

北方水稻

栽培研究与实践

BEIFANG SHUIDAO ZAIPEI YANJIU YU SHIJIAN

王成瑗 等 著



 中国农业出版社

非外借



北方水稻栽培研究与实践

王成瑗 等 著

中国农业出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

北方水稻栽培研究与实践/王成瑗等著. —北京:
中国农业出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-109-22532-9

I. ①北… II. ①王… III. ①水稻栽培 IV.
①S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 305799 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 张川奇

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 14.625 插页: 4

字数: 415 千字

定价: 45.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



内容提要

本书针对我国北方水稻生产实际,结合多年的研究成果与生产中出现的问题,在总结了作者 30 多年来对北方水稻栽培理论与试验结果的基础上编写而成。全书共分 6 章,其中第一章介绍了栽培环境与水稻产量及稻米品质的关系,在试验地区的土壤环境下重点论述了温度(气温、水温)、日照、水分对产量与稻米品质的影响;第二章分析了栽培措施对水稻产量与稻米品质的关系,从品种、苗期栽培措施、本田栽培措施和收获时期与产量和稻米品质的关系等方面进行了论述;第三章重点对氮、磷、钾肥料用量、施用时期、施用比例以及对水稻生长发育、生理特性、产量、产量性状和稻米品质的影响进行了分析;第四章以氮、磷、钾肥料用量为基础,测定了茎秆、叶片、叶鞘、穗的氮、磷、钾、铜、铁、锰、锌等元素含量,分析了氮、磷、钾肥料用量对植株各器官元素含量的影响以及各种器官(茎秆、叶片、叶鞘、穗)的元素含量(氮、磷、钾、铜、铁、锰、锌)对产量、产量性状及稻米品质的影响;第五章测定并分析了水稻不同穗位、粒位籽粒的灌浆特性,品种、氮磷钾肥料、插秧密度对灌浆速率的影响,灌浆期籽粒中内源激素(IAA、GA₃、ZR、ABA)含量及对灌浆速率的影响;第六章在总结密植栽培与稀植栽培优、缺点的基础上,介绍了株、行距配置对所构建群体的生育、产量性状及产量的影响,提出了集密植栽培和超稀植优点于一体的不等株行距插秧方式(混合稀植),并利用计算机辅助的方法筛选出了与株、行距配套的主要农艺措施。

著 者

- | | |
|-----|-----------------------|
| 王成瑗 | 研究员 (吉林省通化市农业科学研究院) |
| 张文香 | 研究员 (吉林省通化市农业科学研究院) |
| 周广春 | 研究员 (吉林省农业科学院水稻研究所) |
| 赵 磊 | 研究员 (吉林省通化市农业科学研究院) |
| 王伯伦 | 教授 (沈阳农业大学农学院) |
| 侯文平 | 副研究员 (吉林省通化市农业科学研究院) |
| 全东兴 | 研究员 (吉林省农业科学院水稻研究所) |
| 赵秀哲 | 副研究员 (吉林省通化市农业科学研究院) |
| 于亚彬 | 助理研究员 (吉林省通化市农业科学研究院) |
| 孟维韧 | 副研究员 (吉林省农业科学院水稻研究所) |
| 高良文 | 技师 (吉林省通化市农业科学研究院) |
| 黄 文 | 研究员 (吉林省通化市农业科学研究院) |
| 韩 霖 | 助理研究员 (吉林省通化市农业科学研究院) |

前言

水稻是我国的第一大粮食作物，我国有 65% 以上的人口以稻米为主食，东北地区水田面积就有 377.8 万公顷，占全国粳稻面积的 44.6%，东北也是国内粮食的主产区。而东北地处寒温带，虽然土质肥沃，但是无霜期短，有效积温较低，日照时间长，水稻生育前期升温慢，生育后期降温快，初霜早，低温冷害频发，严重地限制了水稻生产。自 20 世纪 70 年代始，原吉林省通化市农业科学研究所（现通化市农业科学研究院）水稻栽培研究团队，经过多年的研究与试验，先后研究并推广了以提高秧苗素质为主的“水稻早育苗技术”、以早熟品种为中心的“水稻三早超稀植栽培技术”、以大穗型品种营养土育苗和大垄双行为主体的“水稻大、养、稀栽培技术”和集密植栽培与超稀植栽培优点于一体的“水稻混合稀植栽培技术”等科研成果，总结出了一系列适合于我国北方水稻生产的栽培技术。随着人民生活水平的不断提高和市场对高品质食材的需求，北方水稻生产也由过去的高产栽培逐步向优质栽培转移。所以，北方的水稻栽培在保证目前产量水平的前提下，以提高稻米品质为目标，向着优质、无公害、有机栽培和优良食味的方向发展。

