

李蒙

宁夏水稻冷害研究 和防御措施推广资料选编

宁夏水稻冷害协作研究小组

宁夏回族自治区农业技术推广总站

一九八五年七月

引 言

水稻冷害的损失是严重的,它不仅造成一般的减产,在国内外都曾经造成过灾荒。南朝鲜在1979年国际水稻耐冷性专题讨论会上称他们创造了世界上全国平均水稻产量最高的奇迹,已经建立了保持粮食作物自给的稳妥基础,可是1980年就遭受了严重的冷害,全国水稻总产下降到355万吨,只相当于1977年总产601万吨的59%。日本研究水稻冷害已经有几十年历史了,1965年以后日本曾有人乐观估计农业技术的发展,已将冷害这个不利因素排除掉了,但事实却不然,继1976年严重冷害之后,1980—1982年出现了少见的连续三年的冷害而欠收,1981年青森县的青森、南部、下北三个地方几接近颗粒无收。宁夏早就有水稻冷害,仅七十年代水稻单产因冷害而比上年减产的就有三年,其中1976年最严重,水稻单产比上年减少63.8%。

国内外对水稻冷害的研究着重于防御冷害的品种、施肥、灌水等措施,水稻冷害的生理生化,水稻冷害的类型,水稻冷害的气象指标,年际间气候变化而出现的低温冷害等等,而对于不同生态环境不同栽培技术条件下水稻的播种期与水稻冷害的关系则研究不多。

宁夏水稻冷害的研究,除了水稻冷害的类型,当地水稻冷害的气象指标,品种的耐冷性鉴定和宁夏稻区的热量资源等等而外,结合当地的实际情况,对防御水稻冷害的品种、播种期、育秧、插秧、施肥、灌水、防治病害、倒伏、杂草等从种到收的技术,进行了全面的研究,从1979年到1983年,年年都制定了以适时早播防御水稻冷害为前提的系统栽培措施,印发到农村,普遍推广,有效的防御了水稻冷害,迅速提高了水稻产量。

宁夏水稻生育期间的气温,1980年为偏高年,1981年为高温年,1982和1983年气温偏低。中宁县1983年水稻生育期间4月21日至9月20日的积温,较历年平均低127.7℃。永宁县水稻孕穗抽穗期的7月和8月份的积温同1981年比较,1982年7月份低43.3℃,8月份低34.7℃;1983年7月份低67.3℃,8月份低52.2℃;1982年7月中旬连续4天,7月下旬连续6天,日最低气温低于17℃,极端最低气温低于11℃。尽管宁夏这四年气温有高有低,由于各级党政领导重视,贯彻执行了党在农村的经济政策,极大地调动了广大农民的生产积极性,比较普遍的采用了以适时早播防御水稻冷害为前提的系统栽培措施,保证了水稻年年增产,稳产高产。全区水稻单产1980年达945斤,1981年为1004斤,1982年为1042斤,1983年为1061斤,分别比1980年以前历史最高水平1978年的单产785斤增产20.4%,27.9%,32.7%和35.2%。

宁夏水稻冷害的研究,着重采用分期播种分期插秧的办法,研究了一年四季温度变化和水稻冷害的关系。通过对主要栽培品种京引39号1980年到1983年从4月4日到5月9日每隔7天1期,秧龄30天,共分6期20个点,116期,每期重复三次的试验结果,不论高温年、低温年或一般年都随着播种期的推迟,遇到秋季的低温冷害,产量下降。四年全部试验平均,各期的水稻亩产,由早到晚分别为1321斤,1257斤,1210斤,1167斤,1091斤,1015斤。用最小显著极差法q测验,播期相差7天,水稻亩产相差43—76斤,差异不显著;播期相差14天,水稻亩产相差90—152斤,差异由不显著到极显著,显著水平(0.05)到

(0.01); 播期相差21—28天,水稻亩产相差154—242斤,差异极显著,显著水平(0.01); 播期相差35天,水稻亩产相差306斤,差异极显著,显著水平(0.01)。产量和播种期的相关系数 $r=0.9944^{***}$,相关极显著,显著水平(0.001),即播种越早,产量越高。水稻全生育期的积温和播种期与产量的相关性也极显著。1980年宁夏农学院试验结果,播种期和全生育期积温的相关系数 $r=0.9887^{***}$,相关极显著,显著水平(0.001),即播种越早全生育期积温越多;水稻产量和全生育期积温的相关系数 $r=0.9935^{***}$ 相关极显著,显著水平(0.001)回归方程为 $\hat{y} = -1194 + 0.7853x$,即产量随着全生育期积温的增加而增加,积温增加1℃,产量增加0.7853斤。四年试验结果,无论分期播种,分期插秧,或分期播种同期插秧,播种越早,所得全生育期积温越多,产量越高,这种趋势都是一致的,表明水稻在可以生长发育的温度范围内,早播能多获得热量,减轻冷害的损失。

所谓水稻冷害实质是热量不足以满足水稻充分生长发育的需要,无论高温年、低温年或一般年,迟播的水稻全生育期获得的积温都明显减少,千粒重降低,每穗结实粒数减少,作为冷害特征的空秕率明显增加,产量降低。水稻冷害的损失,不只是不孕形成空壳(障碍型冷害)和灌浆不饱满,形成秕粒、半饱粒和青米(延迟型冷害),而随着播种期的推迟,水稻全生育期的积温减少,叶片和每穗颖花总数(穗粒数)也显著减少。用上述四年分期播种的资料统计分析,每穗颖花总数和播种期的相关系数 $r=0.8578^{*}$,相关显著,显著水平(0.05)。也就是说播种迟的水稻作为光合产物的供应(源)和贮藏能力(库)都减少,以致总的光合产物减少,产量降低。

