

谷子研究新进展

古世禄 等著

中国农业科技出版社

谷子研究新进展

古世禄 等著

中国农业科技出版社

(京) 新登字 061 号

图书在版编目 (GIP) 数据

谷子研究新进展/古世禄等著. —北京: 中国农业科技出版社, 1996. 5

ISBN 7-80119-196-X

I. 谷… II. 古… III. 谷子-研究-进展 IV. S515

中国版本图书馆 GIP 数据核字 (96) 第 06643 号

责任编辑

出版发行

经 销

印 刷

开 本

印 数

版 次

定 价

高湘玲

中国农业科技出版社

北京海淀区白石桥路 30 号 邮政编码 100081

新华书店北京发行所发行

北京印刷学院印刷厂

850×1168 毫米 1/32 印张: 10.15625

1-1050 册 字数: 260 千字

1996 年 5 月第一版 1996 年 5 月第一次印刷

26.00 元

序

山西省是我国谷子主产区之一，播种面积占全国的 13.2%，谷子生产和科研发展很快，单位面积产量比全国平均水平高出 15.7%，总产量占全国的 15.3%，同时涌现出许多高产典型和劳动模范，闻名全国的壶关县晋庄谷子高产经验，就是其中的一个。在谷子科研方面，山西省农业科学院作物遗传研究所取得了丰硕的成果。

本书作者古世禄同志，毕业于山西农学院，是解放后在党的培养教育下成长起来的国内知名的谷子专家，尤其是在谷子栽培、生理、遗传等方面造诣很深。现任山西省农业科学院作物遗传研究所的书记、副所长、研究员，山西省作物学会副理事长，中国作物学会粟类作物专业委员会委员，全国“七五”、“八五”谷子攻关专家组成员。已被编入《中国专家名人辞典》和美国《The International Directory of Distinguished Leadership》。美国传记研究所还授予他有杰出身份和名誉职位的研究委员会顾问（Research board of Advisors）。在他的主持下，1961~1962 年在长治杂粮研究所建立了全国第一个谷子栽培生理实验室，一方面深入农村，总结农民种谷经验，一方面开展谷子高产的水分生理、营养生理、光合生理及抗病生理的研究。1965 年以山西省农业科学院的名义总结了全省谷子增产技术经验，并参加起草了全国谷子丰产科学技术总结。80 年代以后，主持了国家“七五”、“八五”谷子攻关项目的专题、子专题和省科委重点课题。在国内首次揭示了谷子器官建成规律、产量形成规律和结实规律；证明了中国谷子营养价值居禾谷类作物之首；并不断开拓新的研究领域，查明谷子蛋白质、脂肪的遗传规律。发表了近百万字的研究论著和译著。参加主编、编写了《中国谷子栽培学》、《谷子新品种选育技术》和

《谷子育种学》等学术著作6部。在取得的研究成果中，有3项获得了省二等奖以上的奖励。

剖析他的成功之路，是一条“实践、认识（理论）、再实践、再认识（理论）”的道路。从事谷子研究35年来，他坚持实践第一的观点，坚持理论与实践相结合，坚持服务于生产的研究方向，长期深入农村，蹲点搞样板田、试验田、示范田、丰产方。根据生产的需要，研究问题，提出理论，再回到生产中去示范，接受实践的检验。因此，他取得的成果既有较高的理论水平，又有广泛的实用性。这是一位老科技工作者所走过的道路，也是新一代青年科技工作者应该遵循的原则。

在本书出版之际，看到了作者硕果累累，十分高兴，欣慰之余，特地写了上面这些话，权代序言，并表示热烈祝贺！热切希望我国谷子科研事业兴旺发达，谷子生产进一步提高，为实现党中央提出的“九五”计划和跨世纪目标作出更大的贡献。

山西省农业科学院
党委书记、研究员

牛西午

1996年元月

前 言

谷子(粟)是起源于我国的古老作物,耐旱性强,适应性广,在我国栽培历史悠久。在历史上,它曾经养育了炎黄子孙;在今天,仍然是我国半干旱地区的重要作物。谷子,学名 *Setaria italica* (L.) Beauv. 是粟类作物(millets)中的一个种,约占粟类作物的24%,其中90%以上栽培于我国(联合国世界粮农组织统计资料)。因此,中国对谷子的研究,在世界上占有举足轻重的地位。

