

绿洲农区棉花生产的生态适应性分析

蒋桂英, 白 丽, 赖先齐, 马兰花, 吕 新*

(新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 石河子大学, 新疆 石河子 832003)

摘 要: 从绿洲农区光、温角度入手, 比较分析了绿洲与非绿洲农区的光、热资源的耦合效应及其棉花的生态适应性。结果表明: 绿洲棉区之所以成为优质棉区, 是因为采取的栽培技术使绿洲地区的光、热富能期与高效结铃期耦合的结果, 用栽培技术协调了生物与环境间的良好关系, 从而确保了绿洲棉产业的迅速发展。

关键词: 棉花; 绿洲农区; 生态适应性

中图分类号: S562 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0157-05

中国是世界第一产棉和消费棉花的大国, 均占世界产量的 1/3 左右, 其中绿洲棉区又是我国优质棉的重要产地, 面积占 25%、皮棉产量占 34%。棉花是典型的喜温作物, 要求 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3 450 $^{\circ}\text{C}$ 以上, 其中开花结铃期对温度的要求更高、更严格(25 $^{\circ}\text{C}$ ~30 $^{\circ}\text{C}$), 绿洲许多地区的热量水平能够满足植棉的基本条件。新疆南疆塔克拉玛干大沙漠周边、东疆吐一哈盆地及北疆古尔班通古特沙漠周边因其热量条件优良, 而成为绿洲棉区的主体, 面积占绿洲棉区的 95% 以上。甘肃的绿洲棉区只占 5% 左右, 与北疆棉区的生态条件、棉花品种、栽培技术等都十分近似, 共同构成了中国的特早熟绿洲棉区。

决定热量最主要的条件是纬度、海拔高度, 中国的绿洲棉区由于地貌(盆地、谷地、走廊)及地面状况(沙漠、戈壁)对热量的作用所致, 使地区性(绿洲)的热量条件被改善, 遂成为我国最北的优质棉区^[1], 如位于 44 $^{\circ}\text{N}$ 以北的新疆准葛尔盆地的古尔班通古特沙漠周边绿洲, 伊犁谷地的莫合尔沙漠周边绿洲, 棉花生长发育好、产量高; 位于 43 $^{\circ}\text{N}$, 沙漠、戈壁广布且海拔较低的吐鲁番、哈密盆地绿洲, 尤其适于种植长绒棉; 又如位于南疆塔里木盆地的塔克拉玛干大沙漠周边绿洲及甘肃河西走廊西部位于库姆塔格沙漠边缘的敦煌、安西, 位于腾格里沙漠及毛乌素沙漠之间的民勤绿洲, 海拔高度普遍超过 1 000 m (每上升 100 m 将降温 0.4 $^{\circ}\text{C}$ ~0.6 $^{\circ}\text{C}$), 海拔对热量的影响很大, 但由于纬度较南(40 $^{\circ}\text{N}$ 左右, 纬度向南 1 $^{\circ}\text{C}$ 将增加积温 150 $^{\circ}\text{C}$ ~200 $^{\circ}\text{C}$) 和沙漠增温效应以及地貌的良好作用, 才使之成为绿洲棉区。本文从绿洲农区光、热角度入手, 分析了绿洲棉花的生态适应性及其与特殊栽培技术的关系, 为进一步提高绿

洲棉花生产潜力, 为绿洲棉花优质高效生产提供理论依据。

1 绿洲农区棉花生态适应性分析

1.1 棉花生长发育的热量要求

一个地区能否种植棉花, 主要决定其热量资源。一般以 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为主导因子, 无霜冻期、开花结铃期的温度等为辅因子, 具体的衡量标准为: (1) $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温: 在绿洲地区决定某地能否种植棉花的热量条件的基本要求是 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3 450 $^{\circ}\text{C}$ 以上。(2) 无霜冻期: 无霜冻期的长短, 直接影响到棉花是否能成熟和成熟度的好坏, 为 160 d 左右。(3) 开花结铃期温度: 开花结铃的适宜气温是 25 $^{\circ}\text{C}$ ~30 $^{\circ}\text{C}$, 低于或高于此温度范围, 均不利于棉花开花。

