

寒地小麦越冬冻害指标及其防御措施

北京市农科院农业气象室 崔读昌

解放后，随着农业生产的发
展，我国冬小麦区逐渐向北推移，
出现了所谓“寒地小麦”的栽培问
题。1976至1977年冬季，出现异常
寒冷气候，北京最冷月平均气温是
近50年来最冷的一年；北京北部的
延庆县冬季平均最低温度是有记录
以来最低的一年。这不仅使寒地小
麦，而且也使北部冬麦区都发生了
不同程度的冻害。因此迫切需要研
究寒地小麦越冬的冻害和防冻措施
问题，以利于种植小麦的进一步发
展。

一、寒地冬小麦的冻害

寒地小麦安全越冬是个严重问
题，由于气候比较严寒，在自然条
件下，一般年份的越冬死苗率约
20%，造成缺苗断垅，密度减小；
严重的可以整个地块麦苗死亡，造
成部分麦田毁种。死苗的特征是分
蘖节冻死，植株返青时干枯或腐
烂。为了弄清寒地小麦冻害的原因
和情况，我们在延庆地区进行了农
业气象鉴定，发现越冬麦苗死亡有
四种情况。第一种是“长寒”死亡。
冬季长时期出现严寒，最冷月平均
最低气温在-15℃以下，长寒天气
的低温使小麦分蘖节细胞间隙中的
水分结冰，造成细胞原生质发生凝
固，致使植株死亡，不能恢复。第
二种是干冻死亡。小麦在越冬期
间，根部处在0℃以下的土壤冻结
层中，一般情况植株蒸腾量很小，
但由于植株不能从冻结的土壤中吸
收水分，在气候干旱（大风和强的
太阳辐射）的条件下，使体内的水
分失去平衡而发生干枯死亡。这种
现象一般是发生在土壤干旱的冬
季，而在严寒的条件下加剧。第三
种是在返青后遇到强寒潮天气时发

生的冻害死亡，这种死亡不是普遍
的，但有些年份却比较严重。第四
种是表土风失，造成露根，使植株
冻死。在上述四种越冬死亡中以长
寒死亡最严重。在严重冻害的地段
上调查的几种死苗率分别为：长寒
死苗率为64.3%；寒潮死苗率为
14.7%；风失露根死苗率为3.0%。

冬小麦越冬死亡与分蘖节深度
有密切关系。分蘖节离地表面深的
死亡率小，深度浅的死亡率大。有些
研究资料指出，分蘖节深度在1.5
厘米以内即全部死亡，1.7厘米就
不受伤。这说明分蘖节深度与越
冬冻害的关系密切，是考虑防寒措
施重要依据。

表 1

地 段	活 苗 深 度 (厘 米)	死 苗 深 度 (厘 米)	死 苗 率 (%)
付余屯大队	3.0	1.8	65.2
卓家营大队	3.5	1.4	2.5
中羊坊大队 1	3.6*	1.5	100
中羊坊大队 2	5.4*	1.8	100

* 残存的个别植株或垅边覆土深的
植株。

表1是1976—1977年在延庆县
取得的试验结果，从表中可以看
出，在最冷月平均最低气温-18℃
条件下，分蘖节深度在3厘米以上
就不发生冻害，在2厘米以下就发
生冻害。

植株越冬时生育状况不同死苗
率也有明显差异。一类壮苗有2—3
个分蘖，死苗率3.9%；而三类弱
苗多在三叶期，死苗率24.7%。还
观测到弱苗分蘖节深度即使在3厘
米，也有冻死的，这说明弱苗的抗
寒能力很差。

有些年份寒潮冻害也可以达到

相当高的死苗率。例如1977年分蘖
节深度小于1.0厘米的地块，由于受
3月下旬强寒潮影响，最低气温下
降到-7.0℃，死苗率达到了14.7%，
严重的地块竟高达65.0%。

二、越冬冻害的农业气象指标 和气候特征

严寒低温是决定冬小麦越冬冻
害的主要因子。一般来说，冬小麦
生物学冻害温度是-15—-20℃，
抗寒性强的品种冻死的临界温度可
达-25℃。我们在研究我国小麦冬
春性品种分布气候区域的北界时，
曾根据分布界限地区的农业气候鉴
定，得出了最冷月平均最低气温
-15℃，极端最低气温-22℃的农
业气象指标，这个指标基本符合实
际情况。冬小麦在最冷月平均最低
气温在-11—-12℃时，极端最低
-18—-20℃时就可能发生冻害；
而严重的冻害发生在最冷月平均最
低气温-18℃，极端最低气温在
-25—-30℃。处于越冬状态和返
青状态的小麦植株对低温严寒的反
应是不同的。越冬状态具有较强的
忍耐力，用极端最低温度作指标，由
于它的短暂性、偶然性、代表性也
差，往往在较低的温度时并不发
生冻害。如1966年北京近郊出现
-27.4℃低温，当年冬小麦并未发
生冻害。再以延庆为例，1976—1977
年冬季极端最低气温为-23.4℃，
而最冷月平均最低-18.1℃，却发
生了较严重的冻害；而1973年极端
最低为-27.3℃，平均最低-15℃，
而未发生象1977年那样严重的冻
害。因此我们采用以最冷月平均最
低气温为主来确定冬小麦越冬冻害
的农业气象指标。这样做和实际情
况比较一致。