笔者在参加并完成了“水稻三早超稀植栽培技术”和“水稻混合稀植栽培技术”等科研成果研究的基础上，从 20 世纪 80 年代开始，进行了氮肥用量、施用时期、施用比例及水稻高产群体的生育指标探索，并进行了灌溉水温度对水稻产量、成熟期和成熟率影响等试验研究；90 年代末，师从吉林农业大学王运波教授（现佛山大学农学院），完成了“粳稻品种主要产量性状的遗传及与产量关系”的试验与研究；21 世纪初，在沈阳农业大学博士生导师王伯伦教授的指导下，完成了“栽培环境与措施对水稻产量与品质的影响”的研究工作；并以产量和稻米品质为重点，补充了播种量、育苗方式、插秧时期、插秧期叶龄、穴插秧棵数及收获时期等栽培措施与产量和品质的关系等内容。《北方水稻栽培研究与实践》汇集了笔者 30 多年在北方水稻

栽培方面的试验与研究成果,旨在与水稻栽培界的同行分享与探讨北方水稻的高产、优质栽培技术,达到水稻高产优质兼顾之目的。

《北方水稻栽培研究与实践》一书是编写者结合吉林省水稻生产实践中存在的问题及北方水稻的现状与发展趋势,进行了大量试验、测定等相关研究工作,并在查阅了大量文献、书籍的基础上,借鉴了前人的研究成果编写而成。本书从生产实际出发,通过栽培环境、栽培措施、氮磷钾肥料、植株元素含量、不同穗位及粒位灌浆特性与内源激素含量、株行距配比与水稻产量和品质等方面进行了翔实的论述,本书也是对笔者35年水稻栽培研究工作的一个总结,把它整理出版,与水稻栽培界的同行分享。由于水稻生产是一个复杂过程,受环境、土壤、技术措施与实施日期及生产环节等多方面的影响,加之部分试验是在作者单位(吉林省通化市农业科学研究院)完成,在学术观点、试验数据整理与统计、试验结果分析过程中,难免会出现遗漏与误谬,笔者仅借此书与学术界同行进行交流与商榷,不足之处恳请读者指教。

本书在试验及编写过程中得到了通化市农业科学研究院领导、沈阳农业大学王伯伦教授(导师)、黑龙江省农业科学院水稻研究所潘国君研究员(所长)、农业部专家严光彬研究员等的大力支持。品质、元素、内源激素及光合测定得到了中国科学院长春地理与农业生态研究所宋凤斌、杨福研究员;吉林农业大学孙长占、马景勇教授、沙录(2007届研究生);吉林省白城市农业科学院闫喜东、杨富军研究员及通化市农业科学研究院化验中心全体同志的大力支持与帮助。田间试验及室内测定由课题组成员共同努力完成。此书还得到了国家“863”计划项目(优质、多抗、高产、高效北方粳稻品种选育及改良)、国家现代农业产业技术体系项目、吉林省现代农业产业技术体系项目、吉林省农业科技创新工程重大产业技术领域关键技术研究项目、通化市科技发展项目等的资助,在此一并表示谢意。