年际间的温度变化可以造成冷害,一年四季的温度变化同样可以造成冷害。单纯由于年际间的温度变化造成的冷害损失是有限的,1976年是宁夏解放以来最低温的年份,水稻因冷害而大减产,单产只有282斤,比刚解放的1950年还低,可是用当年宁夏各县水稻可以生长的时期4月11日至9月20日的气温积温2867—2975℃,按上述全生育期积温和产量的回归方程计算,水稻亩产可达1057—1142斤,事实上1976年宁夏也有在4月10—22日播种京引39号,5月上、中旬插秧,结实率高达80%以上,亩产千斤的丰产典型,而当年宁夏一般水稻播种是在4月底5月上旬,所以遭受了严重的冷害而大减产。

一般注意到了年际间出现的低温年引起的冷害,忽视了一般年、高温年由于四季温度变化可能引起的冷害,在水稻栽培上采用新的品种、施肥、育苗技术,机械插秧等,对这些新技术相适应的种植时间的研究往往不够深入,光热资源没有充分利用,播种偏迟的现象普遍存在,水稻冷害几乎年年都有,不过习以为常没有引起注意,而到温度偏低的年份就遭受严重的冷害而大减产,成为水稻稳产高产的障碍。结合当地的生态环境,深入研究和新技术相适应的时间问题,保证水稻在安全齐穗期抽穗,从时间和空间两个方面提高光能利用率,既可防御一年四季温度变化可能发生的冷害,又可减少低温年的冷害损失,稳产高产。

这个选编收集了宁夏1975—1983年有关水稻冷害的资料,由于水平有限,无论是资料本身和选编工作,都有很多不足之处,认识上也有不一致,难免会有差错。但选入了有代表性的调查研究、试验对比、技术推广方面的部分资料,总的规律,比较明朗,可供参考。

贺 仲 康

一九八五年一月

引 言.....	贺仲康
----------	-----

试验研究部分

宁夏水稻冷害试验研究和防御措施推广工作总结	宁夏水稻冷害协作研究小组 (1)
银川灌区水稻产量及其构成要素与气象条件的关系 (摘要)	宁夏气象局 (29)
低温对水稻产量影响的调查 (摘要)	自治区农科所华二基点组 (34)
一九七六年水稻冷害总结 (摘要)	宁夏农学院水稻杂粮组 (37)
宁夏一九七九年水稻冷害调查报告	宁夏自治区农业局贺仲康、普鸿礼、武通曹 (41)
关于召开水稻生产栽培技术座谈会的请示报告	自治区农业局 (53)
一九八〇年全区水稻冷害试验总结	宁夏水稻冷害协作研究小组 (54)
关于下达水稻冷害研究经费的通知	自治区农业局 (64)
宁夏水稻冷害几个问题的研究初报	宁夏农学院农学系 唐祖荫 (65)
水稻冷害试验总结	中宁县农技站 周世福 (73)
一九八一年全区水稻冷害试验总结	宁夏水稻冷害协作研究小组 (83)
一九八一年全区水稻冷害试验资料汇总表	宁夏农业技术推广站 李进一 (88)
水稻冷害试验总结	宁夏农业技术推广站桃林试点 李进一 哈金伏 (105)
水稻返青的气象条件试验初析	

气象条件与水稻分蘖之探讨

- 中宁县农技站 周世福 (132)
- 一九八二年全区水稻冷害试验总结
- 宁夏水稻冷害协作研究小组 李进一 (141)
- 宁夏水稻冷害与防御研究
- 宁夏农学院农学系 尹敬其、苏焕兰、杨桂清、李学 (157)
- 中宁县一九八二年冷害试验登记表(一)、(二)
- 中宁县农技站 周世福 (168)
- 水层增温效应试验简结
- 中宁县农技站 周世福 (171)
- 京引39号水稻冷害试验总结
- 中卫县农技站 魏玉盛 (179)
- 水稻水点播播期试验总结
- 中卫县农技站 魏玉盛 黄治国 (185)
- 水稻育插期试验总结
- 灵武县农技站 王继军 (190)
- 水稻冷害问题研究汇报
- 国营连湖农场 张彦礼 (198)
- 一九八三年全区水稻冷害试验总结
- 宁夏水稻冷害协作研究小组 李进一 (205)
- 一九八三年水稻冷害试验研究总结
- 宁夏农学院 尹敬其、苏焕兰、杨桂清、李学 (217)
- 一九八三年水稻冷害试验简结
- 中宁县农技站 周世福 (227)
- 水稻冷害试验总结及冷害防御措施意见
- 中卫县农技站 魏玉盛 (234)
- 水稻育插期试验总结
- 灵武县农技站 王继军 (241)
- 水稻冷害问题研究简结
- 国营连湖农场 张彦礼 (248)
- 防御水稻冷害技术措施鉴定试验简报
- 国营连湖农场 张彦礼 (254)
- 宁夏灌区水稻不同品种温度反映初报
- 宁夏农学院 杨桂清 尹敬其 苏焕兰 (256)
- 报送一九八三年水稻保墒旱育秧试验总结
- 宁夏农业技术推广总站 李进一 (268)

防御措施推广部分

一九八〇年水稻栽培技术要点

..... 自治区农业局 (276)

关于召开水稻育秧现场会的请示报告和代电通知

..... 自治区农业局 (278)

满春大队是怎样战胜水稻低温灾害夺取水稻丰收的

..... 自治区农业局 (279)

灵武县一九八〇年水稻生产情况汇报

..... 灵武县农技站 (281)

关于召开灌区水稻育秧现场会的通知

..... 自治区农业局 (284)

抓早育早插, 促水稻大面积均衡增产

..... 自治区农业局 (285)

