

## 覆盖物对大棚芋头生长发育特征及土壤性状的影响

黄春燕<sup>1</sup>, 殷剑美<sup>2</sup>, 刘云梅<sup>1</sup>, 郭文琦<sup>2</sup>, 蒋璐<sup>2</sup>, 王立<sup>2</sup>, 韩晓勇<sup>2</sup>, 金林<sup>2</sup>, 张培通<sup>2\*</sup>

(1. 如皋市农业科学研究所, 江苏如皋 226575; 2. 江苏省农业科学院经济作物研究所, 江苏南京 210014)

**摘要** 为明确大棚芋头生长发育特点, 比较了如皋香堂芋在不同覆盖物下, 大棚种植和露地种植芋头生长发育动态特征, 分析了土壤温度变化趋势以及土壤养分。结果表明, 早期(6月前)大棚覆膜处理生长势要高于覆毯处理, 但露地覆毯处理在7月之后生长势增加较快, 明显高于覆膜处理。大棚芋头种植早期可通过覆地膜增温, 促进芋苗早发, 8叶期(6月后)通过覆毯可避免随着气温增高导致气温波动太大, 尤其是升温太高, 不利于植株生长。生产上需注意铁和钙元素的补充, 尤其是要多补充氮肥, 同时减少磷和钾肥的用量。研究结果对于大棚芋头种植技术提供技术支持, 也为芋头传统覆膜方式提供了覆盖物替代选择。

**关键词** 覆盖; 大棚芋头; 生长发育; 土壤性状; 动态特征

中图分类号 S632.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)10-0025-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.10.006



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effects of Different Covers on the Growth and Development Characteristics of Taro and Soil Traits

HUANG Chun-yan<sup>1</sup>, YIN Jian-mei<sup>2</sup>, LIU Yun-mei<sup>1</sup> et al (1. Rugao Institute of Agricultural Science, Rugao, Jiangsu 226575; 2. Institute of Cash Crop, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing, Jiangsu 210014)

**Abstract** In order to clarify the growth and development characteristics of taro in greenhouse, we compared the dynamic characteristics of taro planted in greenhouse and planted in open ground under different covers, and analyzed the change trend of soil temperature and soil nutrients. In the early stage of taro growth (before June), the growth potential of greenhouse covered with black mulch (T2) was higher than that of blanket (T1), but the growth potential of T1 increased rapidly after July, which was significantly higher than that of T2. In early stage, taro planted in greenhouse could be increased through mulching film temperature, and promoted early taro seedlings. The 8th leaf period (after June) through the blanket could avoid with the increasing temperature, especially the temperature fluctuation was too high, was not conducive to plant growth. During production, attention should be paid to the supplement of iron and calcium elements, especially to supplement more nitrogen fertilizer, and to reduce the amount of phosphorus and potassium fertilizer. The research results provided technical support for the taro planting technology in the greenhouse, and also provided alternative options for the traditional way of taro mulching.

**Key words** Cover; Greenhouse taro; Growth and development; Soil characteristics; Dynamic characteristics

传统露地种植, 芋头疫病较难控制, 普遍产量低、商品性差, 难以满足市场高品质的需求<sup>[1]</sup>。长期以来, 芋头施肥多按传统经验进行, 在生产上存在盲目施肥的现象, 而肥料的应用对芋头品质有着重要影响<sup>[2-5]</sup>。大棚设施有利于优质芋头生产环境可控、产品质量提升和上市季节延长, 为生产高端优质芋头产品提供支撑<sup>[6]</sup>。覆盖方式在大田作物中研究较多<sup>[7-8]</sup>, 而芋头中研究较少。芋头覆盖主要以黑色地膜为主<sup>[9-10]</sup>, 少量秸秆应用<sup>[6]</sup>, 但黑地膜易导致土壤表层温度过高, 容易灼伤根部, 不利于根系生长发育<sup>[11]</sup>, 尤其大棚芋头生长盛期, 环境温度较高, 还需寻找更合适的覆盖物。