我国劳动人民在长期的生产实践中,对谷子栽培积累了极其丰富的经验。我们从60年代初开始,便深入农村总结劳模的种谷经验。35年来,始终坚持“实践—认识—再实践—再认识”的原则,从生产实践中寻找和发现问题,进行科学研究,概括规律,抽象理论,再回到生产实践中去检验,经过多次反复,不断完善,得出具有普遍意义的理论规律,受到同行的广泛赞誉。例如,60年代我们总结了晋东南劳模的普遍经验后,再次深入到壶关县晋庄村蹲点搞样板田,开展科学试验,进一步总结经验,使其科学化、规律化,并首次向全国推荐,推动了整个谷子生产。80年代,我们又深入到吕梁、晋中中山地区调查研究。在此基础上承担了山西省科委重点项目“旱地谷子高产栽培技术研究”,通过所内外结合,数十次的反复试验,研究成功了谷子结实规律及防秕增粒高产技术,后又以此成果参加了“山西省以粮为主大面积高产示范区”(简称六六六工程),得到了大面积推广应用。就这样,反复进行试验,反复实践检验,取得了重大科技成果,获省科技进步二等奖、省星火科技特等奖。随着市场经济的深入发展,为适应市场的需求,我们又承担了国家“七五”、“八五”攻关的课题,深入研究了谷子营养品质、蛋白质和脂肪含量的遗传规律,为谷子

产后进一步深加工和品质育种提供理论依据，开拓了新的研究领域和途径，居国内领先水平，受到专家和广大科技工作者注目。因此，我们认为，实践是检验真理的唯一标准，也是创立科学理论的源泉，人类对自然规律的认识是无止境的，科学研究也应该不断探索，不断发展。

回顾 35 年来的历程，我们从总结劳模生产经验，发展到建立具有自身特点的科学理论和技术体系。取得了科研成果 9 项，其中获省科技进步奖、省科技星火奖等 5 项，全国农业博览会银奖一项。在国家级和省级学术刊物上发表学术论文 70 多篇，其中，获省以上优秀学术论文奖近 30 篇，部分论文被国际权威刊物《Biological Abstracts》、《Sorghum and millets abstracts》，及《AGRINDEX》等收录。为生产提供了旱地谷子高产栽培技术、谷子防秕增粒高产技术、谷豆分带种植高产高效技术和谷子喷硼增产技术等 4 项实用技术，以及晋谷 17 号、珍珠黄小米等 4 个优良品种，从而提高了谷子生产的科技含量，促进了谷子生产的科技进步，取得了显著的经济效益，受到了各级领导的肯定和支持。

在“九五”计划来临之际，现选录 40 篇已经发表和尚未发表的有代表性的学术论文，冠以《谷子研究新进展》，由中国农业科技出版社付梓，奉献给广大读者。内容主要包括种苗生理，生长发育，产量形成，结实规律，需水规律，需肥规律，营养品质，遗传和高产栽培等。基本上反映了我们 35 年来所走过的研究道路，也大体上反映了 80 年代以来我们的研究进展和理论水平。我们唯一的希望，是通过本书的出版，能引起各级领导、同行专家和广大科技工作者对谷子这一古老作物的关注和重视，并使我们的研究成果在发展旱作农业中有所补益。

在本书出版过程中，得到了中国农业科技出版社、山西省农业科学院作物遗传研究所领导和专家的大力支持。特别是山西省农业科学院党委书记牛西午研究员在百忙之中为本书撰写序言，在此一并表示感谢。

由于作者水平所限，缺点和错误之处在所难免，敬请各位专家和广大读者斧正。

古世禄

1996年元月于太原

目 录

生长发育

- 春谷（粟）不同阶段生长中心的研究 古世禄（1）
- 温度与谷子生长发育关系的研究 古世禄 独俊娥（6）
- 谷子花粉母细胞减数分裂与植株抽穗进程关系的研究
..... 邢茂生 古世禄（18）
- 谷子幼穗分化与田间管理 古世禄（23）
- 谷子（粟）籽粒灌浆过程中粒重分布的研究 古世禄（32）

种苗生理

- 土壤水分胁迫对谷子（粟）成苗的影响
..... 马建萍 古世禄（38）
- 谷子种苗生理与全苗技术 古世禄（45）
- 间苗时期对谷子幼苗生长及生理过程的影响 古世禄（53）
- 遮光对谷子幼苗生长及其生理的影响 古世禄（61）
- 谷子壮苗的生理特点及培育 古世禄（68）

产量形成

- 谷子（粟）产量构成因素主次关系的研究 古世禄（75）
- 谷子（粟）产量形成时期研究 古世禄（79）
- 谷子抽穗后干物质积累与运转及不同叶位叶片
对产量的作用 古世禄（85）
- 谷子产量形成生理分析 古世禄（89）
- 种植方式对谷子产量形成的影响 古世禄（100）