中卫县一九八一年水稻生产总结

..... 中卫县农技站 (286)

关于印发《宁夏一九八〇年至一九八二年水稻生产技术总结和

一九八三年的意见》的通知..... 自治区农业局 (288)

银川市郊区水稻丰产协作总结

..... 银川市郊区农技站 (295)

宁夏水稻栽培技术

..... 宁夏农业技术推广站 (297)

一九八〇年至一九八三年水稻生产技术总结

..... 宁夏农业技术推广总站 (305)

八三年水稻生产技术总结

..... 中宁县农技站 (311)

论 文 部 分

宁夏的水稻冷害和防御意见

..... 宁夏农业技术推广站 贺仲康 (315)

水稻冷害和防御策略

..... 宁夏农业技术推广站 贺仲康 (322)

试论宁夏水稻冷害

..... 宁夏农学院 苏焕兰 尹配其 (341)

宁夏水稻生育期间的热量条件及水稻冷害

..... 宁夏农学院 杨桂清 (353)

水稻安全抽穗期的初步分析

..... 宁夏农学院 杨桂清 (367)

宁夏水稻冷害试验研究和防御 措施推广工作总结

宁夏水稻冷害协作研究小组

一、基 本 情 况

宁夏稻区地处北纬 $37^{\circ}30'$ 至 $39^{\circ}30'$ 的黄河河套灌区。海拔1070米至1234米。年平均气温 $8-9^{\circ}\text{C}$ ，气温日较差为 $12-15^{\circ}\text{C}$ ，四至九月作物生长季节 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $3200-3400^{\circ}\text{C}$ ，无霜期140—160天。太阳辐射热能约 $148\text{千卡/厘米}^2\cdot\text{年}$ ，年平均日照2800—3100小时。年降雨量190—230毫米。属大陆性气候，干旱少雨，日照充足，昼夜温差大，地势高，秋凉早，降温快，一般在九月下旬就有早霜。

宁夏素有“塞上江南、鱼米之乡”之称。过去种稻是在六月上、中旬撒播当地早熟和极早熟品种白皮稻，产量不高。五十年代平均单产为307.5斤。六十年代推广中熟品种公安稻，五月上、中旬水育秧，六月上、中旬插秧，产量有所增加，平均单产334.5斤。七十年代推广晚熟品种京引39号，四月下旬、五月上旬用薄膜复盖育秧，小苗带土移栽，产量提高较快，平均单产616.7斤。但是水稻冷害的问题突出了。一九七二年水稻面积比上年增加一万亩，但总产却减少5100多万斤，减产12.5%；一九七六年面积比上年增加十万亩，而总产减少31790万斤，减产58.9%；一九七九年水稻面积又比上年增加近万亩，而总产减少5500万斤，减产9.9%。十年之中就遭受三次较重的冷害。特别是一九七六年的严重冷害使当年水稻单产降到282斤，比刚解放的一九五〇年还低，给人民的生产和生活造成了极大的困难，引起了各方面的注意，科研、教学、气象、生产、推广等部门开始对水稻冷害进行了一些调查。宁夏农科院、宁夏农学院等翻译了大量的国外水稻冷害资料以资借鉴，但是对宁夏水稻冷害的类型，有效的防御措施等等，认识很不一致。因此在一九七六年水稻冷害大减产之后，虽然一九七九年三月自治区农业技术推广会议制定了一个以适时早播防御水稻冷害为前提的《水稻栽培技术措施》，但当年争论很大，执行不好，以致又遭冷害而减产。为了进一步了解水稻冷害情况，区农业局生产处和农业技术推广站于一九七九年从播种到收获对水稻冷害进行了系统的调查研究，认识到宁夏水稻冷害主要是由于播种育秧偏迟，抽穗期延迟到八月中、下旬遭受低温冷害而引起的。并于一九八〇年三月二十六日写出了《宁夏一九七九年水稻冷害调查报告》，建议成立研究水稻冷害的机构，制定和推广防御水稻冷害的措施。经请示自治区人民政府批准，区农业局于当年四月一日召开了水稻生产栽培技术座谈会，制定了《一九八〇年水稻栽培技术要点》，在宁夏日报上发表，接着于四月八日召开了公社以上主管农业的领导参加的水稻育秧现场会，广为宣传

推广，当年水稻获得大丰收。同时于八〇年四月四日在区农业局领导下成立了由宁夏农学院和区农技站主持，区气象局和部分县农技站、气象站参加的“宁夏水稻冷害协作研究小组”，开展试验研究工作。试验结果，完全证明了早育秧、早插秧确实能早抽穗成熟、防御冷害。因此，以后在每年召开的一些水稻生产技术和举办的水稻栽培技术训练班上。经科研、教学、国营农场和农业技术推广系统的技术人员，根据国内外的新技术和本地区试验研究的有效措施，反复讨论，修改补充，制定了一九八一年、一九八二年《水稻栽培技术要点》和一九八三年《宁夏水稻栽培技术》。并印成小册子。从一九七九年至一九八三年仅自治区级累计印发了二十三万余册，平均每一种稻农户有一册多。除自治区每年召开育秧现场会、水稻生产技术和会议等宣传推广外，各县还年年举办农业技术训练班，培训农村干部、农民技术员和农业技术示范户。并印发小册子直接向广大农户宣传推广。由于各级党和政府贯彻执行了党的农村经济政策，极大地调动了广大农民的生产积极性，比较普遍的采用了防御水稻冷害的栽培技术，使全区水稻产量大幅度提高。水稻单产一九八〇年达945斤，一九八一年为1004斤，一九八二年为1042斤，一九八三年达1061斤。分别比一九七〇年至一九七九年的平均单产616.7斤，增加了328.3斤、387.3斤、425.3斤和444.3斤；增产53.2%、62.8%、69%和72%。比七十年代产量最高的一九七八年，单产（785斤）分别增加160斤、219斤、257斤和276斤。增产20.4%、27.9%、32.7%和35.2%，总产增产18.5%、32.6%、41.6%和44.1%。四年累计增加水稻产量76035万斤，约增加经济价值一亿一百多万元。（详见表1）