1.2 绿洲与非绿洲农区间的棉花生态适应性差异分析

绿洲与非绿洲地区间的光、热条件差异很大, 由于两者的耦合效应, 形成了棉花适应性的差异。表 1 是通过生态适应值计算分析得到的绿洲地区光、热条件耦合效应下的棉花生态适应性值^[1~2]。

计算公式为:

$$AV = \frac{1}{W_i [\sum_i (AT_i + \Delta T_i + LI_i) / 3]}$$

式中, AV 为适应值; AT_i 为月平均温度; ΔT_i 为月平均日较差; LI_i 为月平均日照时数; W_i 为权重系数, 分别为萌芽、开花结铃、成熟期的权重 0.2、0.5、0.3。权重系数的选取根据不同生育时期热量、光照等条件对棉花生长发育及产量、品质的影响大小来确定。

收稿日期: 2006-03-20

基金项目: 国家基础研究重大项目前期研究专项(2003CCA02300)

作者简介: 蒋桂英(1967—), 女, 新疆石河子人, 副教授, 博士, 从事绿洲农业的研究。E-mail: jgy67@126.com。

* 通讯作者: 吕 新, E-mail: lxshz@126.com。

AV 计算方法是:首先计算出不同地区的平均气温、日较差、日照时数与棉花要求间的差值(不考虑正负,表 1),分别乘以相应的权重,再分析得出不同地区的总差值,最后将总差值取倒数,即为各个地区棉花的生态适应值(表 1)。

表 1 不同棉区棉花光热资源需求差值及其生态适应性值比较
Table 1 Comparison of ecological adptability of cotton and difference of requirement and actuality of light-heat resource in different areas

地点 Location	萌芽期(4 月) Germinating (April)			花铃期(7~8 月) Blossoming (July~August)			成熟期(9 月) Ripening (September)			适应值 Adaptive value
	平均气温 Average temperature	日较差 Diurnal range	日照 Time of sunshine	平均气温 Average temperature	日较差 Diurnal range	日照 Time of sunshine	平均气温 Average temperature	日较差 Diurnal range	日照 Time of sunshine	
石河子 Shihezi	-3.9	2	1.1	-1.9	3	1.0	-3.9	2	0.8	0.47
吐鲁番 Tulufan	5.1	5	2.1	-8.6	4	1.3	4.6	5	1.8	0.23
喀什 Kashi	0.2	5	0	0	4	0.5	0	4	0.1	0.66
敦煌 Dunhuang	-3.9	5	2.2	-1.5	3	1.5	-2	5	2.1	0.42
郑州 Zhengzhou	0.5	4.8	-0.7	0.7	-0.4	-1.4	0.6	3	-1.6	0.72
武汉 Wuhan	2	-1	-2.6	2.7	-1	-0.8	2	1	-1.5	0.64
棉花要求 Demand	14	9	7.5	25	10	9	20	10	8.5	—

说明:负号有两种情况下出现:低于最适要求及高于适宜范围最高值(如吐鲁番 7、8 月平均气温)。
Note: “—” means the actuality value is either lower or higher (such as average temperature in July~August in Tulufan) than the requirement value.

从以上计算结果分析可以得出如下结论:

(1) 不同地区生态适应值的排序为郑州(0.72),喀什(0.66)、武汉(0.64),石河子(0.47)、敦煌(0.42)及吐鲁番(0.23)。大致可分为最适宜区(0.64~0.72)、适宜区(0.42~0.47)及次适宜区(0.23)三类。