研究不同覆盖方式下芋头的生长发育动态特征, 明确大棚芋头生长发育特点及土壤特性, 可为制定大棚芋头新型种植技术规程提供技术参考, 为设施芋头生产提供技术指导。鉴于此, 笔者为明确大棚芋头生长发育特点, 比较了如皋香堂芋在不同覆盖物下, 大棚种植和露地种植芋头生长发育动态特征, 分析了土壤温度变化趋势以及土壤养分。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验材料** 试验于2021年在如皋农业科学研究所基地进行, 供试品种是如皋香堂芋地方品种, 属多子芋, 为国家地

理标志产品。

**1.2 试验设计** 由表1可知, 试验共设4个处理, 其中保温毯即保温养护毯, 简称保温毯, 450 g/m<sup>2</sup>; 黑膜为普通PE黑色地膜, 厚0.01 mm。每个处理种植6行, 行距90 cm, 株距27 cm, 每行长5 m, 走道1 m。试验小区随机区组排列, 4次重复, 第4重复仅用于取样, 不做统计分析。露地种植处理与大棚种植处理相邻。

每行开浅沟, 播种, 在播种行机械起垄, 垄高25~30 cm, 垄上覆盖白地膜保温。芋头出苗后, 揭去白膜, 出苗行两侧垄面分别覆盖保温毯(处理1, 3)和黑地膜(处理2, 4)。处理1, 3整个生育期不壅土, 处理2, 4于膨大初期(7月1日)揭掉黑地膜, 壅土1次, 厚度15 cm左右, 其余管理按照大棚芋头常规管理。

表1 不同试验处理设计

Table 1 Design of different test treatments

处理编号 Treatment code	种植方式 Planting mode	覆盖方式 Covering mode	壅土时间 Damping time
1	大棚种植	保温毯覆盖	不壅土
2	大棚种植	黑膜覆盖	07-01
3	露地种植	保温毯覆盖	不壅土
4	露地种植	黑膜覆盖	07-01

## 1.3 指标测定

**1.3.1 生育期调查。** 每个重复定点5株, 观察记载各株当日叶龄, 以5株平均数作为叶龄期时间。记载出苗期(50%植

**基金项目** 江苏省重点研发计划面上项目(BE2020337); 农业重大技术协同推广计划试点项目(2020-SJ-047-01-4)。

**作者简介** 黄春燕(1973—), 女, 江苏如皋人, 高级农艺师, 从事芋头栽培技术研究。\*通信作者, 研究员, 博士, 从事药食同源作物栽培研究。

**收稿日期** 2022-07-11

株出苗)、齐苗期(80%植株出苗)、4叶期、8叶期、12叶期、谢荷期(50%植株保留完整绿色叶片少于3张)。计算生育期=谢荷期-出苗期。

**1.3.2 植株及地下球茎动态测定。**分别于6月1日、7月1日、8月1日、9月1日挖取植株样(每次3株),调查叶龄、株高、叶面积等形态指标,测定叶柄、叶片、子(孙)芋数和子(孙)芋鲜重。

**1.3.3 土壤温度动态检测。**安放温湿度仪,记录地下10 cm的温度,调查时间从6月3日至9月30日,分别统计6—9月每个月的最高温、最低温和平均温度。

**1.3.4 试验田土样养分含量测定。**播种前和收获后取耕层

(0~20 cm)土壤样品,采用碱解扩散法测定土壤速效氮含量;采用碳酸氢钠浸提钼锑抗比色法测定速效磷含量;采用乙酸铵浸提原子吸收光谱法测定速效钾含量;采用二乙烯三胺五乙酸(DTPA)浸提测定有效铁含量;采用乙酸铵浸提原子吸收分光光度法测定交换性钙含量<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对大棚芋头生育期的影响** 由表2可知,处理1和2(大棚种植)、处理3和4(露地种植)均于2月14日同时播种,大棚种植出苗期比露地种植提前13 d,整个生育期相差2 d。在大棚和露地种植条件下,覆毯处理和覆膜处理的出苗和发育时期基本一致。

