

中长绒陆地棉性状特征与气象因素相关性分析

刘素华¹ 李新林² 黎蓉¹ 彭延¹ 彭小峰¹ 张选¹

(¹新疆生产建设兵团第三师农业科学研究所,图木舒克 843900;²新疆生产建设兵团第三师图木舒克市气象站,图木舒克 843900)

摘要:为探究气象因素对中长绒陆地棉农艺性状及纤维品质特征的作用关系,采用相关性分析法与二次多项逐步回归数学建模相结合的方式,研究 21 份中长绒陆地棉性状特征与气象因素的相互关系。研究发现,中长绒陆地棉的生育期、果枝始节、子指、皮棉产量和断裂伸长率均受气象因子不同程度影响。因而以棉花农艺性状及纤维品质性状为因变量,气象因子为自变量,建立二次多项逐步回归数学建模,在成功建立的 12 个模型中,选出符合二次曲线方程的 6 个,进一步采用边缘分析法考察气象因子对中长绒陆地棉生育期、果枝始节、子指、皮棉产量和断裂伸长率的边际效应,发现最低温度的波动对中长绒陆地棉有较大影响,日照时间的波动对中长绒陆地棉影响较小。筛出 10 个综合评价最佳的种质材料,分别为:3D02、3D03、3D05、3D08、3D10、3D13、3D16、3D17、3D18 和 3D19。

关键词:性状变异;相关性分析;气象因子;边际效应

Correlation Analysis between Meteorological Factors and Characteristics of Medium Long Staple Upland Cotton

LIU Su-hua¹, LI Xin-lin², LI Rong¹, PENG Yan¹, PENG Xiao-feng¹, ZHANG Xuan¹

(¹Agricultural Science Research Institute of the Third Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Tumushuk 843900, Xinjiang; ²Tumshuk Meteorological Station of the Third Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Tumushuk 843900, Xinjiang)

温度、水分、光照等气象因子是植物生长发育阶段不可或缺的重要因子,棉花作为我国重要经济作物,其生育期同样也受气象因子影响。光作为植物光合作用的必要条件,其强弱直接影响植物葡萄糖合成数量,进而影响纤维素积累,决定纤维发育是否优良,而纤维品质是判断棉花品质的重要要素,因此,光能在棉花生长发育中同样也处于重要地位。此外,适当的光照时间、光照强度均会对棉花纤维品质提升有一定影响,光照时间过短会导致棉花纤维成熟度和断裂比强度降低^[1],光照强度减弱,棉花纤维的断裂比强度和马克隆值有显著降低的趋势^[2]。其次,棉花不同生育时期需水量也有差异,有研究发现棉花初花期、盛花期乃至花铃期,75%左

右的土壤湿度有利于可溶性糖、纤维素积累,对纤维伸长生长、纤维细度和纤维强度均有一定促进作用^[3]。棉花蕾铃脱落同样也需要适当水分条件,过多或不足均会增加蕾铃脱落。同时适当水分对棉花生长后期也有一定调控作用,水分过足,导致棉花贪青后熟,吐絮推迟,纤维品质下降;水分不足,导致棉铃提前开裂,成熟度不够,从而减重降质。其次,恰当的温度是棉花纤维物质积累以及棉铃成熟后纤维品质的重要决定因子,有研究发现 14.8℃日均温是棉纤维物质停止累积的临界温度^[4],在棉铃发育时期,温度低于 18℃时,对其影响较大,相反,则影响较小^[5]。温度降低也会导致棉纤维断裂比强度、成熟度、细度等品质下降。目前,随着国民经济快速发展和人们生活品质不断提升,棉花种植范围的不断扩大,棉花生产标准化、机械化水平提高,气象水平对棉花生长发育及将来产

李新林为共同第一作者

基金项目:新疆生产建设兵团第三师图木舒克市重大科技计划项目(KY2021GG13, KY2022ZD02)