结 实

- 谷子(粟)结实规律研究 古世禄 (108)
- 库源比对谷子(粟)结实的影响
..... 古世禄 马建萍 独俊娥 (115)
- 光照条件及无机营养对谷子(粟)结实的影响
..... 古世禄 马建萍 独俊娥 (124)
- 土壤水分对谷子(粟)结实的影响及其生理效应
..... 古世禄 马建萍 独俊娥 (132)
- 温度条件对谷子(粟)结实的影响及生理基础
..... 古世禄 马建萍 独俊娥 (141)
- 生长调节剂 784-1 对谷子(粟)结实的效应
..... 古世禄 马建萍 独俊娥 (150)

需水规律

- 谷子需水规律研究 古世禄 (155)
- 谷子(粟)需水规律生理分析 古世禄 (160)

营养特性

- 谷子(粟)营养及施肥的生理效应 古世禄 (171)
- 硼对谷子的作用及其增产效果 古世禄 独俊娥 (182)

营养品质

- 中国谷子蛋白质氨基酸组成的研究 古世禄 刘 厦 (193)
- 山西省谷子品种蛋白质、脂肪含量及其
相互关系的研究 古世禄 刘子坚 李凌雨 (202)
- 温度和土壤水分对谷子蛋白质质量的影响 古世禄 (209)

遗 传

春谷杂种蛋白质含量的遗传分析

..... 古世禄 刘 厦 刘子坚 (217)

春谷子粒脂肪含量的遗传效应

..... 古世禄 刘 厦 刘子坚 (227)

春谷主要形态性状与子粒蛋白质、脂肪含量

遗传相关的研究 刘子坚 古世禄 (235)

谷子(粟)杂种 F_2 代抗旱性的遗传分析

..... 古世禄 马建萍 刘子坚 独俊斌 秦 艳 (242)

高产栽培

谷子(粟)防秕增粒栽培技术研究 古世禄 (250)

谷子防秕增粒高产栽培技术在生产上的应用 古世禄 (258)

谷豆分带种植高产高效技术研究 古世禄 郭志利 (265)

谷豆分带种植对谷子生理过程的影响 ... 古世禄 郭志利 (273)

春谷“五喜五怕”的增产稳收经验

..... 刘 杰 古世禄 夏杏云 姜渊祥 (281)

吕梁丘陵地区谷子增产栽培技术

——离石县谷子生产考察 古世禄 (292)

提高晋中旱地谷子产量的措施 古世禄 张桂莲 (299)

其 它

谷子(粟)感染粟瘟病后体内糖氮代谢变化及

抗病生理的研究 古世禄 (308)

生长发育

春谷（粟）不同阶段生长中心的研究^①

古世禄

摘要 谷子苗期生长中心是根系建成。拔节以后生长中心转移到地上部生长，茎叶生长是这一时期的生长中心，同时幼穗分化紧张进行，生殖生长与营养生长对养分的竞争激烈。抽穗以后，营养生长逐渐停止，生长中心由开花受精，转向子粒建成。根据谷子不同时期生长中心的变化，可将谷子出苗后的田间管理划分为苗期管理、穗期管理和粒期管理，各期的生长中心不同，管理的主攻方向也不同。

关键词：谷子 生长发育 生长中心 田间管理

春谷的生长发育是由不同阶段组成的动态过程。研究不同阶段的生长特点，对探讨谷子生长发育规律，正确采取栽培措施，有重要的意义。现将我们的研究结果报告如下。

1 方法

试验是在两种不同栽培条件下进行的：（1）行距 40cm，浇水 2 次（孕穗、抽穗），追肥 2 次（拔节时每亩施硝酸铵 10kg、过磷酸钙 15kg，抽穗前每亩施硝酸铵 7.5kg），中耕 4 次（间苗、拔节、孕穗、抽穗）；（2）行距 33cm，浇水 1 次（孕穗），追肥 1 次（拔节到孕穗亩施硝酸铵 17.5kg，过磷酸钙 15kg），中耕 2 次（间苗、孕穗）。

供试品种晋谷 1 号，5 月 15 日播种，6 月 10 日间苗，亩留苗 2.6 万株。从 3 叶起每 10 天取样 1 次，拔节后 5~6 天取样 1 次。

^① 原载：《山西农业科学》1983（1）：15~17，有修改。1984 年被收入《Sorghum and millets Abstracts》，Vol. 9, No. 1~3: 111

