

旱作农田秋播决策水分指标初探

陈林祥 李树军 马玉堂

(山东潍坊市气象局, 261011)

提 要

以旱作冬小麦农田水分平衡实验为基础,分析了旱田适宜秋播和不适宜秋播的水分条件,并初步归纳了一组简便实用的秋播决策水分指标,经实践和历史资料验证,效果较好。

关键词: 旱作农田 秋播决策 水分指标

1 问题的提出

潍坊市位于山东半岛中部,属半湿润气候。受气候条件和自然地理环境制约,有1/3左右的农田无水浇条件,这些农田受干旱威胁较大,生产上称之为旱作农田。目前潍坊市旱作农田在耕作上大都采用与水浇田相同的一年两熟制,即冬小麦+夏玉米的种植模式,气候资料分析表明,这种模式中,夏玉米的水分条件是充裕的,而冬小麦生育期内的水分条件是不足的,所以旱田冬小麦生产并不是每年都能成功。实践表明这种模式在多数年份尚可,但在降水较少的年份,由于水分供需矛盾特别突出,冬小麦生长发育受到极度制约,产量大幅度减少甚至绝产。同时,由于有限的水分被不合理消耗,又直接影响到春作物的播种和苗期生长,从而造成严重经济损失。在这种情况下,如果能适时调整熟制,改

一年两熟为二年三熟制,即改为春玉米+冬小麦+夏玉米,则效益会更好,生产调研广泛证明了这一点。而熟制的调整实际上就归结为一个秋播决策的问题,其核心又是水分问题。在什么样的水分条件下可以进行冬小麦的秋播是旱作农田生产中一个具有现实意义的问题。为解决这个问题,我们对旱作冬小麦田的水分供需特征进行了专门的实验研究,以此为基础,对秋播决策的水分指标进行了初步探讨。

2 秋播决策水分指标分析与确定

2.1 旱作冬小麦田水分供需基本特征

秋播决策,从生产角度是为了正确安排熟制,从农业气象研究角度,是为了合理利用有限的水分资源。而水分资源利用问题,贯穿于作物生长发育的全过程,因此这个问题的讨论,首先需要旱作冬小麦全生育期水分

供需基本状况有一个客观的认识。为此,我们于 1993~1994 年在城郊旱作农业区对旱作冬小麦水分状况进行了比较系统的实验研究。实验以水分平衡为基础,以土壤水分动态变化为主要内容,结合大气观测及冬小麦发育期观测综合进行。实验观测为一个完整冬小麦生产年度,每旬观测一次,土壤湿度观测考虑到冬小麦的根系分布,在 0~130cm 土层内分 5、10、20、30、40、50、70、100、130cm 共 9 个深度观测,土壤用土钻取样,湿度用烘烤称重法计算。实验地块为中壤土质,在当地具有代表性。实验研究所涉及的有关水分物理量主要有农田需水量(最大可能蒸散量)、实际耗水量(实际蒸散量)、有效降水量和土壤水分含量。其中需水量采用以彭曼公式为基础的计算方法求取^[1],即:

$$ET_c = K_c ET_a \quad (1)$$

式中 ET_c 为麦田需水量, ET_a 为标准蒸散量, K_c 为冬小麦作物系数。 ET_a 采用 1979 年经 FAO 修订的彭曼公式计算, K_c 采用实验结果^[1]。实际耗水量通过麦田土壤水分平衡间接计算,考虑到旱作麦田的气候特点和自然地理状况,水分平衡中有关的灌溉项、毛管上升项、地面径流项、地下渗漏项等都可视为零,从而麦田实际耗水量便可通过下式算得,即:

$$ET_a = P_e - \Delta W \quad (2)$$

式中 ET_a 为实际耗水量; P_e 为有效降水量,即降水减作物截留量; ΔW 为时段内土壤水分含量的变化量。冬小麦不同生育阶段对降水的截留量采用实验结果^[1],降水量实测, ΔW 根据土壤湿度实测资料计算,这样就可利用式(2)算得实际耗水量。实验所得基本结果列于表 1。

由表 1 可见,潍坊市冬小麦全生育期最大可能蒸散量在 450mm 左右,而旱作麦田实际蒸散量只有 300mm 左右,实际耗水量仅为需水量的 65% 左右;在实际耗水量中,

大约 51% 来自同期大气降水,另 49% 则来自“土壤水库”的蓄水,实验结果表明,这部分土壤水分是播前储蓄的,称谓土壤水分初始含量。因此旱作麦田水分供需的基本特征是,供水量明显小于需水量,而在供水量中播前“土壤水库”初始水量与冬小麦生长同期大气降水具有同等重要的作用。这一特征成为我们秋播决策水分分析的基本依据和出发点。