通信作者:黎蓉

量的影响逐渐成为研究者和棉农的关注焦点,在此前提下培育优质、高产、品质稳定的棉花品种也是研究者当前亟待解决的问题。鉴于此,本文通过研究 21 份中长绒陆地棉性状特征与气象因素相互关系,以期筛选出适合在南疆气候条件下种植生产的中长绒陆地棉花品种,从而为棉花选育工作奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试验地概况

1.1.1 试验地概况 试验设置在第三师农业科学研究所试验地,当年平均气温 12.4℃,年降水量 99.2mm,相对湿度 46%,前茬作物为棉花。土壤总盐含量 1.43g/kg,pH 值 8.34,有机质含量 11.58g/kg,速效氮含量 50.08mg/kg,速效磷含量 17.31mg/kg,速效钾含量 163.15mg/kg。

1.1.2 试验材料 所有参试材料均为各品比试验中表现较好的品系,品系编码 3D01-3D21,均来源于 2021 年之前保持基因流动性育种杂种种质库体系,

创新陆地棉种质资源,筛选优质中长绒陆地棉自育新品系,3D 代表第三师。

1.2 试验地种植 2021 年 4 月 10 日于第三师农业科学研究所试验地随机排列种植,3 次重复,一膜 4 行,种植密度 14620 株/667m²,管理模式同当地大田。

1.3 气象数据收集整理 本文所有气象数据均由第三师气象站提供,具体见表 1。

1.4 数据分析 试验数据均采用 Excel 2010 录入及计算,使用 SPSS 19.0 和 DPS7.5 数据分析软件对各项测定数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 中长绒陆地棉生育期间主要气象要素 所有数据均来自第三师气象站,根据各中长绒陆地棉生育期天数,分别对其生育期的平均气温(X_1)、最低气温(X_2)、最高气温(X_3)、日温差(X_4)、降雨量(X_5)、相对湿度(X_6)和日照时间(X_7) 7 个气象因子取值(表 1)。

表 1 中长绒陆地棉生育期间的主要气象因子

品系	平均气温(℃) (X_1)	最低气温(℃) (X_2)	最高气温(℃) (X_3)	日温差(℃) (X_4)	降雨量(mm) (X_5)	相对湿度(%) (X_6)	日照时间(h) (X_7)
3D01	23.7	15.8	31.4	15.6	68.1	41.4	929.5
3D02	23.7	15.7	31.3	15.6	68.1	41.0	959.2
3D03	23.7	15.8	31.1	15.3	68.1	40.2	968.0
3D04	23.9	16.4	31.9	15.5	68.1	42.3	908.6
3D05	23.7	16.0	31.0	15.0	69.9	41.5	1002.9
3D06	23.6	15.4	30.8	15.4	68.1	40.3	944.3
3D07	23.8	16.3	31.9	15.6	68.1	41.8	937.2
3D08	23.6	15.5	31.0	15.5	68.1	40.2	969.8
3D09	23.7	15.4	31.0	15.6	68.1	40.9	940.4
3D10	23.8	16.3	31.7	15.4	68.1	41.3	957.1
3D11	23.5	14.8	30.3	15.5	68.1	40.6	935.2
3D12	23.7	15.6	31.2	15.6	68.1	41.9	912.7
3D13	23.6	15.6	31.1	15.5	68.1	40.4	963.1
3D14	23.7	15.8	31.2	15.4	68.1	41.7	893.6
3D15	23.7	15.4	31.0	15.6	68.1	40.9	940.4
3D16	23.8	16.3	31.5	15.2	69.9	42.4	988.1
3D17	23.7	15.9	31.2	15.3	69.9	42.6	1016.5
3D18	23.7	16.0	31.3	15.3	68.1	41.7	996.4
3D19	23.9	16.4	31.9	15.5	69.9	42.6	1016.5
3D20	23.5	14.8	30.3	15.5	68.1	40.2	893.6
3D21	23.7	15.8	31.2	15.4	68.4	41.3	953.5
平均值	23.7	15.8	31.2	15.4	68.5	41.3	953.6