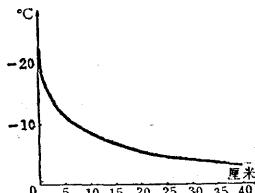
根据以上分析结果，我们以1959—1977年延庆县气候资料为例，统计该地发生冻害年分的保证率（见表2）。从表中可以看出，冻

表 2

界限温度	最冷月平均最低气温(℃)		
	≤ -11	≤ -15	≤ -18
频 数 保 证 率 (%)	19	10	1
100	52.6	5.3	

害每年均可能发生，较重的年份占52.6%，严重的年份占5.3%。这种情况说明，寒地冬麦区既存在着能够种植冬小麦的条件，也存在着限制因素，这就构成了寒地冬小麦产量不稳定的情况。因此，必须采取有效措施才能使寒地小麦安全越冬和稳产高产。

我们用最冷月最低气温-15℃作指标，分析延庆县的地温变化，企图从中找出小麦分蘖节安全越冬的深度。由于5厘米地温记录不完整，所以只用了6年几个比较寒冷时期8时的观测记录，作出地温随深度变化图。由图可见，从地面到5厘米深的地温提高了12.2℃，每1厘米深度的修匀差值分别为4.6℃、3.4°、1.8°、1.4°、1.0°，即1厘米深度的温度比地面提高4.6℃，2厘米提高8℃，3厘米提高9.8℃，4厘米提高11.2℃，5厘米即达12.2℃。根据地温各个深度差值变化的范围和冻害指标，可以确定延庆寒冷时期的“安全越冬深度”是4—5



附图 地温随深度变化图

厘米，一般年份的临界越冬深度为2厘米，在2厘米以下会出现冻害指标以下的温度，小麦越冬就会发生冻害。在个别年份如严寒的1977年1月，-15℃的地温出现在3.5厘米，临界深度约在3厘米，安全越冬深度仍在4—5厘米。土壤各个深度的温度差值大小与疏松度有关，农田表层疏松土壤的导热率小，而导温系数大，随深度提高的温度小。我们研究了1974年2月27日一次寒潮降温覆土效果，观测到在地面最低温度下降到-15.9℃，3厘米下降到-12.4℃，5厘米下降到-6.5℃；而覆土的3厘米提高了3.5℃，5厘米提高了9.4℃，即疏松土壤覆土超过3厘米保温效果好，这在确定安全越冬深度和防御措施时必须考虑的情况。

目前，我国冬小麦大多分布在最冷月平均最低气温-14℃等温线以南的地区，在寒冷地区种植冬小麦用覆土防寒，根据地温和气温变化的情况，采取措施，使分蘖节深度达到5厘米，就有可能把冬小麦种植再向北推移到-16℃等温线或更北一些地区，比现在的分布又向北推移了1—2个纬度。

三、寒地小麦安全越冬的措施

寒地冬小麦安全越冬必须采取有效措施。从延庆冬小麦栽培情况看，采取下列措施效果较好。

1. 覆土防寒。临冻前冬小麦覆土是一种有效措施。根据延庆的气候条件，覆土的临界深度为2—3厘米，4—5厘米为安全越冬深度。覆土过深不仅给耕作带来困难，而且会引起麦苗抗寒力减弱和返青期麦苗黄化。

2. 镇压。寒地冬麦区一般冬春季节风日多，风速大，往往造成表土干燥和吹失，冬季麦田镇压可以防止这种现象发生，还能防止露根和土壤冻裂断根，减少死苗。镇压还可以提高覆土防寒的效果。

3. 培育壮苗。在严寒的气候条件下弱苗死亡率较高。培育壮苗对冬小麦越冬有明显的作用。选用质量好的种子，适时播种，苗期增施肥料，保证有2—4个分蘖，这样就可以大大提高麦苗越冬成活率。

4. 分次清土，防止寒潮冻害。寒地冬麦区春季返青期气温不稳定，返青后每年都出现不同程度的寒潮天气，强的寒潮造成返青后小麦冻害。防止这种冻害的措施就是分次清土。一般分两次把冬季覆盖的土壤清除，在开始返青时先把冻前覆盖的土壤清除一部分，使植株地上部分叶片露出一半多，等到天气稳定没有强寒潮出现时再清除全部覆盖土壤，使植株的分蘖节处于正常深度，以防寒潮冻害。