表 1 旱作麦田水分供需量实验结果

发育期	ET_c /mm	ET_a /mm	$\frac{P_e}{ET_a}$ /%	$\frac{\Delta W}{ET_a}$ /%
冬前	57.9	45.3	100	0
越冬	53.1	52.1	39	61
返青~拔节	63.4	49.3	16	84
拔节~开花	124.3	88.0	17	83
开花~乳熟	114.7	50.7	0	100
乳熟~成熟	39.0	11.1	0	100
全生育期	452.4	296.5	51	49

2.2 秋播决策水分指标分析

实验结果所表达的旱作麦田实际耗水量与需水量之间的明显差异表明,旱作麦田生产是在水分明显缺额条件下进行的,这时冬小麦的生长发育和产量形成肯定会受到影响。显然,缺水越多,影响越大。农业气象观测和生产实践表明,旱作冬小麦水分缺额在不超过某一界限值时,仍可获得较好产量和收成,但超过这一界限值,则冬小麦生长发育就会受到严重影响,造成大幅度减产或绝产。这一界限值在“中国小麦农业气候区划”中已有界定^[2],根据该区划,我国冬小麦种植分适宜区、次适宜区和不适宜区。旱作麦田属次适宜范围,其水分指标是,冬小麦全生育期内需水缺额在 50~150mm 间。可见旱作冬小麦全生育期最大允许水分缺额 150mm,超过此值冬小麦便不宜种植。根据我们的实验结果,潍坊市在常年气候条件下,冬小麦全生育期的需水量在 450mm 左右,按最大允许缺额计算,旱作麦田全生育期的水分供给量下限应为 300mm。这个水分下限值也就是我们讨论秋播可否的水分下限指标。

2.3 指标确定

水分下限指标包括冬小麦生长同期的有效降水和播前土壤的初始有效蓄水。因此要决策冬小麦的秋播,就需对这两个水量同时作出科学的分析和估算。对冬小麦同期降水最好是作出准确的预报,但目前技术上还达不到如此水平,所以只能作气候估算。为解决这一问题,我们对潍坊市1970~2000年近30年冬小麦生长同期10月至第二年5月的降水量进行了统计分析,结果见表2。表2中有效降水的计算中,截留量是根据实验取值^[1]和降水日数的统计综合算得,冬小麦全生育期内对降水的截留量大约在10%~12%。降水日数少,降水量少的年份按10%计;降水日数多,降水量多的年份按12%计。

表2 小麦生长同期降水量与概率

累积概率/%	降水量/mm	有效降水量/mm
80	≥120.0	≥108.0
60	≥141.8	≥127.6
40	≥183.0	≥161.0
20	≥192.1	≥169.0

由表2可知,冬小麦生长同期有效降水80%的年份在108.0mm以上,60%的年份在127.6mm以上,40%的年份在161.0mm以上,20%的年份在169.0mm以上。按计算保证率的累积频率法,即有80%保证率下的最小有效降水量和最大有效降水量分别是108.0mm和169.0mm。知道了80%保证率下冬小麦生育同期的有效降水,便可根据旱作麦田水分供量的下限指标算得秋播前相应的土壤初始有效水的最小保障量,即300mm减去冬小麦生育同期有效降水量,其值分别为192mm和131mm。因此,秋播决策的水分指标便归结为对播前土壤初始有效水储蓄量的界定,即有:

$$W_0 = \begin{cases} > 192\text{mm} & \text{可播} \\ 131 \sim 192\text{mm} & \text{播否皆可} \\ < 131\text{mm} & \text{不可播} \end{cases} \quad (3)$$

式(3)中 W_0 为播前土壤初始有效水分含量。

由于对土壤水分的观测计算需要专门的仪器和技术,在生产实际操作中多有不便,为此我们可以通过某种方法,换算成便于用的直观降水量来进行秋播决策,根据有关的研究结果^[1]和我们的实验验证,有如下经验关系:

$$W_0 = 34.8 + 0.5027\Sigma P, \quad (4)$$

式中 W_0 为0~130cm土层秋播前土壤初始有效水分含量, ΣP 为7、8、9三个月的有效降水量之和。这样按照式(3) W_0 的取值,通过式(4)便可求出相应的7、8、9三个月有效降水量之和,分别是312.7和191.4mm。根据我们的实验结果,夏玉米对7、8、9三个月降水的截留量在15%左右,据此把有效降水换算成大气降水,其值分别是367.9和225.2mm,小数四舍五入,并用 P 表示,则秋播决策水分指标的简便实用形式就写成:

$$\Sigma P = \begin{cases} > 368\text{mm} & \text{可播} \\ 225 \sim 368\text{mm} & \text{播否皆可} \\ < 225\text{mm} & \text{不可播} \end{cases} \quad (5)$$