由于水稻高产、优质栽培涉及面广,生产环节复杂,技术性强,编者受学识水平和生产经验所限,加之时间仓促,书中遗漏和错谬之处在所难免,恳请同行与读者给予批评指正。

王成琰

2016年10月

目 录

前言

第一章 栽培环境对水稻生育、产量及稻米品质的影响..... 1

第一节 温度、日照对水稻生育的影响..... 2

一、不同熟区积温、光照与降水量..... 2

二、积温、日照对出穗期的影响..... 4

三、积温对水稻生育期的影响..... 7

四、水温对水稻生育的影响..... 8

五、水稻生育积温指标 13

第二节 积温、日照对水稻产量与稻米品质的影响 19

一、各生育阶段积温对产量及产量性状的影响 20

二、各生育阶段日照对产量及产量性状的影响 24

三、积温、日照与稻米品质的关系 26

第三节 水分对水稻生育、产量及稻米品质的影响 28

一、干旱胁迫时期与土壤水势试验设计 29

二、干旱时期对水稻产量及产量性状的影响 30

三、不同生育阶段干旱胁迫对稻米品质的影响 41

四、土壤干旱胁迫对水稻生长发育的影响 47

第二章 栽培措施对水稻产量与稻米品质的影响 58

第一节 品种类型与产量和稻米品质的关系 58

一、品种类型及产量与稻米品质 59

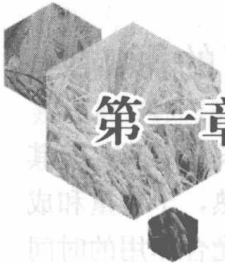
二、产量、产量性状与品质性状间的关系 67

三、品种类型与产量、稻米品质的关系	71
第二节 苗期栽培措施与水稻产量和稻米品质的关系	72
一、播种量与秧苗素质、产量和稻米品质的关系	72
二、育苗方式与秧苗素质、产量及稻米品质的关系	80
第三节 播种、插秧期与水稻产量和稻米品质的关系	88
一、延迟播种、延期插秧对产量及稻米品质的影响	88
二、适期播种、延期插秧对产量与稻米品质的影响	94
三、插秧期叶龄对产量和稻米品质的影响	101
第四节 本田栽培措施与产量和稻米品质的关系	106
一、穴插秧棵数对产量与稻米品质的影响	106
二、栽培密度对产量与稻米品质的影响	115
三、收获时期对产量与稻米品质的影响	127
第三章 氮、磷、钾肥料对水稻生育、产量及稻米品质 的影响	146
第一节 氮、磷、钾肥施用时期、用量与比例	146
一、氮、磷、钾肥的施用时期	147
二、氮、磷、钾肥的施用量	149
三、各生育时期氮、磷、钾肥的施用比例	152
第二节 氮、磷、钾用量对水稻生育的影响	155
一、氮肥用量对水稻生理特性的影响	156
二、磷肥用量对水稻生理及生育特性的影响	163
三、钾肥用量对水稻生理及生育特性的影响	169
第三节 氮、磷、钾用量对产量及产量性状的影响	175
一、氮肥用量对水稻产量及产量性状的影响	175
二、磷肥用量对水稻产量及产量性状的影响	182
三、钾肥用量对水稻产量及产量性状的影响	184
第四节 氮、磷、钾肥用量与稻米品质的关系	187
一、氮肥用量对稻米品质的影响	187
二、磷肥用量对稻米品质的影响	190

三、钾肥用量对稻米品质的影响	193
第四章 水稻植株各种器官元素含量与产量及稻米品质的关系	197
第一节 氮、磷、钾肥料用量与植株氮、磷、钾含量的关系	197
一、产量形成期植株元素含量的试验与研究方法	197
二、氮、磷、钾肥用量对产量形成期各种器官含氮量的影响	200
三、氮、磷、钾肥用量对产量形成期各种器官含磷量的影响	214
四、氮、磷、钾肥用量对产量形成期各种器官含钾量的影响	227
第二节 氮、磷、钾肥料用量与植株微量元素含量	242
一、氮、磷、钾肥料用量对各器官含铜量的影响	242
二、氮、磷、钾肥料用量对各种器官含铁量的影响	249
三、氮、磷、钾肥料用量对各器官锰含量的影响	256
四、氮、磷、钾肥料用量对各器官含锌量的影响	264
五、不同生育阶段各种器官元素含量的比较	272
第三节 各器官元素含量对水稻产量及产量性状的影响	274
一、各种器官含氮量与产量及产量性状的关系	274
二、各种器官含磷量与产量及产量性状的关系	276
三、各种器官含钾量与产量及产量性状的关系	279
四、各种器官铜、铁、锰、锌含量与产量及产量性状的关系	282
第四节 各种器官元素含量与稻米品质的关系	286
一、各种器官含氮量与稻米品质的关系	286
二、各种器官含磷量与稻米品质性状的关系	290
三、植株含钾量与稻米品质性状的关系	293
四、氮、磷、钾含量与稻米品质性状的关系	296

