

小麦生育后期的农业气象条件

龚绍先

小麦生育后期是指孕穗、抽穗、开花、籽粒形成和成熟各个发育期，这是生殖生长的旺盛时期，后期的气象条件和管理措施的好坏对提高结实率和增加千粒重有重大意义。从华北地区历年气象条件来看，在这个时期内其有利因素和不利因素同时存在，好的一面是常年5月份到6月上、中旬雨量少，天气晴朗，气温升高，有利于提高光合生产率，提高籽粒品质和防止倒伏；不利的一面是由于干旱可造成穗粒数减少，千粒重降低，个别年份可能遭受干热风、阴雨和冰雹等气象灾害。

对于小麦后期生育的农业气象条件以及如何配合管理措施搞好农业气象服务，现按孕穗、抽穗开花、籽粒形成和灌浆成熟4个生育时期分别叙述。

一、孕穗期 此时期的外部形态指标是最后一片叶一旗叶抽出（俗称“挑旗”），这时小麦穗分化过程是花粉母细胞经过减数分裂，形成4分体，最后发育成花粉粒。在这个时期，随着生殖细胞逐渐形成，小花集中向两极分化，所以这时是减少小花退化的重要时期，如气象条件不适宜，使花粉粒充实不良，小花退化，将导致结实率降低。

从营养体生长来看，孕穗时植株顶部的叶正在长大，穗下节即将伸长，旗叶大、穗下节长能提高小麦后期光能利用率。

在孕穗期，植株对气象条件有什么要求呢？

1. 水份。4分体形成期是小麦需水的临界期，就是说，如果这时期的水分供应不足，将显著地增加小花退化数目，引起穗粒数减少，产量降低。据试验，小麦从拔节以后到抽穗，这一阶段（即孕穗期前后）的耗水量占全生育期的1/3左右，每天每亩地耗水约4立方米，为返青到拔节期的三倍，这个时期50厘米以上的土壤持水量需要保持在80—85%。

2. 光照。要求天气晴朗，光照充足，此时光强度不足，会严重影响生殖细胞的发育，致使花粉粒充实不良，造成小花退化。对丰产田的行间地表透光率在4—5%比较适宜，低于这个指标，则显得群体过大，田间光照不足，据我们研究，从拔节末期到孕穗期，若连续阴天，丰产群体内均表现严重缺光现象，只有晴天或多高云天气，光强才基本适宜。

3. 风。风是保证田间二氧化碳含量的供应，据试验，田间二氧化碳浓度如低于常见量（每升6毫克或

0.03%）的80%，则不能保证光合作用的顺利进行，将导致穗分化过程的营养状况恶化。农田二氧化碳主要是靠风的作用使空气进行乱流交换进行补给。表示这种交换强度的单位是乱流交换系数，据研究材料，千斤水平的丰产田在孕穗期后的一段时期（在北京是4月下旬到5月份），株间空气的乱流交换系数必须为1.4厘米²/秒，才能保证农田二氧化碳浓度为常见量的80%。一般来说，当作物覆盖层上二米高度的风速为1.5米/秒时，株间的乱流交换系数才能达到1.4厘米²/秒。所以这时期老农经验要求“风摆浪麦”是完全合乎科学实际的。

4. 温度。要求的日平均气温以15—17℃为宜，这个数值历年通常都可以达到。

根据上述情况孕穗期麦田管理的中心是水分供应问题，这是争取穗粒数、提高结实率的主要手段。

在生产上，当旗叶伸长2—3厘米时就要浇孕穗水，水量要大，以保证到抽穗前不缺墒为原则。此时，气象站、哨要配合浇孕穗水做好土壤墒情的观测和服务。

另外在孕穗期根外喷磷或对脱肥地轻施速效氮肥，都是提高结实率，增加粒重的有效措施，同时也增强植株对后期干热风、干旱等气象灾害的抵抗能力。

二、抽穗开花期 华北地区小麦一般在4月底或5月上旬抽穗，抽穗后2—3天就开始开花。小麦开花顺序是先主茎后分蘖茎，就一穗来说是先中部小穗再渐及上部和基部小穗，同一麦田开花持续的时间因品种和天气条件而异，一般为6—7天。生产上要求开花集中、整齐。

