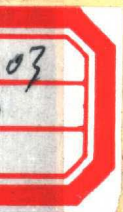


中国水稻研究所丛刊之一

水稻育种 学术讲座

G·S·库希博士

新刊



中国水稻研究所丛刊之一

水稻育种学术讲座

G·S·库希博士

前 言

根据联合国开发计划署中华人民共和国项目文件(“中国水稻研究所的建设”)的规定,国际水稻研究所育种系主任,著名水稻育种学家G·S·库希博士偕同他的高级助手R·C·阿奎诺先生,于1984年6月17日来中国水稻研究所进行合作研究和讲学。6月21—30日,库希博士在杭州市省科学会堂主讲了“水稻育种学术讲座”。参加听讲的有全国各省市自治区有关农业科研机构、大专院校和农业行政部门等31个单位的水稻育种科研骨干共65人。

库希博士1955年毕业于印度旁遮普农业大学,1960年在美国加利福尼亚大学戴维斯分校获得博士学位,自1972年至今一直担任国际水稻研究所育种系主任。库希博士在水稻遗传育种理论,水稻病虫害抗性基因鉴定,通过三体分析完善水稻染色体连锁图等方面都有出色成就,该所培育的IR26, IR28, IR29, IR30, IR32, IR34, IR36, IR40, IR42, IR43, IR45, IR46, IR48, IR50, IR54, IR56, IR58, IR60和IR62等著名品种在全世界许多国家种植。其中单是IR36一个品种种植面积即达一千万公顷,成为世界上迄今种植最广的现代品种。他还担任印度、巴基斯坦、孟加拉国、斯里兰卡、印尼和中国等11个国家和地区的水稻育种计划的顾问。

由于库希博士在水稻育种科学技术上有精湛的研究和丰富的经验,所以他的讲座内容丰富而实用,深得学员的好评。为了扩大这一讲座的影响,根据学员的要求,我们将库希博士的讲演翻译整理编印成册,以供我国广大水稻育种科

技工作者阅读、参考。在每一讲正文之后，还附有“问题讨论”，大多是库希博士对学员所提问题的答覆。由于提问多半十分具体、实际，所以这部分内容也是饶有兴味和引人入胜的。

由于时间仓促和限于水平，本书译文很可能存在一些失误之处，请读者不吝指正。

本书翻译整理人为汤圣祥、陶家驹、黎志康，校阅人为闵绍楷、熊振民、凌天行。

中国水稻研究所

1984年7月

目 次

前 言	(1)
第一讲 水稻育种目标	(3)
(一) 丰产性	(3)
(二) 优 质	(4)
(三) 抗病、抗虫性	(4)
(四) 抗逆性	(5)
问题讨论	(7)
第二讲 水稻育种方法	(12)
(一) 纯系选择法	(12)
(二) 混合选择法	(12)
(三) 杂交育种	(13)
(四) 回交育种	(15)
(五) 杂种优势利用	(17)
(六) 突变育种	(18)
(七) 细胞和组织培养	(18)
问题讨论	(19)
第三讲 高产育种	(23)
问题讨论	(28)
第四讲 品质育种	(33)
(一) 稻谷的糯米产量	(33)
(二) 米粒的大小、形状和外观	(34)
(三) 蒸煮品质和食用品质	(36)

(四) 稻米的营养成分	(39)
问题讨论	(40)
第五讲 抗病、抗虫育种	(46)
问题讨论	(50)
第六讲 抗逆性育种	(55)
(一) 耐旱性	(55)
(二) 耐深水、淹水性	(56)
(三) 耐不良土壤	(57)
(四) 耐不适宜温度	(57)
问题讨论	(59)
第七讲 水稻育种操作程序	(64)
(一) 杂交圃	(65)
(二) F_1 杂种圃	(65)
(三) F_2 代群体	(65)
(四) 系谱圃(选种圃)	(66)
(五) 产量观察圃(鉴定圃)	(67)
(六) 设重复的产量试验(品种比较试验)	(67)
(七) 氮肥反应试验	(67)
(八) 地区性和国际性试验	(67)
问题讨论	(72)
第八讲 水稻遗传	(76)
问题讨论	(83)
第九讲 生物技术在水稻改良中的地位	(88)
问题讨论	(92)

前 言

根据联合国开发计划署中华人民共和国项目文件(“中国水稻研究所的建设”)的规定,国际水稻研究所育种系主任,著名水稻育种学家G·S·库希博士偕同他的高级助手R·C·阿奎诺先生,于1984年6月17日来中国水稻研究所进行合作研究和讲学。6月21—30日,库希博士在杭州市省科学会堂主讲了“水稻育种学术讲座”。参加听讲的有全国各省市自治区有关农业科研机构、大专院校和农业行政部门等31个单位的水稻育种科研骨干共65人。