表 1 宁夏水稻生育期间的积温和产量

年 份	积 温 ℃			全区水稻总产		全区水稻单产	
	七 月	八 月	4月21日至 9月20日	万 斤	比上年±%	斤	比上年 ± %
1970	728.5	651.1	2941.8	33269		450	
1971	767.7	696.6	3051	41656	+25.2	592	+31.6
1972	683.6	602.9	2941.9	36566	-12.2	518	-12.5
1973	703.9	679.3	3015.6	41350	+13.1	624	+20.5
1974	678.0	672.9	2930.1	47506	+14.9	750	+20.2
1975	692.4	713.5	2986.8	53929	+13.5	780	+4.0
1976	666.8	595.9	2753	22142	-58.9	282	-63.8
1977	719.8	654.5	2887.2	45119	+103.8	687	+143.6
1978	695.7	646.3	3002.9	55569	+23.2	785	+14.3
1979	648.7	633.5	2844.8	50087	-9.9	699	-11.0
1980	740.1	667.9	2983.1	65830	+31.4	945	+35.2
1981	751.9	700.2	3052.2	73707	+12	1004	+6.2
1982	708.6	665.5	2988.3	78685	+6.8	1042	+3.8
1983	684.6	648.0	2979.2	80089	+1.8	1061	+1.8

注：1. 温度是永宁气象站逐日记录资料。 2. 全区水稻产量系区统计局资料。

同时进行的宁夏水稻冷害协作研究，经过一九八〇年至一九八三年连续四年的多点试验，摸清了宁夏水稻冷害的类型、主要特点和防御措施等，取得了大量的数据资料，圆满的完成了试验研究任务。从而取得了宁夏水稻生产和科研的双丰收。

二、试验研究的情况和结果

（一）试验研究的情况。

该项试验研究在自治区农业局领导下，一九八〇年成立协作研究小组，开展工作，一九八一年至一九八三年自治区科委又先后列入一、二级科研项目，自治区农业局和科委先后共拨出经费十万元，做为购置仪器设备和试验研究之费用。由宁夏农学院制定试验研究方案，自治区农技站和宁夏农学院共同主持组织实施。计划五年完成。

先后参加协作试验研究的单位有：宁夏农学院永宁红星试点（1980—1983年），中宁县农技站殷庄、石桥试点（1980—1983年），中卫县农技站八字渠、蔡桥试点（1981—1983年），灵武县农技站东塔、梧桐树、良繁场试点（1981—1983年），国营连湖农场种子队试点（1982—1983年），区农技站贺兰桃林试点（1981年），永宁县气象站王太堡试点（1981年），中卫县气象站八字渠试点（1980年），银川郊区农技站满春试点（1980年）。

试验研究过程中不断进行检查、调整、总结交流经验。先后共写出总结、论文50余篇约20余万字。从一九八〇年开始到一九八三年试验重现性好，四年的结果基本一致，比原计划提前一年完成任务圆满结束。

（二）试验研究的目的和内容。

这项试验研究的目的是为了探索我区水稻冷害的规律和特点，验证和提出防御措施。重点研究宁夏稻区当前主要栽培品种京引39号以及宁粳3号的冷害情况。采用分期育秧、分期插秧的方法，人为的将其放在自然变化的温度条件下，研究水稻的生育进程、产量构成性状和各生育阶段温度热量的情况，薄膜复盖育秧的增温效果，水稻的安全齐穗期和保证成熟的积温指标等等。

一九八〇年京引39号，第一期4月15日育秧，5月10日插秧，秧龄为25天。以后每隔5天为一期，共分六期。

一九八一年至一九八三年京引39号，第一期为4月4日育秧，5月4日插秧，秧龄为30天。以后每隔7天为一期，共分六期。宁粳3号第一期为4月11日育秧，5月6日插秧，秧龄为25天。以后每隔7天为一期，共分六期。

小区设置：小区面积18平方米，行穴距为20厘米×10厘米，随机排列，重复四次。第四重复为挂牌取样区。

育秧采用薄膜保温坑式育秧法，亩播量为800斤。大田总施肥量：纯氮为25斤/亩，纯磷（五氧化二磷）11.2斤/亩。基追肥比例。氮为基施45%，追施55%；磷肥全部基施。其他情况详见试验设计方案。（附后）

另外还进行了“分期施肥”，“不同播量，不同秧龄”的辅助试验。宁夏农学院还进行了“不同品种耐冷性鉴定”“水稻灌浆临界期”和宁夏稻区热量资源的试验研究。中宁县农技站还进行了孕穗、抽穗扬花期的灌水深度试验等。

(三) 试验研究结果。

1. 通过分期育插试验、宁夏当前水稻主要栽培品种京引39号，从4月4日到5月9日播种育秧。5月4日到6月8日插秧，随着育插期的提早、生长发育提前，抽穗早、产量增加。

从连续四年116期次的分期育插试验。平均产量结果(见表2、3)看出：第一期齐穗期在7月25日至8月6日亩产为1321斤，8月5日前齐穗的占93%；第二期齐穗期在7月26日至8月7日，8月5日前齐穗的占85%，亩产为1257斤；第三期齐穗期在7月28日至8月16日，8月5日前齐穗的占70%，亩产为1210斤；第四期齐穗期在7月31日至8月14日，8月5日前齐穗的占50%，亩产为1167斤；第五期齐穗期在8月4日至26日，8月5日前齐穗的占17%；亩产为1091斤；第六期齐穗期在8月8日至24日，亩产为1015斤；由此看出产量与播种育秧期的关系极为密切，其相关系数 $r=0.9944^{***}$ ，相关极显著。播期与结实粒数的相关系数 $r=0.9403^{***}$ 相关也极显著。

