

文章编号 :1006-7639(2004)-02-0052-05

甘肃省糜子生态气候研究及适生种植区划

姚小英^{1 2 3}, 邓振镛¹, 蒲金涌², 姚晓红², 马兴祥⁴, 朱国庆⁵, 郭江勇⁶

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020 2. 甘肃省天水农业气象试验站, 甘肃 天水 741010 ;
3. 兰州大学, 甘肃 兰州 730020 4. 武威市气象局, 甘肃 武威 733000 5. 定西地区气象局, 甘肃 定西 743000 ;
6. 庆阳市气象局, 甘肃 西峰 741500)

摘 要 通过对甘肃省各地糜子生物特征与关键生长期生态气候适应性的探讨, 运用统计学方法分析了气象因子对糜子产量的影响, 确定生态气候适生种植区划综合指标体系, 作出种植适生生态气候区划, 并提出提高生态气候资源利用途径。
关键词 糜子, 生态气候, 适生种植区划
中图分类号 S162.5 文献标识码 B

引 言

糜子是甘肃省的传统作物, 栽培历史悠久, 在全省各地都有分布, 近年播种面积有所扩大为 16.76 万 hm^2 , 占粮食作物播种面积的 0.5% 左右。因受品种、栽培技术以及地理环境和气象因子等制约, 糜子单产极不稳定, 最高可达 2 250 kg/hm^2 , 最低只有 600 kg/hm^2 。糜子具有耐干旱, 耐瘠薄, 生育期短, 抗逆性强的特点, 可正茬播种, 也可复种, 在充分利用生态气候资源上有其不可替代的生理优势。

1 生物特征

糜子以春播正茬为主, 也可作为复种的夏播小日月糜子。春播在 4 月中旬至 5 月下旬播种, 由于各地春季温度升幅不一, 4 月份播种的出苗时间稍长, 5 月份播种的出苗时间稍短; 出苗至拔节期陇东及陇东南地区所需时间较短, 河西及中部地区较长; 拔节以后的生殖生长阶段, 各地糜子完成生育的时间基本无大差别, 一般在 9 月中下旬收获。从播种到成熟大概需要 120~150d(表 1), 其中陇东生长天数较短, 为 125d 左右, 河西地区较长, 为 155d 左右。夏播糜子一般在小麦收获后的 6 月下旬至 7 月上旬播种, 7 月上中旬出苗, 7 月中下旬拔节, 8 月上中旬抽穗开花, 9 月中下旬收获, 全生育期 80~90d。

表 1 糜子物候期(旬/月)

Tab. 1 The phenophase of prosomillet in different regions in Gansu(dekad/month)

	地点	播种	出苗	拔节	抽穗	开花	成熟	总天数(d)
春播	西峰	下/5	上/6	上/7	中/7	下/7	下/9	123
	北道	下/4	中/5	中/6	上/7	中/7	中/9	143
	定西	上/5	中/5	上/7	中/7	下/7	下/9	143
夏播	凉州	中/4	上/5	中/6	上/7	中/7	下/9	153
	西峰	上/7	中/7	下/7	中/8	中/8	下/9	92
	北道	下/6	上/7	中/7	上/8	中/8	中/9	82 !
	敦煌	中/7	下/7	上/8	中/8	中/8	下/9	82

2 生态气候适应性

选取北道(代表陇东南)、西峰(代表陇东)、定西(代表陇中)、凉州区(代表河西)4 地单产资料(1985~2000 年)及相应时段的旬平均气温、降水、日照时数进行相关及积分回归分析, 计算对产量影响的 $\alpha(t)$ 值, 探讨糜子生态气候适应性。从分析结果看, 糜子对生态气候条件要求是: 苗期喜温耐旱, 孕穗开花期喜水怕旱, 灌浆成熟期喜光怕涝。

2.1 热量对糜子产量的影响

2.1.1 春播糜子热量条件

糜子是喜温作物, 对热量要求比较高, 据试验日平均气温 $\leq 7^{\circ}\text{C}$ 时不能正常发芽^[1], 8°C 为种子发芽起始温度, 气温为 $15\sim 17^{\circ}\text{C}$ 时, 发芽势及发芽率达