第五节 植株及籽粒中铜、铁、锰、锌含量与产量及 稻米品质的关系	298
一、籽粒中营养元素含量与产量及稻米品质的关系	298
二、成熟期各种器官元素含量与籽粒元素含量的关系	299
第五章 水稻灌浆特性与内源激素含量的关系	302
第一节 不同穗位与粒位籽粒的灌浆速率	303
一、试验设计与测定方法	303
二、氮肥用量与灌浆速率	305
三、不同穗位籽粒的灌浆特性及差异	307
四、不同粒位的灌浆特性及差异	314
五、不同穗位与粒位灌浆特性分析	323
第二节 品种、栽培措施与水稻灌浆速率	325
一、不同类型、熟期品种的千粒重及灌浆速率差异	325
二、氮肥用量与灌浆速率及差异	337
三、磷肥用量与灌浆速率及差异	343
四、钾肥用量与灌浆速率及差异	350
五、栽培密度与灌浆速率及差异	357
第三节 籽粒形成期内源激素含量及动态变化	368
一、研究方法	369
二、测定方法	369
三、氮肥对 ZR、GA ₃ 、IAA 和 ABA 含量的影响	372
四、磷肥对 ZR、GA ₃ 、IAA 和 ABA 含量的影响	376
五、钾肥对 ZR、GA ₃ 、IAA 和 ABA 含量的影响	381
六、ZR、GA ₃ 、IAA 和 ABA 比值及变化	385
七、ZR、GA ₃ 、IAA 和 ABA 含量与产量和稻米 品质的关系	388
第六章 株、行距配置与水稻生育及产量的关系	397
第一节 水稻栽培形式、插秧密度及特点	397

一、水稻密植栽培的特点	398
二、超稀植栽培的特点	399
三、稀植栽培优缺点	400
第二节 不等株、行距插秧的增产机理	400
一、边行效应及其增产效果	400
二、不同株、行距搭配及其与产量及产量性状的关系	403
三、不等株、行距搭配高产组合的筛选	407
四、不等株、行距插秧（混合稀植栽培）的增产机理	421
第三节 不等株、行距插秧群体的生育规律及产量构成	425
一、混合稀植栽培群体的营养生长规律	426
二、不等株、行距插秧（混合稀植）群体的产量构成	432
第四节 高产群体的株、行距配置与配套措施	435
一、中熟品种株、行距与主要农艺措施	435
二、中晚熟品种株、行距与主要农艺措施	441
三、晚熟品种株、行距配置与主要农艺措施	447



第一章

栽培环境对水稻生育、产量及稻米品质的影响

水稻生长在复杂的农田生态环境中，产量与品质受许多因素影响，其中品种的遗传因素对水稻产量和品质影响较大。另一影响较大的因素是环境因子，包括气候、土壤、水资源等。在环境因子中，温度对水稻产量和品质影响较大，特别我国东北稻区是低温冷害发生较频繁的地区，水稻营养生长期温度低，会产生延迟性低温冷害，插秧后秧苗生长缓慢，出穗期推迟，常出现贪青晚熟等现象。孕穗期低温会导致生理障碍，不能形成正常花粉，产生空粒。籽粒成熟期低温，籽粒灌浆速度缓慢，遇到霜冻后，籽粒成熟率下降，碎米、裂纹米增多，垩白率、垩白度上升。由低温造成的水稻生育、生理和成熟障碍都会导致产量和品质下降。

光照对水稻生育和产量也有影响，营养生长期光照时数增多，植株生长量增大，干物质积累量大，生物产量提高；籽粒形成期光照充足，光合生产率高，不仅可以提高水稻产量，而且还可以提高籽粒的饱满粒率和充实度，进而提高稻米的加工品质。

水不仅是水稻生长的基本条件，也是制约水稻生产的关键因素，并且是对水稻产量和品质影响较大的环境因子。近几年来，由于稻米价格相对提高，水田超限度开垦，旱改水数量增加，地下水资源日趋匮乏。加上生态系统的失衡，气候变暖，气温升高，降雨不均，北方稻区春旱、夏旱、秋旱频繁发生，严重地制约了水稻生产。这些因素不仅影响水稻的产量，而且影响稻米的外观品质、营养品质和适口性。

第一节 温度、日照对水稻生育的影响

水稻是喜温短日照作物，温度低生育延迟，生长量下降，尤其是营养生长期温度低，出穗期推迟，会造成贪青晚熟，千粒重和成熟率下降，产量降低；水稻生育期间累计光照少，光合作用的时间减少，光合生产率低，干物重增长速度慢，生物产量下降，不仅稻谷产量降低，而且还会导致稻米品质下降。