表2

育秧、移栽、齐穗期与产量表

品种：京引39号

项 目 \ 处 理	一	二	三	四	五	六
育秧期(日/月)	4 / 4	11 / 4	18 / 4	25 / 4	2 / 5	9 / 5
插秧期(日/月)	4 / 5	11 / 5	18 / 5	25 / 5	1 / 6	8 / 6
齐穗期(日/月)	25/7—6/8	26/7—7/8	28/7—16/8	31/7—14/8	4—26/8	8—24/8
8月5日前齐穗占(%)	93	85	70	50	17	0
平均亩产(斤)	1321	1257	1210	1167	1091	1015

备 注

一九八〇年的试验数据：第1、2、3、期统计列表内第二、三、四期，第4、5期统计列表内第五期，第6期统计列表内第六期。

表3

产量构成因素表

品种：京引39号

项 目 \ 处 理	1	2	3	4	5	6
收获穗(万/亩)	51.7	52.4	51.2	51.5	51.9	51.7
穗粒数(粒/穗)	57.7	57.7	57.4	55.8	55.2	56
结实粒(粒/穗)	48.9	48.7	48.4	45.9	41.9	40.5
空秕率(%)	14.5	15.1	15.1	17.1	23.9	28.0
千粒重(克)	25.6	25.3	25.7	25.3	24.6	24.6

注：表内数字系原始资料加权平均数。

京引39品种播插期与产量的相关性 $r = 0.9944^{***}$

$$\hat{y} = 1324.8 - 8.5x$$

京引39品种播插期与结实粒数相关性 $r = 0.9403^{***}$

$$\hat{y} = 50.35 - 0.2649x$$

早育秧增产的原因主要有以下两点：（1）延长了营养生长期，改善了个体性状使根系、茎叶更充分的生长。京引39号4月底5月初育秧一般有14片叶。而提早到4月上旬育秧的可达16片叶，因此积蓄了较多的干物质，为穗部发育和籽粒灌浆奠定了物质基础，使穗子变大，粒数增多。（2）确保正常成熟，提高了结实率，千粒重高。早播虽不能使抽穗期的提前与播期提前天数一致，但确能提早抽穗。每相邻两期相差2—4天，间隔两期之间相差4—9天。而抽穗期间气温较高，相差5天，就相差100—120℃。宁夏水稻生育期间气温积温，低的年份和一般年份相差也就是100—200℃。同一年份（如为平年）相邻两块条件相同的田在安全齐穗期下限，早抽穗5天的田就能获得近似丰年的天气条件而丰收，反之比安全齐穗期下限迟5天抽穗，就可能得到欠年的天气条件而减产。

2. 试验研究明确了宁夏水稻的灌浆临界期。

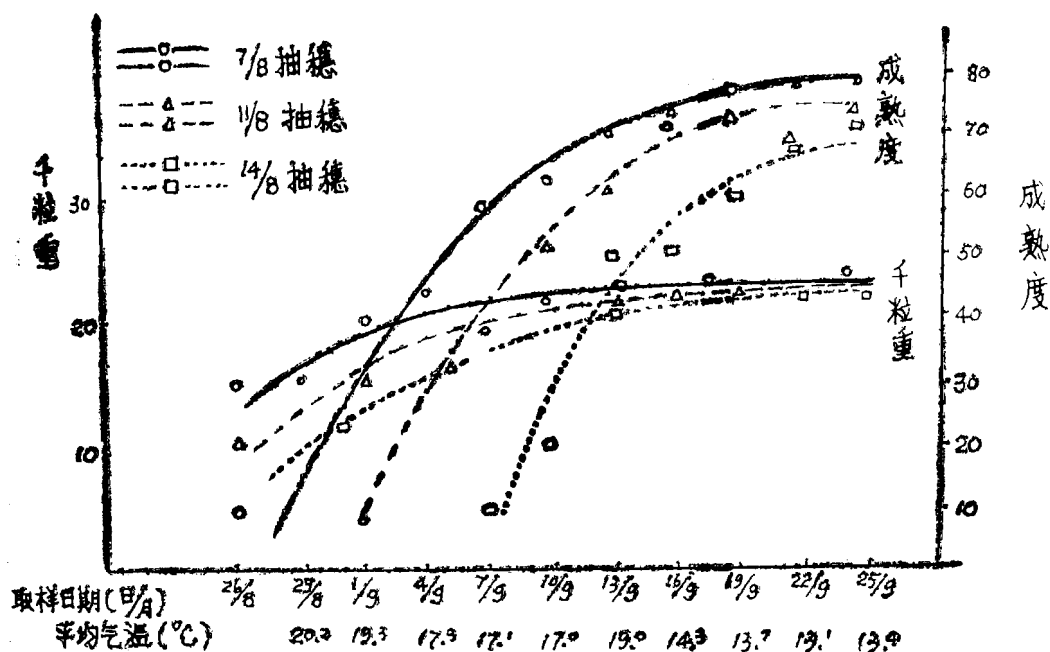
宁夏农学院通过79年80年两年对水稻灌浆情况的测定，当秋季气温五日滑动平均气温下降到13℃时灌浆缓慢，千粒重和成熟度增加很少（见灌浆曲线图），这个时期多出现在9月20日至25日，以此作为灌浆临界期是和宁夏农谚“秋分分秕占”的群众经验是一致的。同时宁夏稻区的初霜期即：最低气温 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ，保证率为90%的日期，中卫县是9月18日，中宁县是9月23日，灵武县是9月21日，永宁县是9月18日（见表4）。从这里看出宁夏水稻灌浆的临界期也在9月20日左右。因而在水稻栽培技术上，就要要求水稻必须于9月20日以前成熟。