表2 不同处理对大棚芋头生育期的影响

Table 2 Effects of different treatments on the growth period of greenhouse taro

处理编号 Treatment code	播种期 Sowing date	出苗期 Seedling date	齐苗期 Full seedling stage	4叶期 4-leaf stage	8叶期 8-leaf stage	12叶期 12-leaf stage	谢荷期 Leaves with- ered stage	生育期 Growth period//d
1	02-14	04-01	04-11	04-20	06-07	06-28	08-30	152
2	02-14	04-01	04-11	04-20	06-07	07-01	08-30	152
3	02-14	04-14	04-25	05-01	06-20	07-05	09-10	150
4	02-14	04-14	04-25	05-01	06-20	07-10	09-10	150

## 2.2 不同处理对大棚芋头植株生长发育动态特征的影响

**2.2.1 株高增长动态。**由图1可知,生长初期(6月1日)处理2和4(覆膜处理)株高分别高于处理1和3(覆毯处理),处理1和2(大棚种植)的株高高于处理3和4(露地种植)。8月份开始,露地种植的2个处理株高已高于大棚种植处理,尤其是处理3(露地覆毯)植株长势最强,株高达到139.0 cm。9月开始,大棚种植(处理1和2)植株株高下降速度较快,露地种植的2个处理(处理3和4)株高降低不明显。

从整个生育期来看,大棚覆毯处理株高低于大棚覆膜处理,而露地覆毯处理高于覆膜处理;大棚种植生长初期株高高于露地种植,而中后期则生长减缓,低于露地种植。

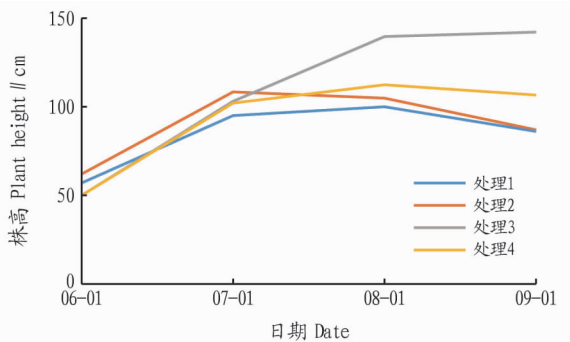


图1 不同处理株高生长动态比较

Fig.1 Comparison of plant height growth dynamics of different treatments

**2.2.2 叶龄增长动态。**由图2可知,6月份叶龄在6~8叶期,处理1(大棚覆毯)和处理2(大棚覆膜)叶龄相近,处理4(露地覆膜)比处理3(露地覆毯)叶龄早1龄,处理1和2(大棚种植)分别早于处理1和3(覆毯处理);2个覆毯处理(处理1、3)叶龄在6月份增长较快,增长1叶龄平均需要5.2 d,7月开始增长减缓;而2个覆膜处理(处理2、4)6—9月期间叶

龄呈直线增长趋势,增长1叶龄平均分别需要11.1和10.5 d;9月份在14~16叶,处理1(大棚覆毯)叶龄比处理2(大棚覆膜)少1龄,处理3(露地覆毯)叶龄与处理4(露地覆膜)相近。

从整个生育期来看,大棚覆毯处理8月份之前叶龄早于大棚覆膜处理,8月份开始则晚于大棚覆膜处理;而露地覆毯处理8月份后与覆膜处理相近;大棚种植生长初期叶龄高于露地种植,而中后期则生长减缓,低于露地种植。

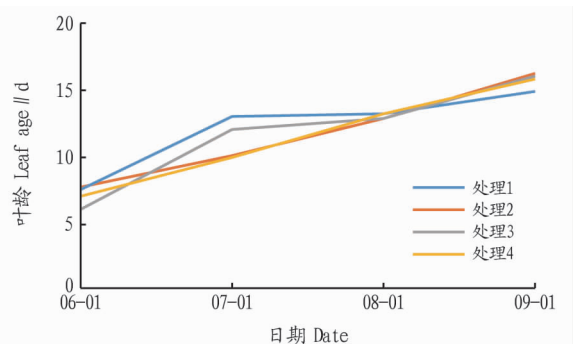


图2 不同处理植株叶龄生长动态比较

Fig.2 Comparison of plant leaf age growth dynamics of different treatments

**2.2.3 叶面积增长动态。**由图3可知,7月之前,各处理叶面积增长速度差异不大,而7月之后,处理3和4(露地种植)叶面积快速增长,8月后快速降低。其中处理1(大棚覆毯)叶面积小于处理2(大棚覆膜),处理3(露地覆毯)则大于处理4(露地覆膜),处理1和2(大棚种植)叶面积小于处理3和4(露地种植)。