由表1可知,中长绒陆地棉生育期间平均气温、最低气温、最高气温和日温差均值分别为23.7℃、15.8℃、31.2℃和15.4℃。降雨量68.5mm,相对湿度41.3%,日照时间953.6h。总体来看属于高温干旱天气,无法满足棉花某些特定时期(种子萌发、苗期、现蕾期和吐絮期)生长发育^[6],因此,应在棉花各生育时期采用膜下滴灌方式,适当补增水分。

2.2 中长绒陆地棉农艺性状及纤维品质性状表现

表2表明,中长绒陆地棉平均生育期为121.4d,果枝始节5.4~6.9节,出苗率82.8%~94.3%,株高51.1~72.7cm,单株铃数为4.9~7.8个,单铃重5.0~7.6g,子指(即100粒棉花种子的重量)8.6~14.4g,衣分32.7%~44.9%。籽棉产量最低348.3kg,最高464.7kg,平均420.2kg,其中有13个材料达到平均水平,分别为3D02、3D03、3D04、3D06、3D09、3D10、3D11、3D12、3D14、3D15、3D17、3D19

和3D21。皮棉产量最低150.8kg,最高201.5kg,平均176.3kg,13个材料达到平均水平,分别为3D02、3D03、3D04、3D09、3D10、3D11、3D12、3D13、3D14、3D15、3D17、3D19和3D21。

21个中长绒陆地棉纤维上半部长度在29.0~34.6mm范围内(表3),平均长度为31.0mm。断裂比强度3D12最弱,为28.1cN/tex,3D03表现最强,为36.8cN/tex,平均为32.7cN/tex。马克隆值平均为4.7,其中3D04最小,为3.5;3D20次之,为3.9,其余均 ≥ 4.2 。断裂伸长率3D03最大,为7.1%;其次是3D12,为6.9%;3D05、3D07、3D15、3D16和3D17并列第三,均为6.6%;3D09与3D20并列最小,为5.0%。反射率和整齐度指数分别在76.6%~83.7%和82.8%~87.1%范围内。黄色深度3D13和3D20最小,均为6.7;3D03和3D19最大,均为8.2。

表2 21份中长绒陆地棉材料农艺性状

品系	生育期 (d)	果枝 始节	出苗率 (%)	株高 (cm)	单株 铃数	单铃重 (g)	子指 (g)	衣分 (%)	籽棉产量 (kg/667m ²)	皮棉产量 (kg/667m ²)
3D01	118	6.0	84.4	64.8	5.3	5.9	10.8	38.6	348.3	150.8
3D02	121	6.2	85.3	59.8	5.4	5.9	10.0	38.4	433.5	177.3
3D03	123	6.0	90.5	65.1	5.5	6.1	8.8	40.9	426.5	177.9
3D04	116	6.4	83.9	64.8	5.9	5.8	10.7	38.9	432.3	184.6
3D05	129	6.5	85.7	51.1	5.6	6.3	9.4	39.4	408.9	161.9
3D06	120	5.5	91.1	57.7	6.6	5.7	11.2	40.5	429.5	173.1
3D07	119	6.0	85.5	63.0	5.6	6.1	9.5	40.7	400.9	168.8
3D08	123	5.8	90.7	56.0	4.9	6.5	10.7	39.7	379.9	157.3
3D09	119	5.7	82.8	65.4	5.6	6.6	13.4	40.7	423.6	176.6
3D10	122	6.3	89.3	67.2	6.3	5.9	13.2	41.7	454.2	188.5
3D11	119	5.5	93.8	64.9	5.4	6.7	13.1	41.9	459.1	201.5
3D12	116	5.9	84.8	65.2	7.8	5.0	10.3	42.1	455.2	186.2
3D13	122	5.9	94.3	63.8	5.6	6.0	12.6	42.3	415.7	177.1
3D14	114	6.0	88.7	64.9	6.2	5.7	11.9	42.8	420.6	179.2
3D15	119	5.4	85.7	53.7	5.4	6.6	12.4	42.6	438.9	185.7
3D16	127	6.4	83.9	52.1	4.9	6.3	9.8	43.7	378.3	157.8
3D17	130	6.1	87.1	70.3	6.4	6.0	8.6	44.2	464.7	194.7
3D18	127	5.5	86.4	71.1	6.5	5.4	12.3	43.9	419.7	175.0
3D19	130	6.9	94.3	72.7	6.0	7.6	12.2	38.1	464.7	201.5
3D20	114	6.2	82.8	57.9	5.4	6.7	14.4	32.7	348.3	150.8
3D21	121	5.9	87.4	72.0	6.4	5.9	10.0	44.9	421.7	176.3
平均值	121.4	6.0	87.5	63.0	5.8	6.1	11.2	40.9	420.2	176.3

