

晚播地膜冬麦气候适应性研究

普宗朝 李青松 宋水华 袁建海 董海虎 周鸿奎

(新疆吐鲁番市农业气象试验站, 838007)

提 要

根据田间试验资料,讨论了晚播膜下条播冬麦各生长发育时段气候条件的适宜程度,并分析了晚播地膜冬麦高产节水的农业气候原因,在此基础上确定了与复播棉花相配套的晚播地膜冬麦的品种选择。

关键词: 晚播 地膜冬麦 增温保墒 高产节水

引 言

吐鲁番盆地光热资源丰富,全年 0°C 以上的积温达 5700°C 以上,日照时数3050小时之多;冬季较暖,夏季热量充足,从农业气候条件看,具有发展冬麦复播中早熟棉花“一年两熟”种植制度的得天独厚的自然资源优势。但由于当地冬季无稳定积雪,受冻害、干旱和盐碱等不利因素的影响,冬麦安全越冬受到威胁,加之传统的冬麦播种时间与棉花、玉米、高粱等秋收作物成熟、收获期发生矛盾,所以,当地冬麦生产一直未能得到发展,冬麦复播棉花的高效种植模式难以实现。为解决上述难题,1997~1998年度吐鲁番农气站开展了晚播(霜冻出现,棉花停止生长后播种)膜下条播冬麦的试验研究,通过对晚播地膜冬麦高产、节水、早熟的农业气候原因的分析,探索适合当地麦、棉复作的冬麦栽培管理技术方案,为充分利用农业气候资源,提高复种指数,缓解吐鲁番盆地粮棉争水、争地、争农时的矛盾,促进粮棉双丰收提供新的发展方向 and 科学依据。

1 试验条件与方法

试验在吐鲁番市农业气象试验站进行,供试品种为新冬20号和新冬17号,另以当地主栽春麦品种改良新春2号(裸播)作对照,地膜冬麦于初霜(10月27日)后的11月

6日播种,播量 $225\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,地膜宽140cm,每幅膜下17cm等行距条播8行,膜间裸露地面宽30cm,膜两侧用土压膜5~7cm,翌年3月23日揭膜;春麦于翌年2月22日按15cm等行距播种,播量 $300\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。各品种小麦均于头水时追施尿素 $300\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

自播种至揭膜每日4次定时观测麦田0cm、5cm地温及地膜下膜面日最高、最低温度(一个重复),用土钻法于每旬初(土壤冻结期间停止测定)测定0~100cm深各土壤层有效水分含量。并进行小麦发育期、灌浆速率的测定,成熟后考种并测产。

2 试验结果分析

2.1 晚播地膜冬麦越冬条件的分析

晚播地膜冬麦冬前 0°C 以上积温只有 47.8°C ,其长势仅为钻出土壤表面1~1.5cm的叶鞘芽,故俗称“黄芽麦”。黄芽麦受冻敏感部位与正常秋播冬麦不同,正常秋播冬麦受冻敏感部位位于地表下3cm左右的分蘖节处,而黄芽麦则位于播种深度(5cm)处的生长点^[1]。在同样无地膜和积雪等覆盖的条件下,5cm处麦田土壤温度比3cm处平均提高 15°C 。在整个越冬期间,地膜覆盖能使5cm处土壤日平均温度比裸播增温 3.9°C ,夜间增温更多,可达 $4.2\sim 4.8^{\circ}\text{C}$ ^[2,3]。由此可见,

晚播地膜冬麦生长点处温度可较常规秋播冬麦分蘖节处高 5.5℃左右。

为便于定量监测或预报晚播地膜冬麦生长点处最低温度,我们根据麦田小气候和观测场气候资料统计分析了 5cm 最低土壤温度 Y 与最低气温 X 的关系如下:

$$Y = 0.4622X + 2.5418$$

$$(n = 89 R = 0.7834) \quad (1)$$

式(1)达到了信度为 0.001 的极显著水平。将有气象记录以来的吐鲁番地区极端最低气温 -28.7℃代入式(1),可求出相应的地膜冬麦田 5cm 处最低温度值为 -10.7℃,该值远高于冬麦生长点的致死低温 -15.0℃^[1]。这说明,吐鲁番地区种植晚播地膜冬麦完全无需担心越冬冻害问题。