**2.2.4 叶片、叶柄鲜重增长动态。**由图4、5可知,比较植株叶片和叶柄鲜重结果发现,处理1(大棚覆毯)的叶柄鲜重低于同时期处理2(大棚覆膜);而处理3(露地覆毯)的单株叶

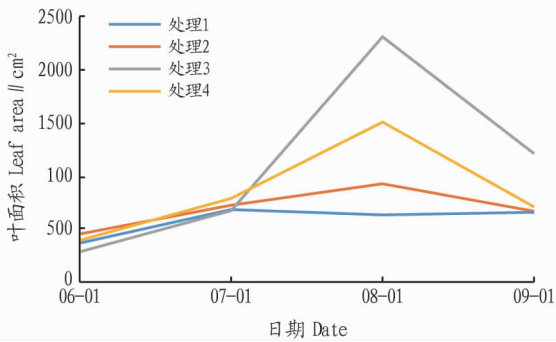


图3 不同处理植株叶面积生长动态比较

Fig.3 Comparison of plant leaf area growth dynamics of different treatments

片和叶柄鲜重均高于处理4(露地覆膜),尤其在后期,露地覆膜处理叶片鲜重一直维持较高水平,叶柄鲜重处于快速增长。处理1(大棚覆毯)叶片和叶柄鲜重均低于处理3(露地覆毯),处理2(大棚覆膜)叶片和叶柄鲜重表现为生长前期高于处理4(露地覆膜),而中后期则低于露地覆膜处理。大棚种植植株的叶片和叶柄鲜重表现为前期较高,中后期低于露地种植。

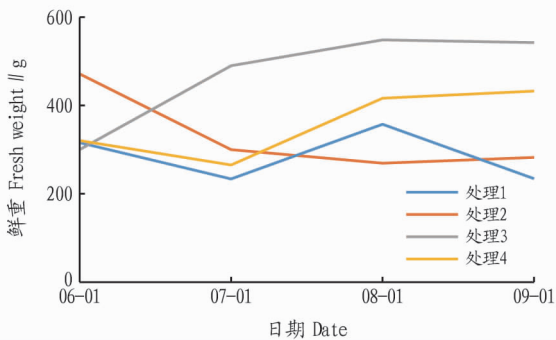


图4 不同处理植株叶片鲜重生长动态比较

Fig.4 Comparison of leaf fresh weight growth dynamics of different treatments

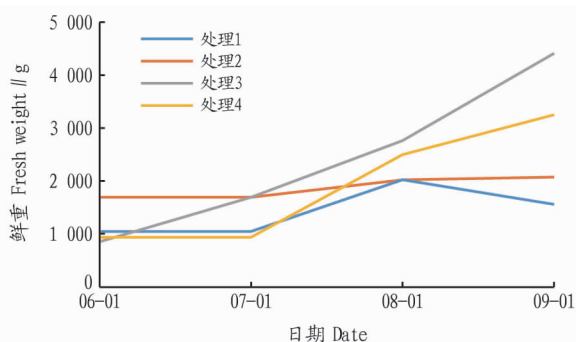


图5 不同处理植株叶柄鲜重生长动态比较

Fig.5 Comparison of fresh petiole weight growth dynamics of different treatments

**2.3 不同处理对子孙芋生长发育的影响** 分析不同处理子孙芋数和鲜重动态可知(图6,7),7月初开始结子孙芋,大棚种植条件下,处理1(大棚覆毯)和处理2(大棚覆膜)最终子孙芋个数差异不大。生长初期处理1子孙芋鲜重低于处理2,但处理1子孙芋鲜重增长速率较快,在9月初,大棚覆毯和

大棚覆膜子孙芋鲜重已相差不大。露地种植条件下,处理3(露地覆毯)和处理4(露地覆膜)各个时期的子孙芋数和鲜重一直相差不大。覆膜处理的大棚种植子孙芋数和鲜重均高于露地种植。