以上分析结果表明:①当冬小麦秋播前土壤初始有效水分含量 $\geq 192\text{mm}$,即7、8、9三个月降水量 $\geq 368\text{mm}$ 时,旱作麦田供水 $\geq 300\text{mm}$ 的概率 $\geq 80\%$,适宜秋播。②当冬小麦秋播前土壤初始有效水分含量 $< 131\text{mm}$,即7、8、9三个月降水量 $< 225\text{mm}$ 时,旱作麦田供水 $< 300\text{mm}$ 的概率 $> 80\%$,这时不宜秋播。③当冬小麦秋播前土壤初始有效水分含量在131~192mm之间,即7、8、9三个月降水量在225~368mm之间时,旱作麦田供水在300mm左右波动,这时播否皆可,应根据降水量的大小和降水时间分布灵活掌握,降水量越大,降水时间偏后就越有利于播种。根据我们的分析计算,当7、8、9三个月降水量 $\geq 320\text{mm}$ 时,旱作麦田供水 $\geq 300\text{mm}$ 的保证率为60%,当7、8、9三个月降水量 $\geq 285\text{mm}$ 时,旱作麦田供水 $\geq 300\text{mm}$ 的保证率为50%,当7、8、9三个月降水量 $\geq 244\text{mm}$ 时,旱作麦田供水 $\geq 300\text{mm}$

的保证率为40%，这些数据可供秋播决策参考。

3 指标验证和应用效益

为了进一步讨论上述指标的可行性，我们对此进行了验证。通过对1970~1999年7、8、9三个月30年的降水资料进行统计分析，结果表明，播前7、8、9三个月降水量 $\geq 368\text{mm}$ 的年份，决策可播的正确率达88%；而播前7、8、9三个月降水量 $< 225\text{mm}$ 的年份，决策不播的正确率达100%。指标使用的综合准确率为94%，可见上述旱作农田冬小麦秋播水分指标具有较高的应用价值。

根据潍坊市农业部门的调查统计，历史上水分状况达到可播指标的年份，旱作农田进行了冬小麦播种者，其农田经济效益较不进行秋播者平均高30%以上；水分状况达不到可播指标的年份，旱作农田不进行秋播者，即适时改一年两熟为二年三熟制的农田，其经济效益比强行秋播的农田提高33%左右。例如从昌乐县河头乡近几年的生产实践可以看出，干旱不可播的年份强行进行冬小麦秋播的，每年纯收益约为 $3600\text{元}/\text{hm}^2$ ，而适时调整熟制不进行秋播的，每年纯收益在 $4800\text{元}/\text{hm}^2$ 以上。可见旱作农田适时进行秋播决策的经济效益是显著的。

4 小结

(1)旱作农田由于受水分条件制约和降水年际变化的影响，冬小麦生产并不是每年都能成功，所以每年到秋播季节都要及时根据气候状况，对是否秋播进行科学决策，以便适时调整熟制，谋求最好的经济效益。

(2)秋播决策的着眼点是水分条件，而水分条件主要着眼点在于7、8、9三个月即雨季的降水量，这一结论与“麦收伏里墒”的农谚相吻合，从而印证了该研究结果的合理性。

(3)指标对可播和不可播作了明确的界定，但对处于二者之间的水分状况，具体决策还应根据实际情况灵活掌握，这一点今后还需要作进一步深入的研究才能得出更科学的结论。

(4)本研究所探讨的秋播水分指标是潍坊地区旱作农田条件下实验分析的结果，可以为其他地区提供参考，但在应用上应根据当地实际情况进行适当的修正。

参考文献

- 1 “华北平原作物水分胁迫与干旱研究”课题组编著. 作物水分胁迫与干旱研究. 郑州: 河南科学技术出版社, 1991: 106~108, 161~162.
- 2 “中国农业百科全书”总编辑委员会农业气象卷编辑委员会编著. 中国农业百科全书——农业气象卷. 北京: 农业出版社出版, 1986: 334~335.

On Moisture Content Index about Fall Seeding Decision-Making on Dry Cropland

Chen Linxiang Li Shujun Ma Yutang

(Weifang Meteorological Office, Shandong Province 261011)

Abstract

Based on moisture content examination in dry winter wheat cropland, an analysis of moisture content condition of glebe, which is fitted or unfitted to fall seeding is made, at the same time, a set of handy and applied moisture content index about fall seeding is concluded.

Key Words: fall seeding on dry cropland moisture content index