 热带作物学报, 2018, 39(3): 433-437.
- [29] 胡敏, 苗庆丰, 史海滨, 等. 不同类型地膜覆盖对土壤水热及春玉米产量的影响[J]. 土壤, 2018, 50(3): 628-632.
- [30] 杨海迪, 海江波, 贾志宽, 等. 不同地膜周年覆盖对冬小麦土壤水分及利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(2): 27-34.