整个生育期来看,与覆膜处理相比,覆毯处理子孙芋数相差不大,而鲜重在生长前期都低于覆膜处理,但后期2种覆盖方式的子孙芋鲜重已基本持平。9月初,与较露地种植相比,大棚种植子孙芋数目较多、鲜重较高。

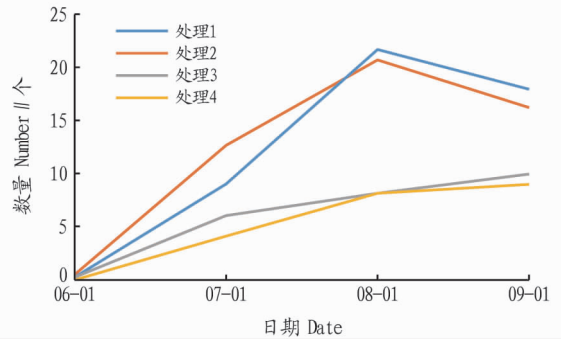


图6 不同处理子孙芋数比较

Fig.6 Comparison of posterity taro number of different treatments

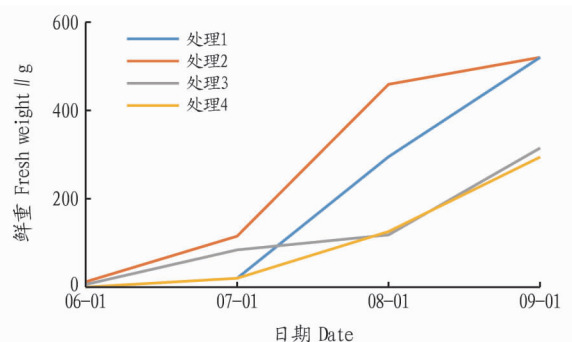


图7 不同处理子孙芋鲜重生长动态比较

Fig.7 Comparison of fresh weight growth dynamics of posterity taro

## 2.4 不同处理对土壤条件的影响

**2.4.1 土壤温度动态。**比较各处理土壤平均温度(图8)发现,大棚种植和露地种植下,处理1和3(覆毯)平均温度分别低于处理2和4(覆膜)1.8℃,大棚覆毯和露地覆毯平均温度分别低于露地覆毯和露地覆膜0.4℃。

与覆膜相比较,覆毯处理的地温变化范围较窄。处理1(大棚覆保温毯)最高温不超过30.0℃(29.3℃),最低温度13.7℃,平均25.1℃;露地覆毯处理结果与大棚覆毯处理较一致;而大棚覆膜处理,最高位达到54.4℃,最低温7.6℃,平均温度26.5℃;露地覆膜处理的最高温达到35.9℃,最低温15.2℃,平均温度27.3℃;大棚覆膜处理温差最大。

**2.4.2 土壤养分变化。**分析播种前和收获后的土壤养分特征(表3)发现,各处理速效磷、速效钾(处理4除外)以及处理3和4的速效氮在收获后大幅上升,其余养分则表现降低,说明总体上磷、钾存在过量现象,露地种植的氮含量过量满足芋头生长,而大棚种植则表现不足,各处理铁元素和交