每次取样 10 株，在室内对各器官的发生、发展进行观察、测定。

2 结果

2.1 不同时期地上部与地下部的关系

表 1 说明，谷子地上部和地下部的干重比值以拔节前最高，地下部为地上部的 85%~91%，到拔节期显著降低到 20%~23%，到抽穗至成熟只有 5%~9%。根重增长率和根数增长率都以拔节期最大，分别为 690.6%~761.81%和 156.9%~185.9%。往后

表 1 不同时期地上部与地下部的干重比

日 期	生育阶段	地上部 : 地下部	
		I	II
6 月 1 日	三叶期	1 : 0.85	1 : 0.91
6 月 20 日	拔节期	1 : 0.20	1 : 0.23
8 月 2 日	抽穗期	1 : 0.10	1 : 0.09
8 月 20 日	灌浆期	1 : 0.08	1 : 0.07
9 月 11 日	乳熟期	1 : 0.09	1 : 0.05
9 月 26 日	完熟期	1 : 0.09	1 : 0.05

注：I 和 II 为两种不同的栽培模式

逐渐降低，到抽穗时根重增长率仅为 17.6%~35.6%，根数增长率仅为 12.8%~14.6%。茎叶干重占总干重的比率以抽穗期最高，从拔节到抽穗，由 82.58%增加到 86.43%，抽穗后显著降低，灌浆到成熟只占 45.56%~69.72%。这说明，拔节以前根系的生长最活跃，是其生长中心；拔节到抽穗茎叶比重占绝对优势，是这个阶段的生长中心。另外，茎和叶的生长有一定的平行性，生长最快的时期都在抽穗前的 7 月 16 日至 27 日，叶面积日增长量为 31.58~33.37cm²，比拔节前大 5.7~8.6 倍，比抽穗后大 2.4~2.6 倍。茎秆日伸长量为 3.67~5.58cm，比拔节初大 6.3~8.6 倍，比抽穗后大 40.6%。这是谷子茎叶生长的一个显著特点（见

图 1)。

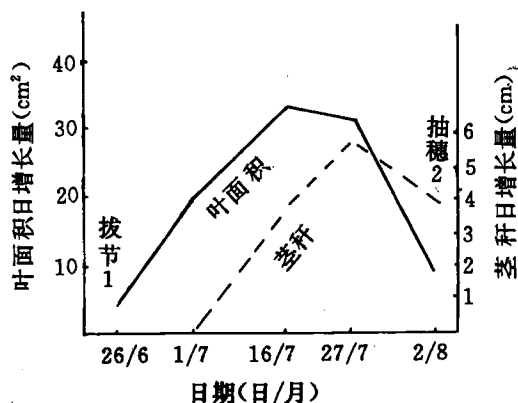


图 1 谷子茎叶生长的关系

2.2 幼穗分化与营养生长的关系

拔节后，在茎叶大量生长的同时，幼穗发育也在紧张地进行。幼穗发育与营养生长同时进行是这个阶段的另一显著特点。在生长锥伸长期，茎秆的生长量很小，营养体干重积累也少。枝梗的系统分化开始后，营养生长迅速增加，特别是雌、雄蕊分化时，茎秆的生长量达到最大程度，每昼夜伸长量平均为 4.99~6.17cm，单株地上部干重日积累量达 0.84~1.08g。以后茎秆伸长渐次降低，干物质积累继续增加，这对小穗小花发育极为重要。

显然，拔节到抽穗阶段，谷子体内生理代谢极为旺盛，生长中心是茎叶，尤其是叶面积的迅速发展，制造大量的有机营养物质，满足营养生长和生殖生长的需要。

2.3 开花与结实的关系

谷子抽穗后，营养器官生长极为缓慢，以至停止，进入完全的生殖生长阶段，生长中心是开花结实。谷子开花因小花在穗上着生部位不同而有先后之别。因此，外界条件及体内的营养状况也各不相同，结实率则各有高低，一般 8 月上旬气温 18~22℃，空

气相对湿度 80%~90%时,开花最多,结实率较高。在子粒形成阶段,以开花后 17~31 天粒重增长最快,每天每百粒增重 5.63~8.93mg (表 2),为结实的关键时期之一,必须充分保证水、肥、光、温条件,延长叶片寿命,提高光合能力,积累较多的营养物质并运转到穗部,加速子粒的建成。

表 2 谷子粒重增长的动态变化

开花后天数	7	12	17	24	31	38	46
粒 重	35.51	50.51	95.14	143.23	182.62	207.42	237.97
增 长 速 度	—	3.20	8.93	6.87	5.63	3.54	3.82
增长百分率	14.50	21.20	40.00	60.20	76.70	87.20	100.00