收稿日期: 2004-04-08 改回日期: 2004-05-25

基金项目: 甘肃省科技攻关计划“西北干旱成因及其应用”(CGS012-A45-118)项目资助

作者简介: 姚小英(1968-)女, 甘肃省天水市人, 兰州大学在读研究生, 高级工程师, 主要从事应用气象试验研究。

到最大,15~20℃为种子发芽出苗的适宜气温^[2]。糜子最忌霜冻,当最低温度降到0℃以下,糜苗即会受冻。幼苗期适宜气温为20~22℃,播种—出苗需要≥10℃积温150~250℃。拔节期适宜气温为22~25℃,出苗—拔节期需要≥10℃积温为600~800℃(表2)。拔节—抽穗期是糜子茎叶迅速生长及小穗分化的关键发育时期,对热量要求较为敏感^[3],适宜气温为25~30℃。此期需要≥10℃积温为200~400℃。抽穗—开花期生育天数较短,需要≥10℃积温为200~250℃。灌浆期是产量形成的关键时段,不但要求比较充足的热量供给,而且昼夜较大的温差有利于物质积累及蛋白质含量的增加。当气温下降到15℃时,灌浆速度急剧下降,为灌浆临界温度。从历年气候平均值来看,此期陇东和河西在9月中旬,陇中在9月上旬,陇东南热量条件最优,在9月下旬,比陇东及河西地区多10d,比陇中的定西多20d。9月份河西最大日较差可达24~28℃,比河东地区大4~6℃,河西糜子干物质累积速度明显大于河东。当气温下降到10℃时,灌浆立即停止,从开花至成熟需要≥10℃积温为950~1300℃。

表 2 糜子各生育阶段 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温($^{\circ}\text{C}$)

Tab.2 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature in growth phases of prosomillet

地点	播种 —	出苗 —	拔节 —	抽穗 —	开花 —	成熟	全生育期
北道	196	586	442	231	1 262		2 717
西峰	272	599	210	216	1 018		2 315
定西	128	815	188	194	936		2 261
凉州	273	702	407	218	1 282		2 882

根据试验分析,晚熟品种需≥10℃积温为2600~2900℃;中晚熟品种为2400~2600℃;中早熟品种为2000~2400℃;早熟品种为1800~2000℃;特早熟品种为1500~1800℃。

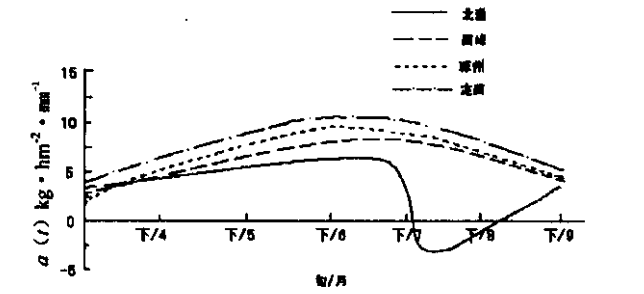


图1 旬平均气温与糜子单产积分回归曲线 $a(t)$
Fig.1 Prosomillet yield of per unit area and ten-day average temperature integral regression curve($a(t)$)

从图1可看出,气温对产量的影响几乎全部为正效应, $a(t)$ 值最高达10kg/hm²·℃,河西出现在6

月下旬,陇中在7月上旬,陇东出现在7月中旬。陇东南在8月上旬左右出现气温对产量影响的负效应, $a(t)$ 值为-3kg/hm²·℃,说明8月初陇东南的热量对糜子生长是过剩的,正效应出现在7月中旬, $a(t)$ 值为5kg/hm²·℃,热量对产量影响不明显。

2.1.2 复种糜子热量条件
复种糜子的主要限定条件是热量。据邓振镛研究^[4],河西各地复种糜子的产量与≥10℃积温相关显著($R_{敦煌}=0.62^*$; $R_{临泽}=0.69^*$; $R_{武威}=0.84^{**}$ 。*、**分别表示通过0.02及0.01的信度检验)。复种糜子≥10℃积温达1100℃时即可成熟,但产量很低;当≥10℃积温为1400~1600℃时,产量达1000~1500kg/hm²。各地冬、春小麦收获后(减去农耗7d左右)到9月底,该时段积温的多少决定复种糜子可利用热量的优劣。从表3可以看出,陇东南复种糜子的热量条件最为优越,陇东及河西的敦煌等海拔较低的地区热量条件较为好,陇中复种的热量严重不足。