换性元素不能满足芋头生长发育;大棚土壤中氮、有效铁和交换性钙元素高于露地土壤,大棚种植植株对氮肥的需求较多。

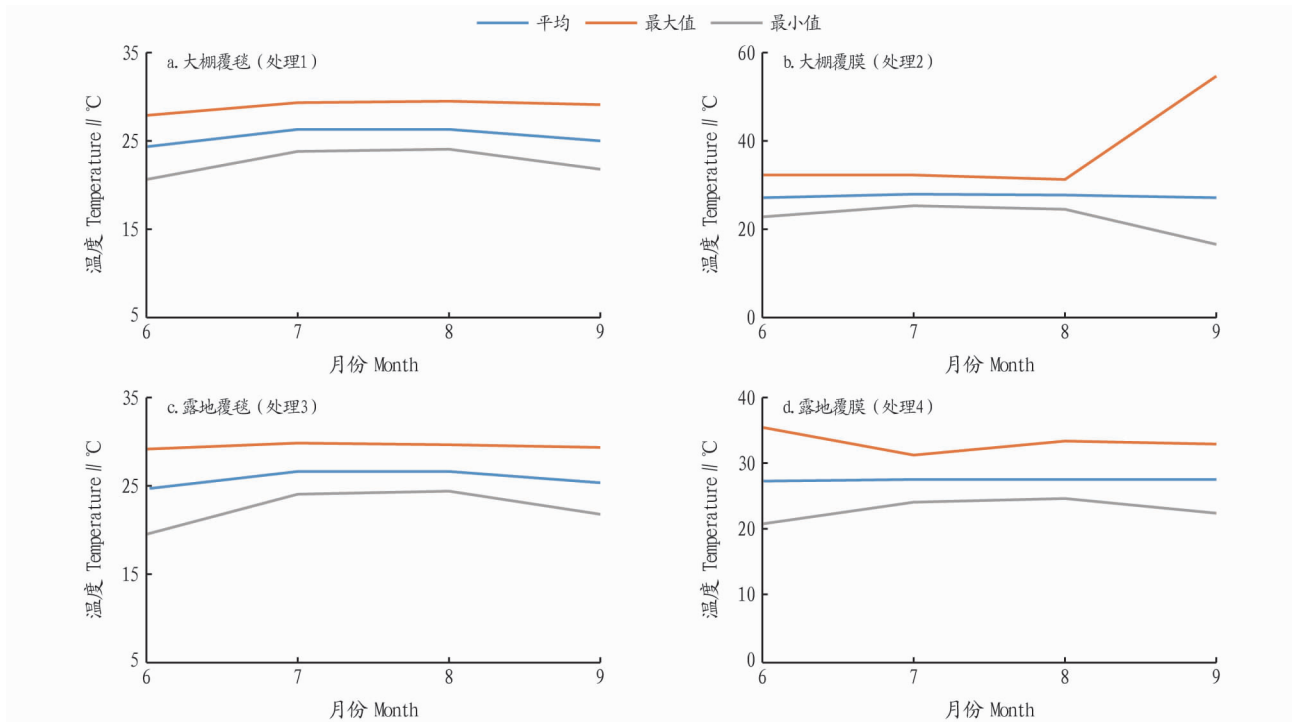


图8 不同处理月均温度、最高温和最低温比较

Fig.8 Comparison of monthly average temperature, maximum temperature and minimum temperature of different treatments

表3 不同处理土壤养分特征比较

Table 3 Comparison of soil nutrient characters of different treatments

处理编号 Treatment code	土样类型 Soil type	速效氮 Available N mg/kg	速效磷 Available P mg/kg	速效钾 Available K mg/kg	有效铁 Available Fe mg/kg	交换性钙 Exchangeable Ca//mg/kg
1	播种前	113.53	22.774	76.766	87.66	12 890.63
	收获后	103.60	34.146	99.842	71.08	11 105.63
2	播种前	113.53	22.774	76.766	87.66	12 890.63
	收获后	93.06	31.924	120.401	76.20	11 073.66
3	播种前	108.94	33.667	151.649	74.93	10 349.26
	收获后	117.05	118.069	176.577	60.50	8 614.78
4	播种前	108.94	33.667	151.649	74.93	10 349.26
	收获后	117.54	79.904	118.040	43.74	10 287.42

### 3 讨论

**3.1 植株生长动态** 从植株生长发育动态特征分析发现,在芋头生长发育早期,大棚种植芋头生长发育明显快于露地种植;覆膜处理高于覆毯处理,尤其是大棚覆膜处理,6月初叶龄、株高、叶面积、叶片鲜重和叶柄鲜重均为最高,生长势强。这可能是因为早期(6月前)气温不高,覆膜的增温效果强于覆毯,更有利于植株快速生长。但6月之后,不管是大棚种植还是露地种植,覆毯处理叶龄急速增长,增长1叶龄平均需要5.2 d,明显快于覆膜处理的平均11.3 d;7月之后,处理3(露地覆毯)生长加速,地上部的长势明显快于其他处理;随着气温增高,地膜增温的优势已不明显,甚至引起的高温更不利于植株生长,而保温毯的保温优势则表现出来,温度波动范围较窄,更利于植株的快速生长,其中以处理3(露地覆毯)最明显。9月初,大棚种植进行谢荷期,生长势下降明