表3 21份中长绒陆地棉材料纤维品质性状

品系	纤维上半部长度 (mm)	断裂比强度 (cN/tex)	马克隆值	断裂伸长率 (%)	反射率 (%)	黄色深度	整齐度指数 (%)
3D01	29.6	34.5	4.8	5.2	79.8	7.8	84.4
3D02	31.3	35.1	5.1	5.5	76.6	7.9	84.0
3D03	33.6	36.8	4.8	7.1	83.7	8.2	87.1
3D04	30.8	31.4	3.5	6.4	79.6	7.7	83.9
3D05	29.4	32.2	5.1	6.6	78.5	6.9	83.7
3D06	32.0	36.5	4.4	5.7	80.2	7.0	86.0
3D07	32.3	31.9	4.5	6.6	77.4	7.1	85.4
3D08	30.4	30.2	5.2	5.9	81.3	7.1	85.6
3D09	34.6	32.9	4.7	5.0	83.1	7.3	86.9
3D10	30.2	35.2	4.7	6.0	80.3	7.9	85.0
3D11	30.4	34.1	4.7	5.4	80.5	8.0	85.6
3D12	31.0	28.1	4.2	6.9	80.5	7.5	82.8
3D13	30.2	32.3	5.0	5.6	80	6.7	84.7
3D14	29.3	31.0	5.3	5.9	78.3	8.0	84.1
3D15	29.0	30.2	5.2	6.6	79.1	7.5	83.0
3D16	29.6	31.9	5.0	6.6	80.5	7.3	83.8
3D17	32.9	29.0	4.9	6.6	78.9	8.1	83.9
3D18	29.8	34.1	5.4	5.4	78.4	7.8	84.4
3D19	31.4	34.2	4.8	6.1	83.7	8.2	87.1
3D20	32.3	32.3	3.9	5.0	76.6	6.7	82.8
3D21	31.9	31.9	4.2	6.1	79.8	7.5	84.7
平均值	31.0	32.7	4.7	6.0	79.8	7.5	84.7

21份中长绒陆地棉材料变异分析结果表明(表4),中长绒陆地棉不同性状间的变异系数范围在1.55%~15.17%之间。各性状变异系数依次为子指(15.17%)>单株铃数(11.50%)>断裂伸长率(10.48%)>马克隆值(10.14%)>株高(10.04%)>单铃重(8.92%)>皮棉产量(8.32%)>籽棉产量(8.05%)>断裂比强度(7.09%)>衣分(7.07%)>黄色深度(6.40%)>果枝始节(6.26%)>纤维上半部长度(4.86%)>出苗率(4.22%)>生育期(4.03%)>反射率(2.49%)>整齐度指数(1.55%)。有研究表明,变异系数大于10%表明样本间差异较大^[7],本研究中子指、单株铃数、断裂伸长率、马克隆值和株高5个指标变异系数均大于10%,说明本研究的21份中长绒陆地棉材料差异较大,类型丰富,为特异种质材料的比较和筛选提供了资源储备。