一、不同熟区积温、光照与降水量

在水稻品种区划中，常把一个行政区按照活动积温 ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) 划分为多个熟区，即：极早熟区、早熟区、中熟区、中晚熟区和晚熟区。以吉林省为例：早熟区生育积温 $\leq 2\ 650^{\circ}\text{C}$ ；中熟区 $2\ 700 \sim 2\ 750^{\circ}\text{C}$ ；中晚熟区 $2\ 750 \sim 2\ 800^{\circ}\text{C}$ ；晚熟区 $2\ 800^{\circ}\text{C}$ 以上；年度间虽有变化，总体差异不大。我们在研究温度、光照对水稻产量与品质的影响试验中，早熟区选择了白山市，中晚熟区梅河口市，晚熟区集安市。采用统一育苗、同期插秧、相同土壤与管理措施，利用盆栽的方法，分析温度、光照对水稻生育、产量及品质的影响。

北方稻区的苗期多为保护地栽培（塑料薄膜育苗），苗期棚内温度高于气温，试验证明水稻苗期（秧龄 35d）棚内积温可以达到 500°C 以上。基于不同地区苗期温度之差异，采取统一育苗的方法，5 月 25 日分别在各熟区插秧，统计了各熟区插秧至收获的活动积温、日平均温度、日照与降水量（表 1-1），研究总结本田期水稻生育与积温、光照对水稻生育、产量及品质的影响。

（一）积温

由表 1-1 可以看出，早熟区（白山）插秧（5 月 25 日）至收获（9 月 25 日）积温为 $2\ 274.60 \sim 2\ 343.30^{\circ}\text{C}$ ，2 年平均积温为 $2\ 308.95^{\circ}\text{C}$ ，日平均温度 18.77°C ；中晚熟区（梅河口）积温为 $2\ 484.90 \sim 2\ 497.50^{\circ}\text{C}$ ，2 年平均 $2\ 491.20^{\circ}\text{C}$ ，日平均温度 20.25°C ；晚熟区（集安）积温为 $2\ 533.40 \sim 2\ 582.80^{\circ}\text{C}$ ，2 年平均

积温为 2 558.10℃，日平均温度 20.80℃；2 年平均值晚熟区比中晚熟区积温高 66.90℃，日平均温度高 0.55℃，2 年平均积温比早熟区高 249.15℃，日平均温度高 2.03℃；中晚熟区比早熟区平均积温高 182.25℃，日平均温度高 1.48℃。

表 1-1 试验地点及积温、光照统计表

年份	试验地点	积温 (℃)	日平均 温度 (℃)	降水量 (mm)	累计日照 时数 (h)	日平均 日照 (h)
2003	白山	2 274.60	18.49	471.10	724.00	5.89
	梅河口	2 484.90	20.20	522.30	842.30	6.85
	集安	2 533.40	20.60	649.30	795.00	6.46
2004	白山	2 343.30	19.05	590.20	765.90	6.23
	梅河口	2 497.50	20.30	592.70	898.70	7.31
	集安	2 582.80	21.00	892.70	755.70	6.14
2 年 平均值	白山	2 308.95	18.77	530.65	744.95	6.06
	梅河口	2 491.20	20.25	557.50	861.50	7.08
	集安	2 558.10	20.80	771.00	775.35	6.30

(二) 日照

3 个熟区光照表现为：早熟区累计日照时数为 724.00～765.90h，2 两年平均值 744.95h，平均日照 6.06h；中晚熟区累计日照时数 842.30～898.70h，2 年平均 861.5h，平均日照 7.08h；晚熟区累计日照 755.70～795.00h，2 年平均 775.35h，平均日照 6.30h。中晚熟区日照时数最多，比早熟区高 116.55h，比晚熟区高 86.15h，晚熟区比早熟区高 30.40h。

(三) 降水

3 个熟区的降水量分别是：早熟区 471.10～590.20mm，2 年平均值 530.65mm；中晚熟区 522.30～592.70mm，2 年平均 557.50mm；晚熟区 649.30～892.70mm，2 年平均 771.00mm。降水量以晚熟区最高，2 两平均晚熟区比早熟区高 240.35mm，比中晚熟区高 213.50mm，中晚熟区比早熟区只增加