(2) 黄河流域和长江流域棉区(非绿洲棉区)的植棉历史悠久,棉花对当地生态环境资源很适应(适应值平均 0.68),并形成了相适应的栽培技术及种植模式,始终是我国的主要产棉区。这些地区的热量资源丰富,很适合喜温特性的棉花生长,种子萌发、开花结铃、成熟期的月平均气温基本上都高于(或接近)棉花要求,尤其是长江流域棉区的热量丰富,很适合麦棉两熟种植。但这些地区也有着共同的特点,开花结铃及成熟期的日照不足,尤其是 7、8 月份正逢雨季,日照时数差值为-0.8~-2.0,同时还表现出阴雨天、闷热天的日较差小,易徒长、落蕾落铃、病虫害严重等特点。成熟期虽然日照时数差值(-0.5~-1.5)、日较差的差值有好转,但仍然不利于吐絮,棉花品质较次,尤其是长江流域,成为这些

棉区棉花生产的重要影响因素。黄河、长江流域棉区 9~10 月气温高,生长期长,积温高(4 500℃~5 303.3℃),加上前期、中期气温也很高,很适合多熟种植,故形成了麦后移栽棉花、小麦套种棉花的种植模式,对提高土地利用率、增加收入都有良好作用。但是棉花实行多熟种植后,生育期延迟,也面临成熟期的热量、日照不足问题,所以仍然要对棉株进行控制,采用“合理密植”等技术^[3]。

(3) 南疆地区植棉历史也很悠久,开花结铃至成熟期的温度和光照适宜棉花生长发育,棉花对当地的适应值也高(0.66)。如果将喀什地区棉花萌芽期 4 月的气温高(好)于要求,但处于最适范围的差值及开花结铃至成熟期 7、8、9 月的日照时数高(好)于要求,处于最适范围的差值视为“0”,计算适应值则为 0.78,超过最适区范畴。这种做法不仅较客观地评价了喀什地区,也是对本计算法的完善,理论上也是成立的。实践中南疆地区采用种植产量较高的中熟品种,生育期延长,也面临萌芽及成熟期的热量不足问题,需要采用相应的“密矮早膜”技术模式。

(4) 新疆北疆地区植棉始于 20 世纪 50 年代,

主要是引入前苏联的早熟棉花品种(kk-1543 等)及植棉技术,从而突破了我国植棉的北限(44°N)。但棉花生长期短,热量不足的生态环境,在一定程度上仍然制约着植棉发展,如石河子、敦煌早熟棉区在三个时期的月平均气温都为负值,尤其是在种子萌发的 4 月及成熟的 9 月负值为-3.9,必须克服;开花结铃的 7、8 月也不足,差值为-1.5 及-1.9。20 世纪 80 年代初逐步应用地膜植棉技术(地膜可使 5~10 cm 土温提高 2℃~3℃,增加 200℃~300℃积温),同时总结推广了“密矮早膜”技术模式,不仅有效地克服了春季低温的制约,同时对克服开花结铃及成熟期的热量不足也有良好作用,也有利于充分发挥绿洲地区秋季日照强、空气干燥、日较差大,有利于生产优质棉的优势。

(5) 吐鲁番地区海拔低、气候十分干燥,盆地地貌及周围沙漠、戈壁的增温效应等聚热作用,使得暖季的气温很高,7~8 月平均气温达 33.6℃,平均最高气温 47.95℃,十分酷热,加上空气相对湿度小于 30%,陆地棉等喜温作物开花授粉不良、蕾铃脱落严重,表现出不适应,生态适应值 0.23。对于这样特殊的生态环境,人们在长期生产实践中采用了选用能适应酷热的作物,如长绒棉、高粱、无核白葡萄等,另一方面还采用了加强灌水降温及复种多熟将最高温季节与生物最不耐高温的时期错开等措施。

棉花栽培的关键是 6 月底以前多现蕾(可有 25%~30%开花吐絮),采用“矮密早膜”技术,成铃率占单株总铃数的 90%以上;当然密度较低时,棉株中上部仍能形成一定产量^[4]。绿洲棉区之所以成为优质棉区,是因为采用的栽培技术使绿洲地区的光、热富能期与高效结铃期耦合的结果,用栽培技术协调了生物与环境间的良好关系,从而确保了绿洲棉产业的迅速发展^[5,6]。