2.3 中长绒陆地棉农艺性状及纤维品质性状与气

象因子的相关性分析 中长绒陆地棉农艺性状指标与气象因子的相关性分析详见表5。生育期与最低气温呈显著正相关,与降雨量和日照时间呈极显著正相关。果枝始节与平均气温、最低气温、降雨量呈极显著正相关,与最高气温和相对湿度呈显著正相关。子指与最低气温和降雨量呈极显著负相关,与平均气温、最高气温、相对湿度和日照时间呈显著负相关。皮棉产量与日温差呈显著正相关。断裂伸长率与平均气温呈极显著正相关,与最低气温、最高气温、降雨量和相对湿度呈显著正相关。其余各指标与气象因子之间均不表现相关性。综上所述,各气象因子与中长绒陆地棉的生育期、果枝始节、子指、皮棉产量和断裂伸长率有显著或极显著相关性。因此,下一步将重点对各气象因子与中长绒陆地棉的生育期、果枝始节、子指、皮棉产量和断裂伸长率指标做进一步分析。

表4 21份中长绒陆地棉材料性状变异分析

性状	极小值	极大值	均值	标准差	变异系数(%)
整齐度指数(%)	82.8	87.1	84.71	1.31	1.55
反射率(%)	76.6	83.7	79.85	1.99	2.49
生育期(d)	114.0	130.0	121.38	4.89	4.03
出苗率(%)	82.8	94.3	87.54	3.69	4.22
纤维上半部长度(mm)	29.0	34.6	31.05	1.51	4.86
果枝始节	5.4	6.9	6.00	0.38	6.26
黄色深度	6.7	8.2	7.53	0.48	6.40
衣分(%)	32.7	44.9	40.84	2.89	7.07
断裂比强度(cN/tex)	28.1	36.8	32.66	2.31	7.09
籽棉产量(kg/667m ²)	348.3	464.7	420.21	33.84	8.05
皮棉产量(kg/667m ²)	150.8	201.5	176.31	14.67	8.32
单铃重(g)	5.0	7.6	6.13	0.55	8.92
株高(cm)	51.1	72.7	63.02	6.33	10.04
马克隆值	3.5	5.4	4.73	0.48	10.14
断裂伸长率(%)	5.0	7.1	6.01	0.63	10.48
单株铃数	4.9	7.8	5.84	0.67	11.50
子指(g)	8.6	14.4	11.06	1.68	15.17

表5 中长绒陆地棉各指标与气象因子的相关系数

指标	平均气温	最低气温	最高气温	日温差	降雨量	相对湿度	日照时间
生育期	0.283	0.449*	0.249	-0.280	0.777**	0.360	0.993**
果枝始节	0.596**	0.605**	0.531*	-0.228	0.619**	0.533*	0.284
出苗率	-0.183	-0.076	-0.097	0.207	0.027	-0.253	0.306
株高	0.258	0.232	0.318	0.298	-0.087	0.325	0.099
单株铃数	0.135	0.121	0.130	0.098	-0.070	0.313	-0.092
单铃重	0.009	-0.133	-0.118	0.034	0.376	-0.080	0.275
子指	-0.489*	-0.576**	-0.486*	-0.034	-0.553**	-0.483*	-0.512*
衣分	0.106	0.184	0.086	0.064	0.117	0.250	0.286
籽棉产量	0.264	0.154	0.166	0.385	0.133	0.285	0.261
皮棉产量	0.244	0.097	0.153	0.441*	0.091	0.296	0.174
纤维上半部长度	-0.047	-0.151	-0.093	0.130	-0.062	-0.162	0.010
断裂比强度	-0.033	0.012	-0.020	-0.023	-0.187	-0.371	0.129
马克隆值	0.219	0.266	0.244	0.070	0.203	0.360	0.255
断裂伸长率	0.582**	0.492*	0.484*	0.070	0.499*	0.488*	0.366
反射率	0.218	0.111	0.117	0.308	0.139	-0.041	0.281
黄色深度	0.386	0.292	0.317	0.278	0.094	0.398	0.183
整齐度指数	0.113	0.095	0.121	0.341	-0.032	-0.216	0.291