3. 明确了当前宁夏水稻的冷害类型是以延迟型为主的冷害。主要是由于播种、育秧、插秧偏迟和施肥不当等栽培措施失误，使水稻生育期推迟，抽穗延迟到安全齐穗期下限8月5日以后，遇到立秋以后经常出现的温度迅速下降致使空秕率大增，结实粒数减少，千粒重下降而减产。这种情况在宁夏稻区，大面积水稻生产上是如此，连续四年分期育插试验结果也是如此。

这种以延迟型为主的冷害，既有因抽穗延迟使灌浆成熟期间积温不够，不能使籽粒充分灌浆成熟形成秕粒，也有因孕穗抽穗推迟，使减数分裂期和花期遭受低温冷害妨碍受精而不育，形成空壳即一般所谓的障碍型冷害，其依据是：

（1）四年的分期育插试验结果，京引39号随着育插期的推迟，齐穗期也推迟，气温逐渐降低，空秕率逐渐上升，产量逐渐下降。4月4日至4月20日育秧。5月4日至5月18日插秧的，齐穗期在7月25日至8月16日之间，这二十三天四年的日平均气温分别为22.8℃，24.7℃，22.9℃和22.9℃，8月5日前齐穗的占70—93%，空秕率14.5—15.1%亩产1210—1321斤。4月25日至5月9日育秧。5月20日至6月8日插秧的，齐穗期在7月31日至8月26日之间，这二十七天四年的日平均气温分别为21.9℃，23.1℃，22.0℃和21.3℃，8月5日前齐穗的占0—50%、空秕率为17.1—28%，亩产1015—1167斤。（见表2、3、5）

水稻灌浆曲线图



千粒重、成熟度与平均气温 (80年)

表 4

灌区各县初终霜日期表

(自有资料至79年)

项 目 日 期 (月/日) 县 别	初 霜 (秋 霜)				终 霜 (春 霜)			
	最低气温 $\leq 2^{\circ}\text{C}$		最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$		最低气温 $\leq 2^{\circ}\text{C}$		最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$	
	平均	保证率 90%	平均	保证率 90%	平均	保证率 90%	平均	保证率 90%
中 卫 县	10.1	9.18	10.12	9.28	5.5	5.21	4.28	5.14
中 宁 县	10.1	8.23	10.15	10.1	5.1	5.15	4.19	5.2
灵 武 县	10.2	9.21	10.11	9.29	4.30	5.13	4.22	5.6
永 宁 县	9.30	9.18	10.14	10.1	4.28	5.12	4.18	4.29
贺 兰 县	10.5	9.25	10.14	9.30	5.1	5.12	4.22	5.4

而宁夏从一九七二年推广京引39号到一九七九年大面积生产,一般是在4月25日至5月上旬育秧,5月中旬至6月上旬插秧,水稻抽穗期一般在8月5日以后,大多数集中在

8月中旬,有的在8月下旬。从一九八〇年起,京引39号大面积育秧时间比以前提早7—10天,多数集中在4月15日至4月25日之间,部分在4月25日以后,大面积水稻的抽穗期集中在8月5日至10日之间,少数在8月10日以后。对照分期育插试验不难看出,宁夏水稻主要是受播种育秧、插秧偏迟,使孕穗抽穗期推迟,遇到立秋以后年年都会出现的温度下降,空秕率增加,灌浆不充分,造成了以延迟型为主的冷害。

一九七六年是一个严重的低温冷害年,原区农科所华二基点组调查,同为京引39号品种,五队庄台地4月22日育秧,5月17日插秧,8月8日至8月13日抽穗,结实率83%;二队张家滩4月24日育秧,6月2—3日插秧,8月17—23日抽穗,结实率只有30%;三队南湖4月28日育秧,6月2—3日插秧,8月25—30日抽穗,结实率仅有2%(详见灵武县农业局一九七六年十二月“农业科技”(五)109页)。

一九七九年也是一个低温冷害年,区农业局生产处和区农技站在银川郊区、永宁、青铜峡、灵武、吴忠、中宁、中卫等县和渠口农场共三十多个生产单位,从播种育秧、插秧、抽穗到成熟进行定点观察和在收割前采用定距离随机取样的方法抽取了七十多个样本考种,着重考查研究了主要栽培品种京引39号的冷害情况。其结果:4月8—15日播种育秧(包括幼苗旱长),8月3日左右齐穗,空壳率平均为4.5%,千粒重平均为25.1克。4月17日左右育秧,8月5日左右齐穗,空壳率平均为6.6%,千粒重平均为24.1克。4月20—25日育秧,8月10—13日齐穗,空壳率平均为12.9%,千粒重平均为23.3克。4月27—30日育秧,空壳率平均为28.4%,千粒重平均为21.3克。当年银川郊区良田公社烟村墩三队试验,同为京引39号,5月25日插秧,其他条件相同。按空壳率的降低和千粒重的增加计算,4月16日育秧的分别比4月25日,4月27日,5月3日育秧的收成要高14.8%、15.5%和22.9%(详见:贺仲康、武通曹、普鸿礼《宁夏一九七九年水稻冷害调查报告》)。