了26.85mm。

二、积温、日照对出穗期的影响

(一) 不同熟区的出穗期及其差异

在水稻生育期间若温度高、日照短，则出穗早、成熟早，生育期缩短。从表 1-2 可以看出，同一地区年度间，由于温度和光照之差异，出穗期亦有差异。相同品种（其中通 95-74、通系 103、通 88-7 为中熟品种，五优 1 号、农大 3 号、九稻 22 为中晚熟品种）年度间出穗期相差 0~8d，其中早熟区：中熟品种相差 6~7d，中晚熟品种相差 4~7d；中晚熟区：中熟品种除通 95-74 相差 8d 外，其他品种相差 0~1d，中晚熟品种相差 1~2d；晚熟区：中熟品种相差 2~4d，中晚熟品种相差 2~3d。早熟区>晚熟区>中晚熟区，2004 年日平均温度高于 2003 年，出穗早于 2003 年，尤其是早熟区和晚熟区尤为明显。虽然插秧期、秧苗素质、土壤和栽培管理措施相同，由于插秧至成熟的积温、日平均温度、光照之差异，导致了出穗期的不同。插秧到出穗日平均温度低，出穗期延迟。

表 1-2 各试验点参试品种的出穗期

年度	品种名称	相同熟区出穗期及差异			熟区间出穗期差异 (d)		
		早熟区 (月/日)	中晚熟区 (月/日)	晚熟区 (月/日)	早熟区与 中晚熟区	早熟区与 晚熟区	中晚熟区与 晚熟区
2003	通 95-74	8/12	7/30	7/26	13	17	4
2004	通 95-74	8/5	8/1	7/23	4	13	9
	出穗期差异 (d)	7	8	3	4~13	13~17	4~9
2003	通系 103	8/8	7/26	7/21	13	18	5
2004	通系 103	8/2	7/27	7/19	6	14	8
	出穗期差异 (d)	6	1	2	6~13	14~18	5~8
2003	通 88-7	8/8	7/27	7/22	12	17	5
2004	通 88-7	8/2	7/27	7/18	6	15	9
	出穗期差异 (d)	6	0	4	6~12	15~17	5~9

(续)

年度	品种名称	相同熟区出穗期及差异			熟区间出穗期差异 (d)		
		早熟区 (月/日)	中晚熟区 (月/日)	晚熟区 (月/日)	早熟区与 中晚熟区	早熟区与 晚熟区	中晚熟区与 晚熟区
2003	五优 1 号	8/12	8/3	7/26	9	17	8
2004	五优 1 号	8/5	8/1	7/24	4	12	8
	出穗期差异 (d)	7	2	2	4~9	12~17	8~8
2003	农大 3 号	8/11	8/2	7/28	10	14	5
2004	农大 3 号	8/7	8/3	7/25	4	13	8
	出穗期差异 (d)	4	1	3	4~10	13~14	5~8
2003	九稻 22	8/13	8/4	7/29	9	15	6
2004	九稻 22	8/6	8/3	7/26	3	11	8
	出穗期差异 (d)	7	1	3	3~9	11~15	6~8

在 3 个不同熟区出穗期相差 3~18d, 相邻熟区 (晚熟区与中晚熟区、中晚熟区与早熟区) 差异 3~13d, 隔熟区 (晚熟区与早熟区) 差异 11~18d。早熟区与中晚熟区出穗期相差 3~13d, 其中中熟品种相差 4~13d, 中晚熟品种相差 3~10d; 中晚熟区与晚熟区出穗期相差 4~9d, 其中中熟品种相差 4~9d, 中晚熟品种相差 5~8d; 晚熟区与早熟区差异更大, 其中中熟品种相差 13~18d, 中晚熟品种相差 11~17d。总体看, 年度间气温高, 出穗早, 日平均气温低, 出穗晚。晚熟区 (集安) 气温高, 出穗早, 成熟早; 早熟区 (白山) 气温低, 出穗晚, 成熟晚; 中晚熟区 (梅河口) 介于两者之间, 各试验区出穗期见表 1-2。

(二) 不同熟区插秧至出穗期所需积温

从插秧到出穗的积温看, 早熟区积温值最高, 2003 年日平均温度低于 2004 年, 各品种插秧到出穗的积温高于 2004 年, 晚熟区日平均温度高, 插秧到出穗积温低, 中晚熟区介于两者之间。从表 1-3 可以看出, 相同熟区内年度间差异较小, 2003 年中熟品种在晚熟区插秧到出穗需要积温 1 202.30~1 318.10℃, 中晚熟品种