**和*分别表示在0.01和0.05水平(双侧)显著相关

2.4 中长绒陆地棉特征指标与气象因子数学模型模拟 气象因子是影响植物生长发育以及成熟的重要因素,因此,在上述研究的基础上,参照徐敏等^[8]的研究,将显著或极显著相关的指标进行二次多项逐步回归分析,以各气象因子均值为自变量(X),以中长绒陆地棉性状指标均值为变量(Y),建立数学模型,共有12个模拟成功(表6)。

边际效应可以反映棉花基本指标对气象因子的反应特征,是自变量对变量影响的特定特征值的最适值,即当 $y'=2a(x_i-b/2a)=0$ 时, $b/2a$ 即就是气象因子的最适值。 y' 变化率绝对值表示 y' 值稳定程度,变化率越大则 y' 值稳定程度越低^[9]。表7中,从21份中长绒陆地棉材料与气象因子边际效应模型来看,最低温度的波动对中长绒陆地棉有较大影响,日照时间的波动对中长绒陆地棉影响较小。

综合各边际效应,最低温度的最适值范围在15.19~17.20℃(最适值15.1934~17.1965)内,日照时间的最适值范围在955.65~1069.27h(最适值

955.6494~1069.2670)内。由此可初步推断21份中长绒陆地棉材料中,有10份中长绒陆地棉材料综合评价较佳,分别为3D02、3D03、3D05、3D08、3D10、3D13、3D16、3D17、3D18和3D19。

3 讨论与结论

棉花生长发育过程中的气候条件(水、热和光等)和环境条件(养分、地上地下空间)都是决定棉花农艺性状及纤维品质性状的重要因素。本研究对21份中长绒陆地棉农艺性状、纤维品质性状与生育期间的气象因子做相关性分析发现,中长绒陆地棉的生育期、果枝始节、子指、皮棉产量和断裂伸长率均受气象因子不同程度影响。棉花从出苗到开花和收获所经历的时间长度会在适应外界气候和生态环境条件过程中缩短或延长,且近年来研究数据表明,全球气温升高对作物生长发育的时间长度影响显著,导致作物生长速度加快,生育期缩短。且在进一步研究中发现,作物生育期的变化,使作物面临不同的气候因素,对作物的辐射和降水发生变化^[10]。中

表6 性状指标与气象因子逐步回归模型

气象因子	性状指标	模型	决定系数 R^2	F	P
平均气温(X_1)	果枝始节	$Y=0.045X_1^2-19.355$	0.356	10.506	0.04*
最低温度(X_2)	生育期	$Y=-1.552X_2^2+53.378X_2-334.075$	0.208	2.364	0.12
	果枝始节	$Y=0.53X_2^2-16.105X_2+127.968$	0.497	8.899	0.02*
	子指	$Y=2.557X_2^2-81.695X_2+663.096$	0.374	5.372	0.01*
	断裂伸长率	$Y=-0.316X_2^2+10.559X_2-81.906$	0.259	3.144	0.07
最高温度(X_3)	果枝始节	$Y=0.007X_3^2-1.173$	0.285	7.586	0.01*
降雨量(X_5)	生育期	$Y=0.038X_5^2-57.881$	0.603	28.894	0**
	果枝始节	$Y=0.002X_5-4.98$	0.383	11.814	0.03*
相对湿度(X_6)	果枝始节	$Y=0.03X_6^2-0.835$	0.286	7.629	0.01*
	子指	$Y=-0.009X_6^2+25.799$	0.120	2.595	0.12
日照时间(X_7)	生育期	$Y=0.0001894X_7^2-0.362X_7+230.326$	0.992	1153.009	0**
	子指	$Y=0.00007435X_7^2-0.159X_7+94.766$	0.138	1.442	0.26