2.2 晚播地膜冬麦停止和恢复生长的温度指标

据我们田间试验调查,入冬后当日平均气温稳定降至 -4℃时,地膜冬麦基本停止生长,开始进入越冬休眠状态。翌年当日平均气温稳定升至 0℃(开春)时小麦又开始恢复生长。所以可将日平均气温稳定达到 -4℃和 0℃分别作为晚播地膜冬麦停止生长和恢复生长的温度指标。

2.3 地膜冬麦揭膜期温度指标

统计地膜下膜面各日最高温度 T_{\max} 与日平均气温 t 有如下元线性回归关系式:

$$T_{\max} = 1.3675t + 17.3$$

$$(n = 89 \quad R = 0.9314) \quad (2)$$

据我们田间观察,春季当小麦叶片接触到膜面最高温度超过 38℃的地膜时,叶片就会出现萎蔫和黄尖等高温灼伤现象,将此值代入式(2)可求出相应的日平均气温 t 为 15.1℃,所以在实际生产中晚播地膜冬麦的揭膜期日平均温度以不超过 15℃为宜,最佳揭膜温度指标为日平均气温 13~15℃,揭膜过早会影响麦苗生长发育,并且还会导致小麦生育期的推迟而加重后期干热风的危害,过晚又会

造成高温灼伤叶片。

2.4 晚播地膜冬麦需水量和灌溉时间的确定

作物正常生长发育并形成较高的经济产量必需一定的水分供给,其需水量为^[4]:

$$ET_m = K_c \cdot ET. \quad (3)$$

式中 ET_m 为作物整个生育期间的需水量 (mm); K_c 为作物系数; $ET.$ 为参照作物层潜在蒸散量 (mm),可由联合国粮农组织 FAO 推荐的彭曼修正公式求取,表 1 给出了新冬 20 号、新冬 17 号和改良新春 2 号整个生长季的潜在蒸散量 $ET.$ 和需水量 ET_m 的理论值。

表 1 潜在蒸散量和小麦需水量

品种	潜在蒸散 $ET./\text{mm}$	需水量	
		mm	$\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$
新冬 20 号	527.0	474.0	4740.0
新冬 17 号	657.0	591.0	5910.0
改良新春 2 号	651.0	586.0	5860.0

由于新冬 20 号冬麦属早熟品种,成熟期较新冬 17 号和改良新春 2 号提前 12 天,所以其生育期间的潜在蒸散量最少仅 527.0mm,需水量也最少为 $4740\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。新冬 17 号和改良新春 2 号的潜在蒸散量相对较多,需水量也较多。

分析晚播地膜冬麦 0~100cm 土壤层有效水含量的动态变化情况(图 1)可以看出,越冬期间土壤有效水变化很小,从播种至 3 月 23 日揭膜的 135 天内总耗水量仅 15mm 左右。但揭膜后土壤失墒速率剧增,从 3 月 23 日揭膜至 3 月 31 日头水前的 8 天时间内土壤有效水从 135mm 迅速降至 108mm,耗水量达 27mm,这主要是因为地膜覆盖的冬麦田由于受土壤温度梯度的影响,上层(0~40cm)土壤湿度较大,一旦揭膜后,受春季干燥、多风、强日照、升温快的气候条件的影响,土壤水分(尤其是上层土壤水)蒸散很快。而此时的小麦根系分布很浅,抗干旱能力弱,加