而一九七六、一九七九年宁夏大面积水稻生产集中在4月底5月上旬育秧,抽穗期集中在8月中、下旬。四年的分期育插试验证明,京引39号水稻在上述迟育秧情况下即使在正常年份和高温年份收成也要减少10%到30%,而在低温年份严重减产就是不可避免的了。如果能在4月20日前育秧,5月中旬插秧,结实率可达80%以上,就可获得亩产千斤以上的较好收成。所以一九七六年、一九七九年这两个低温冷害年贺兰县习岗六队,银川郊区满春大队、烟村墩大队,永宁县东全大队等,在4月中旬育秧,5月上、中旬插秧获得了亩产千斤以上好产量,成为大灾之年少有的增产队。说明即使是七六、七九年那样的低温冷害年,造成减产的主要原因还是由于育秧偏迟,措施不当使抽穗延迟造成了以延迟型为主的冷害。

(2)从京引39号水稻分期育插试验所报来的14个点次在抽穗时期逐日共挂牌5万余穗,考种了35700余穗的汇总表(见表6)看出:从抽穗最早的7月17日到抽穗最晚的8月29日之间,空秕率是随着抽穗期的推迟逐渐增加。在8月5日以前空秕率在15%以下,且增加的幅度很小,在这之前的二十天内空秕率仅增加了2.9%。8月5日以后空秕率增加的幅度越来越大,到8月20日上升到40%以上,在这十五天内空秕率增加了27%。而空壳率除7月21日以前抽穗的较高外,在8月5日以前抽穗都比较低为6.0—8.2%,8月5日以后逐渐增加,但增加较少,到8月20日,空壳率也只有11.8%。同时宁夏农学院一九

八〇年对指压法检出的空壳粒进行 I—K I 鉴定，发现空壳粒中70—90%是已受精而早期停止灌浆的小秕粒，不孕粒是很少的，这就进一步说明了当前宁夏水稻冷害是以延迟型为主冷害。

表 5 1980—1983年水稻齐穗期的日平均气温℃

年 份	月 日 温 度	7 月							8 月								
		25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980		26.1	24.2	24.2	24.0	24.2	25.0	24.7	24.5	21.5	23.1	24.8	24.2	23.9	19.6	20.7	23.5
1981		26.8	25.6	24.8	22.8	24.7	27.0	27.9	26.3	26.2	27.5	28.9	27.6	25.5	22.5	23.1	23.2
1982		24.6	23.7	24.6	24.9	19.4	21.5	23.5	23.4	23.2	24.7	22.4	24.0	21	22.7	22.0	22.0
1983		23.4	24.8	25.5	23.6	23.5	23.2	22.8	23.6	26.0	24.6	22.6	16.4	18.2	22.5	25.7	26.0

续表 5

月 日 温 度 年 份	8月																	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1980	19.0	20.8	21.3	21.5	21.4	21.5	21.5	21.3	22.3	21.6	22.9	22.7	22.4	21.0	19.2	21.2	20.1	
1981	22.8	20.8	23.8	25.4	21.9	23.0	21.0	22.7	22.7	18.5	20.0	22.1	19.8	19.9	20.5	20.0	20.2	
1982	22.3	23.5	22.9	23.3	23.2	22.3	20.6	21.9	17.7	18.7	19.5	21.8	22.8	22.1	21.0	21.1	21.1	
1983	26.1	24.9	25.0	22.6	20.1	18.4	16.5	17.4	19.3	20.6	21.3	20.5	19.5	18.6	19.2	18.5	20.0	

续表 5 1980年—1983年水稻齐穗期的日平均气温℃

年 份	温 度	7月25日到8月16日平均气温℃		7月31日到8月26日平均气温℃	
1980		22.8		21.9	
1981		24.7		23.1	
1982		22.9		22.0	
1983		22.9		21.3	

注：表内温度是永宁气象站逐日气象记录和以此计算的数据。

表 6

分期育插抽穗逐日挂牌资料汇总表

品种：京引39号

项 目	抽穗期 (日/月)	17— 20/7	21— 25/7	26— 31/7	1— 5/8	6— 10/8	11— 15/8	16— 20/8	21— 29/8
穗粒数		48.3	55.9	58.8	57.5	55.9	50.3	50.5	44.0
结实粒数		42.5	50.7	52.1	50.8	47.6	40.6	30.5	22.3
千粒重(克)		26.4	25.0	25.5	25.7	25.1	23.9	22.0	19.4
空秕率(%)		12.1	13.8	14.1	15.0	18.8	27.6	42.0	53.1
空壳率(%)		11	8.2	6.0	7.0	10.4	11.5	11.8	18.2
备 注	表内数据系四年分期育插试验所报来的14个点次抽穗时期逐日挂牌约5万余穗，考种约35700余穗的分项目加权平均数。而7月21日以前仅是一个点次的平均数据。								

(3) 日本人研究，在定温条件下15—17℃会发生孕穗期障碍型冷害，但在变温条件下：白天20℃，夜间16℃（连续12小时）处理6天，不实率只有7.5%；白天20℃，夜间14℃，处理6天不实率也只有10%左右。同样白天20℃，夜间12℃，不实率为15%左右；白天20℃，夜间10℃不实率为25%。对照宁夏稻区7月中旬至8月上旬的温度条件，很少有这样长时间的低温。

宁夏农学院统计了一九七六年、一九七九年抽穗期逐日挂牌稻株，开花期日平均气温<20℃的日数和空秕率的相关系数为0.5288，相关显著。而减数分裂期，日最低气温低于15℃的日数与空秕率的相关系数为0.2502，与空壳率的相关系数为-0.2039；日平均气温与空秕率的相关系数为0.1280，与空壳率的相关系数为0.2312，其相关均不显著。

综上所述当前宁夏的水稻冷害主要是由于播种育秧、插秧偏迟、措施不当等人为因素造成的延迟型为主的冷害。这种冷害受作物生长期间气温变化的影响，不论高温年、一般年、低温年，年年都可能发生，造成一定损失，而在低温年，损失就更加严重。因此每年都需要采用早育秧、早插秧等措施防御低温冷害。