显,明显弱于露地种植。

**3.2 地下部生长动态** 大棚芋头子芋约在7月初开始形成,覆毯处理与覆膜处理相比,子孙芋数相差不大,鲜重在生长前期低于覆膜处理,但生长后期与覆膜处理已差异不大。露地种植的子芋数和子芋鲜重都小于同时期大棚种植。大棚种植有利于芋头高产,覆膜处理早期对芋头生长有利,而覆毯处理则在芋头生长后期优势更明显。

**3.3 土壤条件影响分析** 土壤覆盖可调节土壤温度、水分、微生物等生态功能,可发挥显著的提质增产效果,已成为农业生产中土壤管理的重要措施,但不同材质覆盖物的覆盖效果不一<sup>[13]</sup>。地膜覆盖能有效提高土壤耕作层温度,具有一定的保温作用<sup>[14]</sup>,但温度波动明显大于覆毯处理,说明保温毯能更有效避免温度的上下大幅波动<sup>[11]</sup>,尤其是在8月后的

(下转第32页)

果不同,他们认为长宽比与蛋白质含量呈显著正相关。在该批材料的选择过程中,应多选育长粒型的粳稻。脂肪酸值与

糙米率和精米率呈极显著负相关,说明脂肪酸的积累不利于稻米外观品质的提升。

表3 粳稻重组自交系品质相关性分析

Table 3 Correlation analysis of the quality of recombinant Japonica rice inbred lines

性状 Characters	糙米率 Brown rice rate	精米率 Milled rice ratio	整精米率 Head rice rate	直链淀粉 含量 Amylose content	蛋白质 含量 Protein content	脂肪酸值 Fatty acid value	垩白粒率 Chalky grain percentage	垩白度 Chalkiness degree	长宽比 Length- width ratio
精米率 Milled rice ratio	0.719**								
整精米率 Head rice rate	0.146*	0.445**							
直链淀粉含量 Amylose content	-0.366**	-0.206**	-0.132						
蛋白质含量 Protein content	-0.369**	-0.185**	-0.101	0.964**					
脂肪酸值 Fatty acid value	-0.372**	-0.366**	-0.037	0.686**	0.620**				
垩白粒率 Chalky grain percentage	-0.218**	-0.414**	-0.419**	-0.135*	-0.175*	0.036			
垩白度 Chalkiness degree	-0.190**	-0.388**	-0.391**	-0.149*	-0.191**	0.036	0.984**		
长宽比 Length-width ratio	-0.020	-0.010	0.197**	-0.293**	-0.240**	-0.170*	-0.307**	-0.284**	
白度值 Whiteness degree	-0.161*	-0.398**	-0.280**	-0.532**	-0.463**	-0.341**	0.504**	0.491**	0.183**

注: \*表示在0.05水平显著相关; \*\*表示在0.01水平极显著相关。

Note: \* indicated significant correlation at 0.05 level; \*\* indicated extremely significant correlation at 0.01 level.

稻米品质大多为数量性状,受到遗传基础和环境的影响较大,筛选品质较好的粳稻品系不能仅仅通过表型数据,还需要进行理化性质的分析。虽然稻米的外观品质、营养品质以及食味值都可以通过仪器进行测定<sup>[9]</sup>,但是其结果只能作为一个参考,通过食味品尝试验得到的食味结果才最有效、可靠<sup>[10]</sup>,因此对品质优良的品系,还要进行后续的人工品尝试验。

#### 参考文献

- [1] 王彤,阙补超,夏明,等.水稻产量和品质的研究进展[J].北方水稻,2017,47(2):51-55.
- [2] 徐正进,陈温福,马殿荣,等.稻谷粒形与稻米主要品质性状的关系[J].作物学报,2004,30(9):894-900.