表7 性状指标与气象因子边际效应模型

气象因子	性状指标	边际效应模型	最适值	y' 变化率
最低温度(X_2)	生育期	$y'=-3.104(X_2-17.1965)$	17.1965	-3.104
	果枝始节	$y'=1.06(X_2-15.1934)$	15.1934	1.060
	子指	$y'=5.114(X_2-15.9748)$	15.9748	5.114
	断裂伸长率	$y'=-0.632(X_2-16.7073)$	16.7073	-0.632
日照时间(X_7)	生育期	$y'=0.0003788(X_7-955.6494)$	955.6494	0.0003788
	子指	$y'=0.0001487(X_7-1069.2670)$	1069.2670	0.0001487

长绒陆地棉的生育期、果枝始节、子指、皮棉产量和断裂伸长率和气象因子建立二次多项式逐步回归数学模型,进一步利用边缘分析法,发现最低温度的波动对中长绒陆地棉有较大影响,日照时间的波动对中长绒陆地棉影响较小,刘海蓉等^[11]在研究中也发现日照时间对棉花单铃重及单株铃数作用小,温度的影响较大。

本文采用二次多项式逐步回归分析、边际效应特征值关系研究,初步推断出 21 份中长绒陆地棉中 3D02、3D03、3D05、3D08、3D10、3D13、3D16、3D17、3D18 和 3D19 材料综合评价最佳,从表型和品质上为下一步研究缩小了范围。徐敏等^[8]也利用此方法研究棉花种子各指标特征值,综合各指标的边际效应确定了符合参试棉花种子成熟的最适降水量、日温差、日照时间及种子在棉花植株上最佳停留时间的范围。棉花种植及田间管理模式均是在当地气象条件下制定,因此本方法还应当在不同地区气候条件下做进一步研究,该研究将另外安排实验。

本文初步推断出 21 份中长绒陆地棉中 3D02、3D03、3D05、3D08、3D10、3D13、3D16、3D17、3D18 和 3D19 材料综合评价最佳。

参考文献

- [1] 韩慧君. 气候生态因素对棉花产量与纤维品质的影响. 中国农业科学, 1991 (5): 23-29
- [2] 马富裕, 曹卫星, 周治国, 李少昆, 戴廷波, 杨建荣. 田间条件下遮光对棉花棉铃发育及纤维品质的影响. 棉花学报, 2004, 16 (5): 270-274
- [3] 陈光琬, 唐仕芳, 霍红, 余隆新, 王少华. 土壤水分对棉花产量和纤维品质的影响. 棉花学报, 1992 (1): 33-40
- [4] 单世华, 施培, 孙学振, 周治国. 温度影响棉纤维发育研究进展. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2002, 33 (3): 395-398
- [5] 单世华, 孙学振, 周治国, 施培. 温度对棉纤维干物质积累动态变化的影响. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2001, 32 (1): 6-10
- [6] 李慧琴, 崔建强, 王潭刚, 胡宝. 24 份陆地棉材料表型性状遗传多样性分析. 新疆农垦科技, 2019, 42 (5): 10-13
- [7] 李红丽. 新疆农业气象灾害对棉花生长的影响及防范措施. 智慧农业导刊, 2022, 2 (10): 22-24
- [8] 徐敏, 李憬霖, 叶福民, 朱鹤, 金路路, 王子胜. 棉花种子活力与其植株停留期间气象因子的关系研究. 棉花学报, 2021, 33 (1): 75-85
- [9] 张旺锋, 勾玲, 王振林, 李少昆, 余松烈, 曹连蕾, 李伟明. 不同生态棉区棉花单铃重的变化及与气象因子关系的研究. 中国农业科学, 2002, 35 (7): 872-877
- [10] 李娜. 气候变化对棉花生长和产量的影响. 杨凌: 西北农林科技大学, 2021
- [11] 刘海蓉, 刘进新, 李凤琴, 贾勇军. 不同气候条件对棉花产量的影响. 新疆气象, 2005 (2): 21-23