小麦开花要求的最低温度为9—11℃，最适温度为18—20℃，最高上限温度为30℃，每天上午9—10点钟和下午3—4点钟温度适宜，是一日内小麦开花的高峰期。

除适宜温度外，开花期需要晴朗天气，1—2级风，这样开花快，花期间隔时间短。在好天气下，开花期一般3—4天。如阴天、气温偏低，开花就慢，不整齐，花期拖的时间就长。

小麦花期怕高温干旱，如果温度高于36℃、土壤水分供应不足，就会引起花器官生理干旱，失去受精能力而降低结实率。

花期适宜的空气湿度为70—80%，湿度过大，或花期遇雨，花粉粒因吸水过多，就膨胀破裂，引起不实。湿度过小(20—25%以下)，也易出现干旱不实的现象。

花期土壤必须有足够的墒情，“扬花有墒，籽饱粒方”，此期缺墒会增加秃尖和减少粒数。农谚说：“麦是火里秀，还得水来救”，形象地说明了小麦开花期所要求的温度、湿度和土壤水份条件。

关于开花期所需的光照条件，有人曾做过三层纱布的遮光试验，把光强度降到自然光的十分之一(北京地区5月中旬中午前后晴天的自然光强约为10万到12万米烛光)。试验证明，小麦在开花至开花后10天遮光对穗粒数影响最大，开花后11—12天遮光影响次之，开花后21—30天遮光影响最小。所以，小麦开花授精时需要充足的光照强度。

三、籽粒形成期 小麦开花受精以后，子房开始发育成球状，称为“坐胚”。在大田中观测，当露在内、外稃之外的花粉囊大部份凋萎时，即说明植株普遍坐胚。

坐胚后经过8—10天，籽粒伸长到本品种正常长度的四分之三时，称为“多半仁”，从坐胚到多半仁即为籽粒形成期。这个时期生育的重要特点是籽粒内迅速地充满涓水状汁液，籽粒含水量高达75—90%，干物质积累很少。

籽粒形成期在生产上的重要意义在于这个时期是决定穗粒数的最后一个时期，因为在籽粒形成过程中，如遇到土壤干旱、阴雨造成小麦倒伏或病虫害时，常常使已经受精的籽粒逐渐干缩(称为籽粒退化)，气象条件不良是引起籽粒退化的主要原因，在这个时期，要使籽粒内含物迅速增长。土壤持水量需保持在75—80%，土壤表面不能见到干土。对砂土或砂壤土的麦田在浇完扬花水后，在坐胚到多半仁期间仍要浇一水(称“坐胚水”)，坐胚水有明显地防止籽粒退化的效果。由于不断地浇水，麦田湿度大，5月中旬前后气温迅速升高，这些有利于小麦锈病、蚜虫和粘虫的发生和蔓延。农业气象工作人员这时要做好对这些病虫害的测报和防治工作。

四、灌浆成熟期 灌浆期又可以分为两个时段。

1. 乳熟期：从多半仁以后，籽粒含水量由70—80%逐渐下降到45%左右这一段时期，约半个月左右，是粒重增长的主要阶段，千粒重日增值常年平均为1.8—2.4克。这时期籽粒内含物由清乳状转变为乳状，再到炼乳状，到该时期末称为“顶满仓”。

2. 腊熟期：从顶满仓之后籽粒含水量继续下降，由45%降到30%，到腊熟末期降为20%。这个时期粒重继续增加，千粒重日增值常年平均约1克左右。到腊熟末期胚乳变为腊状，籽粒干物质含量为最大值。

从顶满仓到这个时期结束，约6—7天时间。

小麦灌浆期的气象条件对籽粒增重有很大影响。灌浆要求适宜的温度是20—22℃，低于12℃或高于22℃皆不利。温度较高时(例如升到24—25℃)虽然灌浆速度较快，但因籽粒含水量丢失速度快，灌浆时间缩短，干物质积累就提前结束，粒重不高。温度上升到28℃以上，光合作用受到抑制，灌浆过程则难以进行，尤其是夜温高会加强籽粒的呼吸作用，干物质消耗增多。气温偏低时，籽粒灌浆过程延长，如1976年北京地区小麦灌浆过程比常年延长5—6天，直至持续到6月22日才结束，这主要因为6月上、中旬气温比常年偏低的缘故。