- [3] 赵飞,刘建,曹高焱,等.水稻品质育种与优质化栽培问题的探讨[J].杂交水稻,2022,37(2):1-6.
- [4] 王忠,顾蕴洁,陈刚,等.稻米的品质和影响因素[J].分子植物育种,2003,1(2):231-241.
- [5] 阙补超,唐亮,刘中卓.辽宁省优质粳稻新品系的品质分析[J].北方水稻,2019,49(2):17-20.
- [6] 曲红岩,张欣,施利利,等.水稻食味品质主要影响因子分析[J].江苏农业科学,2017,45(6):172-175.
- [7] 马鹏,陶诗顺,吴霞,等.四川盆地不同水稻品种稻米品质分析鉴定[J].安徽农业科学,2014,42(28):9936-9937,9941.
- [8] 潘国庆,陈新红,张安存,等.粳稻粒型与稻米品质相关关系的研究[J].安徽农业科学,2010,38(8):3957-3959.
- [9] 刘建,张欣,崔晶,等.水稻品质分析仪在食味育种中的应用研究[J].种子,2013,32(10):15-20,24.
- [10] 刘建,谷守贤,崔晶.北方杂交粳稻的食味品质与其亲本的相关性研究[J].杂交水稻,2018,33(1):50-54.

(上接第28页)

高温期,覆毯处理保持了地温低于30℃,更有利于于子孙芋的膨大生长。

综上所述,覆膜处理利于芋头早期生长,覆毯处理对于芋头中后期尤其是芋头膨大时期,避免地温的较大幅度波动,从而更有利于植株及地下部生长,有利于芋头高产。因此,保温毯用于芋头覆盖且与地膜配合使用,效果最佳。

#### 4 结论

对于香堂芋来说,早期(6月前)大棚覆膜处理生长势要高于覆毯处理,但露地覆毯处理在7月之后生长势增加较快,明显高于覆膜处理。大棚芋头种植早期可通过覆地膜增温,促进芋苗早发,8叶期(6月之后)通过覆毯可避免随着气温增高导致气温波动太大,尤其是升温太高不利于植株生长。生产上需注意铁和钙元素的补充,尤其是要多施氮肥,同时减少磷和钾肥的用量。

#### 参考文献

- [1] 马兴华.如皋香堂芋大棚长季高产栽培管理[J].特种经济动植物,2018,21(12):38-39.
- [2] 侯彩兰,徐正东,宋小艳,等.靖江香沙芋钾肥用量试验初探[J].上海农

业科技,2014(3):118,120.

- [3] 宋春风,徐坤,氮钾肥施对芋头产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,10(2):167-170.
- [4] 殷剑美,韩晓勇,张培通,等.靖江香沙芋生长发育的动态特征[J].江苏农业科学,2013,41(11):154-156.
- [5] 申民,李,李建刚,吴东乾,等.施肥模式对靖江香沙芋生长和产量的影响[J].安徽农业科学,2017,45(4):25-27,31.
- [6] 江解增.多子芋大棚春提早覆盖稻麦秸秆栽培技术[J].农家致富,2022(3):24.
- [7] 卜玉山,苗果园,邵海林,等.对地膜和秸秆覆盖玉米生长发育与产量的分析[J].作物学报,2006,32(7):1090-1093.
- [8] 赵爱琴,魏秀菊,朱明.基于Meta-analysis的中国马铃薯地膜覆盖产量效应分析[J].农业工程学报,2015,31(24):1-7.
- [9] 殷剑美,张培通,吴东乾,等.黑地膜覆盖对芋头生长发育动态及产量效应分析[J].浙江农业科学,2015,56(11):1842-1844,1850.
- [10] 曾晓萍,王立,马金骏,等.不同类型全生物降解地膜对芋头产量和土壤环境的影响[J].中国蔬菜,2022(2):88-94.
- [11] 田寿乐,孙晓莉,沈广宁.不同覆盖物对山地板栗园土壤性状及幼苗生长的影响[J].山东农业科学,2017,49(11):37-44.
- [12] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2000:56-58.
- [13] COOK H F, VALDES G S B, LEE H C. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under *Zea mays* L. [J]. Soil & tillage research, 2006, 91(1/2): 227-235.
- [14] 王安,常庆涛,赵艳,等.不同类型地膜对土壤温湿度、杂草抑制及芋头生长发育的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2020,41(5):101-105,124.