之麦苗正处于分蘖拔节的需水关键期,因此,揭膜后5~7天内应结合追肥及时浇足头水,这是保证小麦高产的重要条件之一。

此后,随着气温的升高和小麦的生长发育,麦田耗水量也随之剧增,每次灌水(灌溉定额按当地传统灌量 $1200\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,采用机井水浇灌)后的25~15天0~100cm土壤层有效水即降至105~115mm左右(相当于0~50cm土壤湿度占田间持水量的50%~60%,即小麦适宜生长发育的土壤湿度下限)又需再次补充灌水,这种锯齿形的土壤湿度变化的频率还随小麦的生长发育和气温的升高而逐渐加快。因此,根据以上土壤湿度变化规律并结合小麦的需水关键期,我们认为:晚播地膜冬麦在3月下旬及时浇足头水的基础上,新冬20号应于4月下旬初(抽穗开花期)和5月中旬(灌浆乳熟期)再及时浇好二水可保证其正常生长发育的产量形成。新冬17号因各个发育期均较新冬20号推迟,整个生育期较新冬20号长12天左右,所以它应在4月下旬(孕穗期)、5月中旬(开花期)和5月底6月初(灌浆乳熟期)再浇三水才能满足其正常生长发育和产量形成。改良新春2号的灌溉量和灌溉时间与新冬17号类似,这里不再讨论。由此可见,新冬20号较新冬17号和改良新春2号少浇一水(约省水 $1200\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$),这与理论需水量的计算结果基本吻合(见表1)。

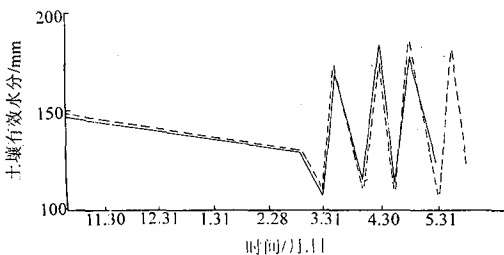


图1 晚播地膜冬麦土壤有效水动态变化
实线:新冬20号;虚线:新冬17号

2.5 各生育时段农业气候条件的分析

试验的实测数据表明,新冬20号、新冬17号晚播地膜冬麦和改良新春2号春麦全生育期的长度分别为210天、222天和113天,其中两个冬麦品种的越冬休眠期为90天,冬季负积温 -692.8°C 。所需 0°C 以上积温新冬20号最少,仅 1864.5°C ,新冬17号最多达 2241.9°C ,改良新春2号居中为 2149.5°C ,新冬20号分别比新冬17号和改良新春2号少 377.4°C 和 285.0°C 。

作为早熟品种的新冬20号,其各个发育期均比新冬17号提前,拔节期提早2~4天,拔节至成熟提前的程度逐渐增大到8~12天。和改良新春2号相比,新冬20号地膜冬麦各个发育期基本均提前13~20天。由于发育期的提前,出苗后新冬20号各个生育时段的平均气温均较低。其中抽穗期间平均气温 $6\sim 20^{\circ}\text{C}$,分别比新冬17号和改良新春2号低 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 和 $1\sim 13^{\circ}\text{C}$ 。开花至成熟平均气温升至 $20\sim 28^{\circ}\text{C}$,但比新冬17号和改良新春2号仍偏低 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。由此可见新冬20号各个生长发育时段基本均处于较适宜的温度范围内。但是由于该品种发育速度快,尤其在小麦小穗小花分化期的三叶至孕穗期持续时间比新冬17号少8天,因此导致穗粒数较新冬17号明显偏低。这是由该品种自身的生物学特性所决定的。

新冬17号为中晚熟品种,开花期前各发育期的平均气温 $10\sim 21^{\circ}\text{C}$,较改良新春2号低 6°C 左右,基本均处于适宜的温度范围内,并且三叶至孕穗持续的时间长,所以极利于其小穗小花分化,穗粒数增加,这是新冬17号较新冬20号的最明显优势所在。但开花至成熟平均气温迅速升至 $25\sim 32^{\circ}\text{C}$,与改良新春2号相应发育时段平均气温基本相同,均高出适宜温度 $3\sim 10^{\circ}\text{C}$,对其后期的生长发育和产量形成造成了一定影响。

2.6 晚播地膜冬麦灌浆速率的动态变化规

律及其与温度的关系

小麦开花后5天左右籽粒即开始增重。千粒重随灌浆时间呈极显著的 logistic 生长曲线,表达式为:

$$Y(t) = c/[1 + e^{(a-bt)}] \quad (4)$$

式中 t 为从开花日起算的日序; $Y(t)$ 为第 t 日的千粒重(g); c 为最大理论千粒重(g); a, b 为系数, 对式(4)求 $Y(t)$ 对 t 的微分可得灌浆速率模型:

$$V(t) = \frac{dY(t)}{dt} = \frac{bce^{a-bt}}{(1 + e^{a-bt})^2} \quad (5)$$

其图形见图2, 对式(5)求导, 并令 $V'(t) = 0$ 可求得最大灌浆速率出现的时间 t , 进而求出最大灌浆速率 $V_{max}(t)$ 。

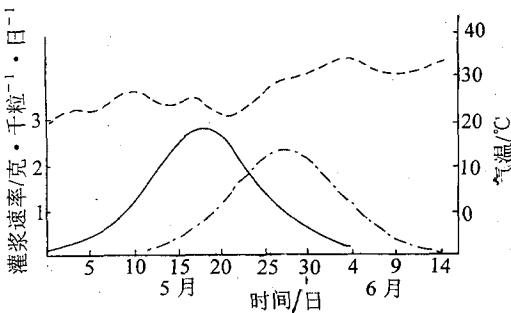


图2 地膜冬麦灌浆速率及灌浆期平均气温变化图

实线: 新科 20 号; 点划线: 新冬 17 号; 虚线: 日平均气温

从图2可以看出, 新冬20号灌浆期的绝大部分时间均处于20~25℃的较适宜温度条件下, 从开花至达到最大灌浆速率的时间 t 较长, 为21天, 灌浆速率的峰值也较高, 达 $2.8g \cdot 千粒^{-1} \cdot 天^{-1}$, 所以较利于千粒重的增加, 成熟时千粒重达45g。而新冬17号灌浆期气温较高, 为25~34℃, 开花到最大灌浆速率出现的时间 t 较短, 为17天, 灌浆速率的峰值也较低, 为 $232g \cdot 千粒^{-1} \cdot 天^{-1}$, 成熟时千粒重仅37.6g。改良新春2号春麦灌浆期温度条件以及灌浆速率的动态变化规律与新冬17号基本一致, 这里不再讨论。

2.7 产量及其构成因素分析

受各发育阶段气候条件和各品种自身生

物学特性的共同影响, 产量构成因素中的穗粒数以新冬17号最高达50.8粒, 分别比新冬20号和改良新春2号高9.1粒和27.9粒; 千粒重以新冬20号最高, 为45.0g, 分别比新冬17号和改良新春2号高7.4g和3.6g。

有效穗数新冬17号($525.0穗 \cdot m^{-2}$)较新冬20号($508.5穗 \cdot m^{-2}$)稍高, 但均低于播种量较多的改良新春2号($633.0穗 \cdot m^{-2}$)春麦。受上述各产量构成因素的综合影响, 新冬17号和新冬20号冬麦的实际产量分别为 $5760.0kg \cdot hm^{-2}$ 和 $5475.0kg \cdot hm^{-2}$, 分别比改良新春2号春麦高59.3%和51.5%。

2.8 晚播地膜冬麦综合效益分析

表2 小麦综合效益分析表

品种	新冬20号	新冬17号	改良新春2号
实产/ $kg \cdot hm^{-2}$	5475.0	5760.0	3615.0
增产/ $kg \cdot hm^{-2}$	1860.0	2145.0	0
省种/ $kg \cdot hm^{-2}$	75.0	75.0	0
地膜成本/ $元 \cdot hm^{-2}$	705.0	705.0	0
净产值/ $元 \cdot hm^{-2}$	8730.0	9214.5	6118.5
净增效益/ $元 \cdot hm^{-2}$	2584.5	3069.0	0
耗水量/ $m^3 \cdot hm^{-2}$	4800.0	6000.0	6000.0
水分生产效率/ $kg \cdot m^{-3}$	1.14	0.96	0.60
需 $\geq 0^{\circ}C$ 积温/ $^{\circ}C$	1864.5	2241.9	2149.5
作物热量系数 ** / $kg \cdot hm^{-2} \cdot ^{\circ}C^{-1}$	2.936	2.569	1.682