4. 通过对京引39号和宁粳3号两品种的分期育插试验，明显看出我区水稻安全齐穗期下限为8月5日。

(1) 从分期育插试验的产量及其构成因素与齐穗期的关系（见表2、3）看出：京引39号水稻以93%在8月5日以前齐穗的第一期产量最高，构成产量诸因素也最好，尤其是每穗结实粒数多，空秕率低。以后各期随着8月5日前齐穗的保证率的降低，产量逐步下降，构成产量诸因素也渐差。到第六期齐穗期完全在8月5日以后，产量最低，比第一期每亩减产306斤，产量构成因素，每穗结实粒数减少8.4粒，千粒重减少1克，空秕率增加13.5%。

而中熟品种宁粳3号（见表7、8）在宁夏农学院永宁红星试点和区农技站贺兰县桃林试点试验结果，第三期于7月27日至8月4日齐穗的产量高，产量构成诸因素也较好。

而育秧过早的第一、二期，齐穗期在7月26日以前的产量并不高，可见宁粳3号这类中熟品种没有必要过早育秧、插秧。

(2) 从四年分期育插试验，京引39号抽穗期逐日挂牌资料(见表6)看出：最早抽穗的7月17日到最晚抽穗的8月29日穗部性状以7月21日到8月5日抽穗的较好，穗粒数为55.9—58.8粒，结实粒数为50.7—52.1粒，千粒重为25.0—25.7克，空秕率为13.8—15.0%。而在8月5日以后抽穗的，各种穗部性状都逐渐变差。如8月11日至15日抽穗的，穗粒数为50.3粒，结实粒数为40.6粒，千粒重为23.9克，空秕率为27.6%，比8月1日至5日仅迟抽穗10天而穗粒数减少7.2粒，结实粒数减少10.2粒，千粒重减少1.8克，空秕率增加12.6%。这种状况在高温年份也是如此。我区少有的高温年1981年区农技站桃林试点的挂牌资料：从7月17日抽穗开始到8月15日抽穗结束，抽穗在8月5日前、6—10日、11—15日，平均穗粒数分别为52.2粒、47.7粒和46.2粒，结实粒数分别为44.5粒、38.8粒和36.1粒，千粒重分别为25.7克、25.2克和23.9克，空秕率分别为10.4%、13.1%和22.2%。其中7月21日至26日抽穗的，平均结实粒数最高为51.3粒。从这里也明显看出8月5日为宁夏水稻的安全齐穗期下限。

表 7

育秧、移栽、齐穗期与产量表

品种：宁粳3号

项 目 \ 处 理	1	2	3	4	5	6
育秧期(日/月)	11/4	18/4	25/4	2/5	9/5	16/5
移栽期(日/月)	6/5	13/5	20/5	27/5	3/6	10/6
齐穗期(日/月)	23/7	26/7	26—27/7	28/7	31/7—1/8	4/8
产 量	920.4	1061.2	1204.3	1190.3	1159.4	1105.1

注：此数据为81年区推广站和农学院数据的平均值。

表 8

产量构成因素表

品种：宁粳3号

项 目 \ 处 理	1	2	3	4	5	6
收获穗(万/亩)	45.2	49.8	55.1	54.6	52.6	52.6
穗粒数(粒/穗)	54.3	53.2	61.4	58.6	57.0	57.7
结实粒(粒/穗)	45.4	47.6	53.3	49.9	47.5	46.4
空秕率%	15.3	10.5	12.6	14.2	15.8	18.1
千粒重(克)	24.5	24.1	24.4	23.7	24.6	24.6

注：此数据为区推广站和农学院数据的平均值。

同时从表 6 中还看出抽穗过早在 7 月 21 日前除千粒重高外, 其他穗部性状也较差, 尤其空壳率比 8 月 6—10 日抽穗的还高。

另外如前所述宁夏稻区灌浆的临界期在9月20日左右，而从四年的多点试验也看出，我区水稻从齐穗到正常成熟，最少的需要40天，最多的达50天，大部分需要44—47天。按此计算也需要在8月5日以前齐穗。

表 9

市 县	月 旬	4		5		6		7		8		9				
		下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中			
贺 兰 县		13.5	14.7	16.3	18.8	19.6	21.4	22.0	22.2	23.7	23.6	23.5	21.8	20.0	17.8	15.7
银 川 市		13.7	14.9	16.6	19.0	19.9	21.9	22.3	22.4	23.8	23.5	23.4	21.8	19.9	17.8	15.8
永 宁 县		13.7	14.7	16.0	18.2	18.9	20.9	21.4	21.4	23.0	23.3	23.2	21.5	19.6	17.4	15.4
灵 武 县		13.9	15.1	16.7	18.8	19.7	21.8	22.2	22.1	23.6	23.5	23.5	21.7	20.0	17.6	15.6
青 铜 峡 县		14.0	14.9	16.3	18.4	19.2	21.3	21.6	21.7	23.3	23.2	23.3	21.4	19.6	17.4	15.3
吴 忠 县		13.9	14.9	16.3	18.3	19.0	21.2	21.6	21.7	23.5	23.4	23.4	21.5	19.8	17.5	15.6
中 卫 县		13.7	14.8	16.0	17.9	18.8	20.8	21.1	21.1	23.0	23.0	23.0	21.3	19.2	17.2	15.1
中 宁 县		14.2	15.5	16.9	18.7	19.5	21.8	21.8	21.9	23.9	23.7	23.9	21.9	19.8	17.8	15.8

(1) 全生育期和齐穗期到成熟的积温下限。