2 绿洲农区棉花特殊栽培技术特点分析

形成绿洲热量资源比较优良的重要因素是盆地的聚热作用及暖季时沙漠的增温效应,所以高温富照期相对很短。从表 2 中可以看出,与长江流域、黄河流域棉区相比,播种期的热量条件,南疆棉区(早中熟棉亚区)与长江、黄河流域棉区相近,北疆棉区(早熟棉亚区)偏低;蕾期温度具有同一趋势;7、8 月花铃期和 9、10 月吐絮期温度则明显不如长江、黄河流域两棉区。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温,南疆棉区比黄河流域和长江流域两棉区少 181℃和 681℃;持续天数少 6.9 d 和 27 d;南疆棉区的无霜期比长江流域棉区

少 18~35 d,北疆棉区比黄河流域少 7~42 d。9 月份南疆日平均温度均低于 20℃,特早熟棉区低于 18℃,已达不到棉铃发育对适宜温度的要求。日平均气温南疆棉区比长江、黄河流域棉区少 3.9℃~3.4℃,比北疆少 6.6℃~4.4℃。10 月份南疆日平均温度 11℃~12℃;北疆 7℃~8℃,已低于吐絮期温度下限。因此,从开花时计起,有利于棉花生长发育和优质纤维形成的时间不足两个月,北疆棉区从 8 月中旬开始,南疆棉区从 8 月下旬开始气温下降,对棉纤维发育不利。因此从热量条件推算,在覆膜适期早播(南疆棉区在 3 月下旬至 4 月上旬,北疆棉区在 4 月上旬至 4 月中旬)的情况下,种植早中熟品种的南疆棉区以预留果枝平均 10 台左右,最多不超过 12 台,北疆棉区预留果枝平均 9 台左右,最多不超过 11 台,才能保证 80%以上霜前花。另外根据李少昆调查,北疆高产棉成铃主要集中在低台位果枝(1~9 台)及第 1、2 果节,第 1 果节成铃 87.3%,也说明果枝台数及节数不能多,应保持小个体为宜^[7]。为了在小个体情况下获得足够的铃数,又必须加大密度(环境条件也允许加大密度),保持大群体结构,与长江流域、黄河流域棉区单株发育 16~18 台果枝,最多可达到 20 台相比,新疆棉区棉株的株型矮小而密度却大得多;棉花是短日照喜光作物,新疆棉区的光照充足,平均日照率达到 70%~80%,显著高于日照率 55%~65%的长江及黄河流域,充足的光照、较小的空气湿度及灌溉的可控性也不成为影响密植的条件;加上新疆棉花品种普遍株型紧凑,在密植条件下生产效率高,所以多数棉铃的生育期比较接近,生育期相对集中,更能有效地利用绿洲 7~8 月高温富照期,生产出纤维品质优良,色泽洁白的皮棉,形成了新疆棉花在栽培管理上小个体、大群体的“密、矮、早、膜”栽培模式。“密、矮、早、膜”综合栽培技术体系完善于 20 世纪 80 年代,到 90 年代初绿洲棉区“密、矮、早、膜”综合栽培技术体系的密度为 16.5~19.5 万株/hm²,2000 年以来绿洲棉区推广宽膜植棉技术和种植方式的改进,绿洲棉区“密、矮、早、膜”综合栽培技术体系的棉花种植密度已增加到 21~24 万株/hm²,又增加了 30%左右,单株结铃 5~6 个,总铃数 7~8 万个/666.7m²,皮棉可达 130~150 kg/666.7m²。由于总铃数的增加,棉花产量增加 15%~18%。这些年来新疆棉花生产的发展,高密度栽培是一项关键性的增产技术,是目前绿洲棉花生产中大力推广、不断完善的技术。