从水分条件来看，适宜籽粒灌浆的土壤持水量为75—80%，这时和籽粒形成期一样，麦田地表不能见干，如果灌浆期间土壤持水量小于65—70%，不仅使植株的下部叶片早衰，光合面积减小，而且因叶面蒸腾强度大，籽粒和整个植株体含水量提前下降，灌浆过程就提早结束，籽粒干秕瘦长，当植株和籽粒含水量降至40%时，就严重地阻碍物质的运输分配，小于40%则灌浆过程停止。所以灌浆期土壤干旱能引起籽粒过早脱水，粒重降低。但是，土壤湿度过高(土壤持水量高于90%)，常会造成小麦贪青晚熟和加重锈病蔓延，这也会使粒重下降。

从光照条件看，小麦灌浆期要求天气晴朗，日照充足，试验证明，开花后11—20天(即乳熟期)光强不足，对千粒重影响最大。群体较大的麦田，千粒重普遍偏低，这固然是多种因素造成的，但群体内光强不足是个重要因素。

另外，在北方麦区小麦灌浆时常常受到干热风的危害，造成高温逼熟或青干早死等现象。

由上述可知，从农业气象角度考虑灌浆成熟期的管理措施主要是水分供应问题。对丰产麦田来说，继坐胚水之后，在灌浆期一般要浇两次水，一次是在多半仁到顶满仓这段时期浇，称为“灌浆水”，一次是在顶满仓到腊熟期浇，称为“攻籽水”。浇这两次水时(特别是在浇灌浆水时)要注意小麦的倒伏问题，因为从多半仁以后，穗头就一天天沉重起来，在群体结构适宜的麦田，即使前期(起身—拔节)田间光条件比较适宜，但灌浆期如遇到4—5级大风和3—5毫米降水，也易发生点片倒伏。如群体偏大，麦田透光条件不良，遇到上述风雨条件将发生较大面积倒伏，风雨越大，倒伏面积就越大。即使不下雨，如浇水后遇到4—5级风，一般丰产田也易发生倒伏，所以这个时期浇水，要密切注意天气预报，采取“无风快浇，有风停浇，浅浇勤浇”的原则，通常掌握在浇后4—6小时以内不吹大风为妥。气象站、哨这时要做好麦田浇水的农业气象服务。

一般在浇完攻籽水之后，麦田就要停水，特别是

对壤质土、肥力高的地块，再浇水就会造成贪青晚熟，这样灌浆速度慢，茎叶内的营养物质就不能及时向籽粒内转移，将会影响粒重的提高。但是为了防御干热风的危害，提倡在干热风来临前2—3天浇麦黄水。

在砂土和砂壤土地区，关于是否需要停水的问题是有争议的。河北省晋县南部砂土地区的老农认为，小麦开花后要一水连一水浇，所谓“麦不收，水不丢”，勿须停水。

此外，在小麦后期管理上，根外喷洒磷、硼、乙烯利等化学药品，都有增加粒重的效果。

最后谈谈适期收获的农业气象问题。前面已谈到小麦在腊熟中期干物质积累最多，粒重最高，所以这

时为适宜收割期，过早过晚都会降低粒重。尤其在腊熟期遇雨或露水较大，则引起籽粒呼吸作用加剧，会消耗和淋洗一部份干物质。据北京农科院气象室的观测资料，1973年由于收获前阴雨天气较多，农大139品种在千粒重达到最大值后又下降2—3克，相当于每亩损失50—70斤粮食，这种现象北京郊区农民称之为“回津”。但是腊熟中期仅持续3—4天，时间短，并且华北地区小麦成熟时也是雨季即将来临之前，天气多变，群众有“麦熟一晌，龙口夺粮”的形象说法，因此大面积收割前要做好充分准备和组织安排，做到精收细打，颗粒归仓。此时各级气象站、哨要提供准确而及时的天气预报，做好麦收期间的气象服务，保证丰产丰收。