表3 复种糜子热量条件

Tab.3 The heat condition of multiple cropping prosomillet

地点	播种	成熟	全生育期≥10℃积温(℃)
敦煌	中/7	下/9	1777
凉州	下/7	下/9	1376
定西	下/7	下/9	750
北道	下/6	下/9	1848
西峰	上/7	下/9	1641

2.2 降水对糜子产量的影响
糜子单株叶面积小,蒸腾量少,蒸腾系数是小麦的1/3^[3],需水250~300mm,远小于其他作物。其需水规律可概括为早期宜旱,中期宜湿,后期怕涝。从表4看出,常年陇东南和陇东全生育期降水量基本上可以满足生长需要,陇中略有欠缺,雨水少的年份,有干旱危害,河西要依靠灌溉补充水分。

表4 甘肃糜子各生育阶段降水量(mm)

Table.4 The precipitation in all growth phases of prosomillet

地点	播种—	出苗—	拔节—	抽穗—	开花—	成熟	全生育期
北道	34.3	60.4	65.8	26.1	172.6		370.5
西峰	14.8	82.7	36.2	40.8	194.6		393.9
定西	16.7	100.2	20.7	26.8	131.9		296.3
凉州	6.4	30.2	20.4	8.3	69.3		134.4

从图2看出,河西全生育期降水均为正效应,但 $a(t)$ 值较小,其中7月最大也不超过5kg/hm²·mm,陇中在苗期有一短时间负效应,其余各时段均为正效应,最大值出现在6~7月, $a(t)$ 值为8kg/hm²·mm,陇东南4~5月为负效应,正效应最大值为5kg/hm²·mm,出现在7月上旬,陇东正效应最大

时段为 6 月上中旬 , $a(t)$ 最大值可达 $5\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{mm}$ 。

糜子产量与降水量的相关关系 ,凉州 : $R_7 = 0.3124$;定西 : $R_6 = 0.6324^{**}$;北道 : $R_6 = 0.3243$;西峰 : $R_6 = 0.4256^{*}$ (R_6 :6 月降水量 ; R_7 :7 月降水量。 * , ** 分别表示通过 0.1 及 0.05 的信度检验) 验证了积分回归的结论。

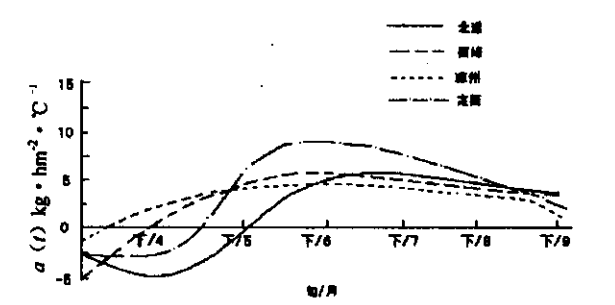


图 2 旬降水量与糜子单产积分回归曲线 $a(t)$

Fig.2 Prosomillet yield of per unit area and ten-day precipitation integral regression curve($a(t)$)

2.3 对糜子产量的影响

糜子属短日照作物。出苗后 5~10d 即可进入光合作用阶段 ,喜光不耐荫 ,对光反映敏感 ,在光照充足的条件下 ,同化效率高 ,尤其是穗分化后期 ,是花粉母细胞四分体分化期 ,对光照强度反应十分敏感 ,光照不足会影响花粉的形成 ,降低授精能力 ,使秕籽增多。在灌浆成熟阶段 ,同样要求有充足的光照 ,才能提高光合生产率 ,光照不足 ,影响干物质制造及积累 ,秕籽率增高。灌浆期要求晴好天气 ,日照充足 ,田间通风透气好 ,才有利于干物质积累 ,加快灌浆速度进程 ,若遇阴雨连绵 ,光照缺乏 ,则秕粒增多 ,产量降低。此时段的光照河西比较充足(表 5)^[5] ,河东光照条件逊于河西 ,陇东南最少 ,只及河西的 69%。

表 5 甘肃各地糜子各生育阶段日照时数(h)

地点	播种—	出苗—	拔节—	抽穗—	开花—	收获	全生育期
北道	137.3	215.7	129.7	77.4	383.7		827.4
西峰	87.7	255.4	80.0	80.1	392.1		895.3
定西	77.3	400.2	77.5	82.1	382.9		1 020.0
武威	167.1	371.6	172.6	89.5	580.9		1 381.7

从陇东糜子气候产量与日照的积分回归 $a(t)$ 演变曲线分析 ,7 月下旬至 8 月中旬的日照时数对产量为正效应。统计陇东南抽穗—灌浆期的 8 月日照时数与产量相关系数达 0.826 ,为极显著相关。