表 2 新疆棉区与长江、黄河流域棉区热量条件比较

Table 2 Comparison of heat resource among the planting regions of Xinjiang, Yangtze River Valley and Yellow River Valley												
棉区 Region	地点 Location	各月平均气温(℃) Average temperature of each month							气温稳定通过 10℃ Temperature above 10℃		无霜期 Frost-free period (d)	植棉模式 Cropping mode
		4	5	6	7	8	9	10	持续期 Continuous period (d)	积温(℃) Accumulated Temperature		
南疆 South Xinjiang	喀什 Kashi	15.0	19.8	23.6	25.8	24.5	19.9	12.1	201.5	4193	214	矮、密、早、膜、 化控 Short, dense, early, film, chemical control
	库尔勒 Kuerle	14.9	21.1	24.9	26.1	25.6	19.8	11.3	196.8	4253	229	
北疆 North Xinjiang	敦煌 Dunhuang	11.1	18.1	22.2	24.1	24.0	18.0	10.1	173	3611	189	矮、密、早、膜、 化控 Short, dense, early, film, chemical control
	石河子 Shihezi	10.8	18.0	22.9	24.7	22.5	16.6	7.6	163.4	3371	156	
长江 Yangtze River Valley	常熟 Changshu	13.9	19.4	23.6	28.1	28.6	23.6	17.6	228.5	4934	247	麦后移栽; 麦 棉套种 Trans- planting after wheat; wheat/ cotton inter- cropping
	武汉 Wuhan	15.9	21.1	25.7	28.6	27.9	23.3	17.3	233.1	5144	249	
黄河 Yellow River Valley	郑州 Zhengzhou	14.6	21.0	25.9	27.0	25.5	20.7	14.5	211.3	4535	198	麦 棉 套 种 Wheat/cotton intercropping
	石家庄 Shijiazhuang	14.5	21.0	25.6	26.7	25.1	20.3	13.7	208.4	4434	196	

注:甘肃敦煌与新疆石河子同属北疆特早熟棉区。

Note: Both Dunhuang in Gansu and Shihezi in Xinjiang belong to the extra-early cotton region of South Xinjiang.

长江流域棉区种植密度为 2.25~3 万株/hm², 黄河流域棉区种植密度为 6~12 万株/hm², 是绿洲棉区的 1/8 及 1/2~1/3。长江、黄河流域棉区热量资源好, 利用棉花的冗余生长习性的时间长, 可让个体发展到较大程度后再行控制, 实施与当地光热资源相适应的“合理密植”种植模式, 与绿洲地区的“密、矮、早、膜”模式一样, 都是在利用棉花冗余生长习性的基础上进行控制的技术体系, 但是冗余生长、控制的程度及手段不同。

3 结 语

- 1) 本文选择平均气温, 日较差和日照强度 3 项反映一个地区棉花正常生育、成熟的参数作为不同生态区棉花生态适应性的指标。此 3 项指标并非各自独立, 而是一综合指标衡量, 称作适宜度。
- 2) 根据适宜度可以划分不同棉区棉花生态适应的强弱, 不同地区生态适应值的排序为: 棉花最适应区为郑州(0.72), 喀什(0.66)、武汉(0.64), 石河子(0.47)、敦煌(0.42)及吐鲁番(0.23)。大致可分为最适宜区(0.64~0.72)、适宜区(0.42~0.47)及

次适宜区(0.23)3 类。

3) 绿洲地区的棉花大群体小个体高密度栽培技术, 是人们将绿洲地区特殊的光、热、水分资源与棉花冗余生长习性用栽培技术进行巧妙耦合的典范, 是绿洲地区棉花栽培技术最突出的特点。所以在绿洲地区对无限生长习性的棉花, 采用“密、矮、早、膜、化控”模式, 是适合的。

参 考 文 献:

[1] 赖先齐. 中国绿洲农业学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.

[2] 柳延涛, 李鲁华, 陈树宾. 绿洲农区玉米生长的生态适应性初步分析[J]. 新疆农业科学, 2005, 42(4): 37-39.