(收稿日期: 2023-03-21)

(上接第 69 页)

- [3] Siddiqui S U, Chaudhary M F, Anwar R. Studies on the in vitro conservation of potato (*Solanum tuberosum* L.) germplasm in Pakistan. Plant Genetic Resources Newsletter, 1996 (107): 28-30
- [4] 李志平, 郭景山. 2018 年内蒙古马铃薯产业现状、存在问题及发展建议 // 屈冬玉, 金黎平, 陈伊室. 马铃薯产业与健康消费(2019). 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2019
- [5] 吕典秋, 李学湛, 何云霞, 白艳菊, 张儒喜, 朱财. 马铃薯脱毒原原种栽培基质筛选和栽培技术的研究. 杂粮作物, 2002, 22 (1): 46-47
- [6] 卞春松, 金黎平, 谢开云, 段绍光, 屈冬玉. 不同基质对马铃薯微型高效生产的影响. 种子, 2003 (5): 103-105
- [7] 杨培军, 张慧琴, 张宏熹, 王晓煜, 赵东. 不同品种密度基质对马铃薯微型薯产量的影响. 宁夏农林科技, 2005 (1): 38-39
- [8] 郝兴顺, 吴玉红, 刘勇, 葛红心, 李厚华, 陈进, 杨秀丽. 改良型新基质对彩色马铃薯脱毒微型薯繁育的影响. 陕西农业科学, 2015, 61 (12): 14-16
- [9] 李勇. 马铃薯脱毒苗在不同基质配比条件下生产微型薯的产量性状和经济参数. 中国马铃薯, 2014, 28 (3): 147-151
- [10] 孔德鹏. 脱毒马铃薯微型薯栽培基质的研究与应用. 石河子: 石河子大学, 2011
- [11] 刘勇, 郝兴顺, 陈进, 陈钦, 杨云霞, 高红玲. 不同基质对脱毒马铃薯

薯穴盘扦插苗成活率及生长发育的影响. 陕西农业科学, 2009 (5): 21-22

- [12] 李殿军, 苏允华, 闫任沛, 乔雪静, 孙东显. 不同基质生产脱毒马铃薯原种产量比较. 中国马铃薯, 2005, 19 (2): 87-88
- [13] 王越, 曹琳琳, 冯洁, 柳俊, 蔡兴奎. 马铃薯微型薯基质栽培模式调研与成本分析 // 屈冬玉, 金黎平, 陈伊室. 马铃薯产业与健康消费(2019). 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2019
- [14] 刘补成, 赵国良, 孟哲良, 杨志奇, 宋怡, 杨晨, 赵中梁, 赵文涛. 小拱棚及不同基质对马铃薯原原种产量的影响. 中国马铃薯, 2016, 30 (5): 273-276
- [15] 裴晖平, 王多成, 盛萍, 秦嘉海, 肖占文, 王治江, 吴琴. 不同废弃物混合基质对脱毒马铃薯原原种生长发育和经济效益的影响. 长江蔬菜, 2010 (20): 66-69
- [16] 方贯娜, 庞淑敏, 杨永霞. 菇渣作基质生产脱毒微型薯试验研究. 内蒙古农业科技, 2005 (6): 44-45
- [17] 杨春, 齐海英. 马铃薯脱毒小薯无土栽培营养基质的筛选. 陕西农业科学, 2001 (1): 11-12
- [18] 王芳. 无土基质栽培生产脱毒马铃薯微型薯的关键技术. 作物杂志, 2008 (5): 97-100

(收稿日期: 2023-03-23)