* 水分生产效率^[5]=实际产量/耗水量

** 作物热量系数^[6]=作物实际产量/作物生育期间 $\geq 0^{\circ}C$ 积温

从表2可以看出, 新冬20号和新冬17号分别较改良新春2号增产 $1860.0kg \cdot hm^{-2}$ 和 $2145kg \cdot hm^{-2}$, 经济效益分别提高 $2584.5元 \cdot hm^{-2}$ 和 $3069.0元 \cdot hm^{-2}$ 。从水分生产效率看, 新冬20号和新冬17号分别为 $1.14kg \cdot m^{-3}$ 和 $0.96kg \cdot m^{-3}$, 改良新春2号较低, 仅 $0.60kg \cdot m^{-3}$, 新冬20号和新冬17号分别是改良新春2号的1.9倍和1.6倍; 作物热量系数也是新冬20号最高, 达 $2.936kg \cdot hm^{-2} \cdot ^{\circ}C^{-1}$, 新冬17号稍次, 为 $2.569kg \cdot hm^{-2} \cdot ^{\circ}C^{-1}$, 改良新春2号最低, 仅 $1.682kg \cdot hm^{-2} \cdot ^{\circ}C^{-1}$, 新冬20号和

新冬17号分别是改良新春2号的1.75倍和1.53倍。由此可见,晚播地膜冬麦不仅具有明显的增产增效优势,而且也可大大提高对水资源和热量资源的有效利用率。

2.9 小麦复播棉花种植模式中冬麦品种的确定

从热量条件看,吐鲁番盆地80%保证率下全年 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温为5600 $^{\circ}\text{C}$,扣除新冬20号,新冬17号地膜冬麦和改良新春2号春麦正常生长发育和产量形成所消耗的积温后,剩余的 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温见表3。

表3 小麦所需 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温及剩余积温

品种	所需积温/ $^{\circ}\text{C}$	剩余积温/ $^{\circ}\text{C}$
新冬20号	1864.5	3735.5
新冬17号	2241.9	3358.1
改良新春2号	2149.5	3450.5

值得说明的是,由于晚播地膜冬麦是在初霜(最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$,相当于日平均气温 10°C 左右)后及时播种的,所以表3中的剩余积温,实际上相当于 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温值。从表3可看出,新冬20号地膜冬麦成熟后剩余积温在3700 $^{\circ}\text{C}$ 以上,比新疆主要产棉区石河子垦区全年的热量条件都要丰富^[7],完全可满足复播中、早熟陆地棉的热量需求。而新冬17号地膜冬麦和改良新春2号春麦的剩余积温均不足3500 $^{\circ}\text{C}$,难以保证复播棉取得较高的

经济产量,所以,新冬20号是目前吐鲁番地区发展晚播地膜冬麦复播中早熟棉花较为理想的冬麦品种。

3 结语

研究结果表明,吐鲁番盆地种植晚播地膜冬麦具有较好的气候适应性,不仅比春麦增产增效,而且能显著提高对水资源和热量资源的有效利用率。采取科学的栽培技术,吐鲁番盆地完全具备发展地膜冬麦复播棉花的自然资源条件。

本文仅系一年试验的研究结果,许多结论有待在今后的试验研究和实际生产中补充、验证和完善。

参考文献

- 1 郑维,威鹤年.黄芽麦的抗寒性及栽培研究.农业气象,1983,1.
- 2 田效瑞,樊修武.冬小麦地膜覆盖一膜两用的研究.农业气象,1985,(1).
- 3 曲曼丽等.晚播麦薄膜覆盖栽培的气候效应.中国农业气象,1988,(1).
- 4 联合国粮农组织灌溉及排水丛书.产量与水的关系.粮农组织,罗马:1979.
- 5 晋凡生.地膜穴播冬小麦生物学特性及其增产机理.干旱地区农业研究,1983,(3).
- 6 高素华.中国三北地区农业气候生产潜力及开发利用对策研究.北京:气象出版社,1995.
- 7 徐德源.新疆农业气候资源及区划.北京:气象出版社,1989.

Climatic Adaptation of Late-seeded and Filmed Winter Wheat

Pu Zongchao Li Qingsong Song Shuihua Yuan Jianhai Dong Haihu Zhou Hongkui

(Tulufan Agrometeorological station, Xinjiang Autonomy, 838007)

Abstract

The climatic factors in different growth stages of late-seeded and filmed winter wheat were discussed with the application of the field test data. The agricultural climate cause of late-seeded and filmed winter wheat with high yield and water-saving was analysed. The species of late-seeded and filmed winter wheat corresponding to multi-cropping cotton was selected.

Key Words: late-seeded wheat filmed winter wheat high yield and water-saving climatic adaptation