[3] 倪天麒, 热海提·吐尔许逊, 等. 新疆棉花生产的适度规模及其调控对策[J]. 干旱区地理, 2000, 18(2): 56-61.

[4] 胡保民. 新疆棉花资源优势分析[J]. 新疆农业大学学报, 2002, 25(3): 87-90.

[5] 雷晓春. 试论河西走廊棉区的棉花品质及对策[J]. 甘肃农业, 2001, (8): 21-23.

[6] 盛承发. 生长的冗余——作物对害虫超补偿作用的一种解释[J]. 应用生态学报, 1990, 1(1): 25-28.

[7] 李少昆, 李蒙春, 马富裕. 北疆棉花超高产生理基础的初步研究[J]. 新疆农垦科技, 1997, (3): 6-8.

(英文摘要下转第 192 页)

初步研究[J].微生物学通报,1994,34(5):355—359.

[3] 黄红英,方海红,刘爱民,等.一株地衣芽胞杆菌碱性蛋白酶的
研究 I [J].微生物学通报,2001,28(5):20—24.

[4] Nyysä Oä, A, Kerovu. J, Kaukinen, P. et al. Extreme halophiles
synthesize betaine from glycine by methylation[J]. J Bio Chem,
2000, 275(29):22196—22201.

[5] Maltseva O, Oriol P. Monitoring of an alkaline 2, 4, 6—2
trichlorophenol-degrading enrichment culture by DNA finger-
printing methods and isolation of the responsible organism, haloal-

kaliphilic nocardioiodes sp. Strain M⁶[J]. Appl Environ Microbio,
1997, 63:4145—4149.

[6] 程丽娟,薛泉宏.微生物学实验技术[M].西安:世界图书出版
公司,2000.

[7] 颜霞,朱铭莪,薛泉宏,等.西藏亚高山草原土壤放线菌研究
[J].西北农业学报,1999,8(2):97—101.

[8] 中国科学院微生物研究所放线菌分类组.链霉菌鉴定手册
[M].北京:科学出版社,1975.

Screening of antagonistic actinomycetes from typical saline soils in
semiarid area of the upper and middle reaches of Yellow River

LAI Hang-xian, QIANG Yu-rong, QIAO Zheng-liang, YANG Yu-lin, LI Li

(Collage of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In this paper the composition of actinomycetes sorts and their antagonism was investigated, which were separated from the saline soils of the upper and middle reaches of Yellow River. The results show that the main sort of actinomycetes in this area is *Streptomyces*, and the other genus only occupies by 9.27%. *Globosporu*, *Roseosporus*, *Griseofuscus* and *Flavus* are the major genus among *Streptomyces*. The strains of actinomycetes which have antagonistic activity occupy 76.44% of the 706 strains tested, but few are broad-spectrum strains; these strains have stronger antagonistic capability to bacteria than to fungi; the dominant genus of antagonistic actinomycetes are *Roseosporus*, *Griseofuscus* and *Globosporu*. Through the antagonistic test of ferment filtrate, 4 strains that can produce some substance with higher antagonistic activity have been screened; three of them belong to *Roseosporus*.

Keywords: semiarid area in upper and middle reaches of Yellow River; saline soil; actinomycetes; antagonism

(上接第 160 页)

Analysis on ecological adaptability of cotton in agricultural regions of oasis

JIANG Gui-ying, BAI Li, LAI Xian-qi, MA Lan-hua, LU Xin

(Key Laboratory of Oasis Ecological Agriculture of Xinjiang Corps, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China)

Abstract: The paper analyses the coupling effect of ligh and heat resource, and the ecological adaptability of cotton in the agricultural regions of oasis. It shows that the cotton in the agricultural regions of oasis is superior in quality, which is because that the special cultivating technique is coincident with the abundant energy of light-heat resource during boll development period, and harmonizes the relationship between plants and envoirment, therefore, the cotton industries of oasis canbe developed sustainedly.

Keywords: cotton; agricultural region of oasis; ecological adaptability