3 生态气候适生种植区

3.1 生态气候适生种植区划综合指标体系

根据以上分析 ,选取 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、拔节—抽穗期(6 月)降水量、抽穗—开花期(8 月)日照时数作主导指标和海拔高度作辅导指标 ,以及单产作参考指标 ,确定糜子生态气候适生种植区划综合指标体系 ,并划分为 5 个区域(表 6、图 3)。

表 6 糜子生态气候适生种植区划综合指标体系

Tab.6 The complex indices system of ecoclimate regionalization for planting prosomillet in Gansu province

生态气候分区	海拔高度 (m)	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 ($^{\circ}\text{C}$)	拔节—抽穗 降水量(mm)	抽穗—开花 日照时数(h)	单产 (kg/hm^2)
I 最适宜种植区	1 100~1 600	2 700~3 200	40~50	75~90	1 800~2 250
II 适宜种植区	1 600~1 800	2 500~2 700	30~40	60~75	1 500~1 800
	<1 100	>3 200	>50	40~50	
III 次适宜种植区	1 800~2 000	2 200~2 500	25~30	50~60	1 200~1 500
IV 可种植区	2 000~2 200	2 000~2 200	40~50	45~50	700~1 200
V 不宜种植区	>2 200	<2 000			<700

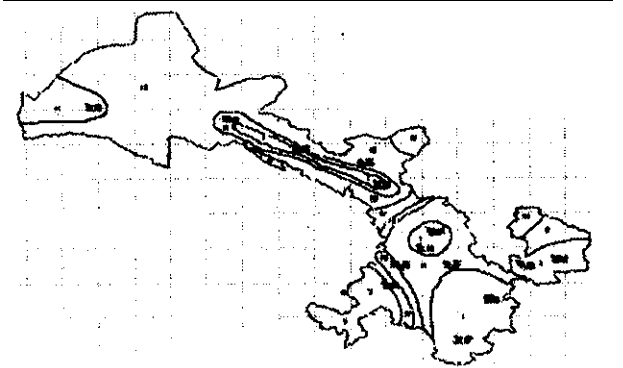


图 3 甘肃省糜子种植生态气候区划

Fig.3 The ecoclimatic regionalization for planting prosomillet in Gansu province

3.2 生态气候分区评述

3.2.1 最适宜种植区(I)

包括陇东的宁县、正宁、镇源、泾川、灵台、崇信、崆峒等县区 ,天水市的秦城、北道、甘谷、武山、秦安等县区 ,陇南地区除宕昌以外绝大部分地区及陇中的景泰、靖远、白银、皋兰、永靖等县的川源灌溉区和河西的敦煌、安西、玉门、酒泉、金塔、张掖、临泽、高台、武威、民勤等县海拔 $< 1\,600\text{m}$ 的灌溉区。该区热量充足 ,关键生育期光照充足 ,陇东和陇东南降水丰富 ,非常适宜于糜子生长 ,品质较佳 ,且有利于形成高产。陇中和河西灌溉区降水较少 ,但有灌溉补充水份 ,且昼夜温差大 ,利于糜子穗粒重的提高。

3.2.2 适宜种植区(II)

包括河西的玉门、酒泉、张掖、高台、临泽、山丹、永昌、武威等县 ,陇中的永靖西南部、兰州、榆中、会

宁、定西北部、通渭中南部、陇西及临洮等县 ,陇东的庆城、华池、合水等县(区),天水市的张川、清水大部分地区 ,陇南的文县、武都等县海拔<1 100m 的河谷盆地。该区热量丰富 ,关键生育期光照、降水较充足 ,适宜糜子生长 ,品质较好 ,产量较高。陇东南海拔较低地区关键生育期日照较少 ,对糜子品质有一定影响。

3.2.3 次适宜种植区(Ⅲ)

该区包括陇东的环县 ,陇中的定西中部、通渭北部、陇西北部、临洮、迭部等县 ,河西的酒泉、张掖、山丹、永昌、武威、古浪等县。区内光照较丰富 ,日照及热量能够满足糜子生长需求 ,降水量较少是制约糜子产量的主要原因。陇东糜子产量较低 ,但品质较好。

3.2.4 可种植区(Ⅳ)