注:粒重单位为 mg/100 粒,增长速度单位为 mg/100 粒·日。

3 讨论

根据谷子各生育阶段的生长中心变化,可将出苗后的田间管理划分为苗期、穗期、粒期三个阶段。

3.1 苗期管理

从出苗到拔节这一阶段以根系建成为生长中心,管理的主攻方向应是适当控制地上部生长,促进根系发育,培育壮苗。实践证明^[1],在秋耕壮垡、三墒整地、施足底肥、精选良种的基础上,施用种肥、压青苗、早间苗、早中耕等措施,均可促进根系发育及生理代谢活性^[2],从而达到壮苗。

3.2 穗期管理

从拔节到抽穗,生长中心转移到地上部,茎叶生长旺盛,营养生长与生殖生长并进,是各部竞争养分剧烈的时刻,各种生理过程活跃,对外界环境条件反应强烈,为谷子一生吸收水肥的高峰阶段。主攻方向是充分满足谷子对外界条件的要求,协调营养生长和生殖生长的关系,达到株壮穗大。在适期播种、合理密植的基础上,结合降雨或浇水,追施速效性氮肥,同时深中耕,细清垅,减少水肥的无谓消耗。使最大叶面积指数达到 4.5~5,既

满足营养生长对水肥的要求,又保证生殖生长有足够的有机营养,达到苗脚清爽,株形匀称,秆粗穗大^[3]。

3.3 粒期管理

谷子抽穗后,中心是开花受精,建成子粒。主攻方向是防早衰,延长叶片的寿命,提高净光合生产率,促进营养物质向子粒运转,提高成粒率,减少秕谷,增加粒重。据测定,这一时期的叶面积、净光合生产率、干物质积累和物质运转,与秕谷率呈高度的负相关,与成粒率呈高度的正相关^[4]。所以,只要在放宽行距、改善光照条件的基础上,巧施粒肥,高培土,喷洒微量元素,就能收到良好效果。据试验,施粒肥能延长上部功能叶的寿命6天,光合量提高22.9%,增产提高20.3%,喷施微量元素硼,能提高光合强度25%~39%,加快体内糖分运转,平均增产10%以上^[5]。

参考文献

- [1] 刘杰、古世禄等. 春谷“五喜五怕”增产稳收经验. 中国农报, 1964 (7): 23~24.
- [2] 古世禄. 谷子壮苗的生理特点及培育. 山西农业科学, 1982 (2): 4~5.
- [3] 古世禄. 科学种谷, 穗重籽真秕谷少. 农业技术, 1986 (5): 11~12.
- [4] 古世禄. 谷子结实规律的研究. 山西农业科学, 1982 (6): 2~5.
- [5] 古世禄、独俊娥. 硼对谷子的作用及其增产效果. 土壤肥料, 1984 (4): 35~36.

温度与谷子生长发育关系的研究^①

古世禄 独俊娥

摘要 谷子对积温要求比较稳定,相对偏差仅3%~4%。各阶段对温度均有一定要求。温度对谷子器官建成具有明显影响。本文详细研究了谷子发芽、出苗,叶片的分化、出生、伸长,茎的顶端生长,居间生长,茎秆充实度,以及幼穗分化、籽粒灌浆等与温度的相关关系。

关键词: 谷子 温度 生长发育 器官建成

热量资源是植物生长发育的重要条件。研究温度与谷子生长发育的关系,不仅仅是基础理论研究的问题之一,它对指导谷子生产也具有十分重要的实践意义。无论是引种调种,品种搭配,还是播种期安排、耕作改制和其他栽培措施的制订,无不是以谷子对温度的生物学要求和当地热量资源状况来考虑的。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试品种选用早熟品种太原5号,中熟品种晋谷8号和晚熟品种晋谷10号,以观察不同熟性品种对温度的反应。

1.2 试验经过

试验在本所试验地进行,土壤为砂壤土,前茬为大豆,秋季机耕一次,深20cm左右,春季结合春耕施入底肥,每亩2000kg羊粪。播前浇底墒水,并及时整地按试验要求播种。行距33cm,每小区5行。小区面积0.04亩,随机排列,重复4次。生育期间浇水2次,中耕3次,防治病虫害3次,追肥一次(在孕穗前每亩追施硝酸铵17.5kg)。抽穗后架设尼龙网防止雀害。

^① 原载:《山西农业科学》,1981(4):16~17,《中国谷子栽培学》第5章第2节,有修改。