包括陇中的漳县西南部、迭部、岷县、临洮、定西南部、临夏等县 ,河西的张掖、肃南、民乐、山丹、永昌、武威、古浪、天祝等县的浅山地带。该区域降水较充沛 ,但热量不足 ,关键生育期内阴雨天气多 ,尤其是糜子生长后期连阴雨天气不利糜子灌浆成熟 ,秕粒增多 ,品质较差。以种植早熟品种为主。

3.2.5 不可种植区(Ⅴ)

包括甘南和洮岷山区以及河西祁连山地等海拔>2 200m 的地区。区内海拔较高 ,热量条件不能满足糜子的生长要求 ,不宜种植糜子。

4 提高生态气候资源利用途径

4.1 合理布局 ,适当规模种植。糜子最大的特点是喜热、短日照 ,生育周期短 ,是倒茬、换种、调整夏、秋作物种植比例的理想作物。糜子具有耐旱、耐瘠薄、抗逆性强的另一特点 ,在年降水量 400mm 左右的

河东旱作农业区有种植优势 ,也是农民首选的较为理想的粮食作物。在适宜种植区应建立糜子的繁殖、育种基地 ,保持现有种植面积 ,适当规模发展 ,增加夏、秋作物种植布局比例的合理性。

4.2 增加复种 ,提高土地利用率。小日月糜子是各地麦收后复种的首选品种 ,在热量条件比较好的陇东及陇东南地区应大力推广 ;在热量条件较好的河西低海拔地区应合理安排农时 ,尽量扩大复种面积 ,充分利用生态气候资源 ,提高复种指数 ,增加单位土地的粮食总产。

4.3 因地制宜 ,发展糜子生产。在最适宜种植区内一般应选择晚熟或中晚熟种 ;在可种植区内应以早熟品种为主 ,在其它种植区内以中熟品种为主。在可种植区内 ,开花至成熟期热量不足是影响产量的主要因素 ,因此要适期早播 ,以躲避后期低温、早霜冻危害 ,也可采取地膜覆盖措施。在管理上 ,应根据糜子的生理特点和各地生态气候特征有针对性的加强管理工作。在海拔较高的地区 ,后期要严格控制水肥 ,浇水和较大的降水后 ,要及时中耕管理 ,采取促早熟的措施。低海拔的旱作农业区糜子的产量受干旱影响较大 ,要抓好防旱减灾的一切措施。

参考文献 :

[1] 农业气象编辑委员会. 中国农业百科全书[M]. 北京 : 农业出版社 ,1986. 75~76.

[2] 邓振镛 ,仇化民 ,李怀德. 陇东气候与农业开发[M]. 北京 :气象出版社 ,2000. 83~85.

[3] 龚绍先主编. 作物气象[M]. 北京 :北京农业大学出版社 ,1988. 195~232.

[4] 邓振镛. 河西走廊复种作物与热量资源利用的研究[J]. 自然资源 ,1982 (4) 40~48.

[5] 邓振镛 ,林日暖. 河西气候与农业开发[M]. 北京 :气象出版社 ,1993. 147~150.

A Study on Ecoclimate of Prosomillet and Its Suitable Planting Regions in Gansu

YAO Xiao-ying^{1 2 3}, DENG Zhen-yong¹, PU Jin-yong², YAO Xiao-hong², MA Xin-xiang⁴,
ZHU Guo-qin⁵, GUO Jiang-yong⁶

(1. Institute of Arid Meteorology ,CMA ,Lanzhou 730020 ,China ;

2. The Agrometeorological Experiment Station of Tianshui ,Gansu Tianshui 741020 ,China ;

3. Lanzhou University ,Lanzhou 730000 ,China 4. Wuwei meteorological Bureau ,Gansu Wuwei 733000 ,China ;

5. Dingxi Meteorological Bureau ,Gansu Dingxi 743000 ,China 6. Qinyang Meteorological Bureau ,Gansu Xifeng 745000 ,China)

Abstract Based on analysis of phenological features and meteorological conditions during the growing period of prosomillet in Gansu province ,the main agrometeorological facts that influence on the growth of prosomillet have been found out and discussed. The influences of meteorological factors on the yield of prosomillet has been analyzed with statistical methods. The complex indices system of ecoclimate regionalization for planting prosomillet in Gansu province has been given and the suitable regions have been pointed out ,the fit and unfit conditions in different regions have been commented.

key words prosomillet ;ecoclimatic ;suitable planting division