库希博士1955年毕业于印度旁遮普农业大学,1960年在美国加利福尼亚大学戴维斯分校获得博士学位,自1972年至今一直担任国际水稻研究所育种系主任。库希博士在水稻遗传育种理论,水稻病虫害抗性基因鉴定,通过三体分析完善水稻染色体连锁图等方面都有出色成就,该所培育的IR26, IR28, IR29, IR30, IR32, IR34, IR36, IR40, IR42, IR43, IR45, IR46, IR48, IR50, IR54, IR56, IR58, IR60和IR62等著名品种在全世界许多国家种植。其中单是IR36一个品种种植面积即达一千万公顷,成为世界上迄今种植最广的现代品种。他还担任印度、巴基斯坦、孟加拉国、斯里兰卡、印尼和中国等11个国家和地区的水稻育种计划的顾问。

由于库希博士在水稻育种科学技术上有精湛的研究和丰富的经验,所以他的讲座内容丰富而实用,深得学员的好评。为了扩大这一讲座的影响,根据学员的要求,我们将库希博士的讲演翻译整理编印成册,以供我国广大水稻育种科

技工作者阅读、参考。在每一讲正文之后，还附有“问题讨论”，大多是库希博士对学员所提问题的答覆。由于提问多半十分具体、实际，所以这部分内容也是饶有兴味和引人入胜的。

由于时间仓促和限于水平，本书译文很可能存在一些失误之处，请读者不吝指正。

本书翻译整理人为汤圣祥、陶家驹、黎志康，校阅人为闵绍楷、熊振民、凌天行。

中国水稻研究所

1984年7月

第一讲 水稻育种目标

水稻的栽培范围很广，从赤道到北纬53度，从海平面以下23英尺到海拔7000英尺，在pH值为3.5—9.5的土壤中以及在灌溉田、旱地、靠天田、低洼田和深水田等都有种植。正因为水稻种植在各种各样的环境条件下，其一生中会遇到种种不同的情况，因此，水稻的育种目标因不同的国家、地区而异。但一般来说，水稻的育种目标可分为四个主要方面。

(一) 丰产性

1. 产量潜力：首要的育种目标是提高水稻的产量潜力。在一些热带国家中，水稻单产低于1吨/公顷；而在澳大利亚、日本、美国加州等一些温带国家和地区，水稻单产高达8吨/公顷；在中国，目前水稻平均单产约为4.5吨/公顷，这是很不错的。在许多研究单位的试验田和农场的高产田块，水稻单产达到10—12吨/公顷。显然，通过选育高产品种来提高这些国家的水稻产量还有很大的潜力。例如在中国，可以将水稻单产从现在4.5吨/公顷的水平上继续往上提高。一个高产的品种应该具有更高的收获指数和光合效率、低的光呼吸作用和更高的肥料利用率。

2. 早熟性：水稻高产育种的另一个途径是缩短品种的生育期。已知一些品种的全生育期只有80—85天，而另一些品种的生育期长达300天左右。如果一个品种生育期短，产量又高，则其日平均生产率就很高。高产的早熟品种适于种在灌溉或可控制水分的条件下。在中国具有良好的灌溉和水分

管理条件，因而应培育高产的早熟品种。

(二) 优 质

育种家们有时只重视水稻产量的提高而忽视了品质的改良，事实上两者是同等重要的。重视对米质的改良可以获得更大的利益。稻米的品质一般包括四个方面：

1. 精米产量、这是品种的一种遗传特性，受到籽粒大小、形状和外观的影响，也受到灌浆成熟后期以及加工过程中的环境因素如温度、湿度等的影响。

2. 米粒的大小、形状和外观：我们都知道水稻品种的籽粒大小、形状和外观差异很大。有些品种米粒的垩白很大，不透明、米质疏松，品质很差，这些方面都是需加以改进的。

3. 蒸煮和食味品质：水稻不同品种的米粒蒸煮后在软、硬度和粘性上有很大差异，这种差异取决于它们的化学成份。还有一些品种具有令人喜爱的香味和可口的食味，这也是有关米质的重要特性。

4. 营养成份：主要是蛋白质和赖氨酸的含量。

对于以上四方面品质的具体要求是精米产量应高，没有过多的破损；籽粒大小和形状应能满足市场的要求；蒸煮品质要美味可口；营养成份应能满足一般需要。

(三) 抗病、抗虫性

众所周知，病、虫害每年都使水稻产量遭受严重的损失，它们或许是人类最大的敌人。为了防治病虫害，我们不得不使用化学农药，但其费用非常昂贵。另一方面，我们如果利用品种的抗性，那就很经济了。幸运的是，水稻品种对其主要的一些病虫害具有较高水平的抗性，这些抗性是可利用的。因此，我们需要，也可以培育抗主要病虫害的具有多

抗性的品种。

水稻的主要病害包括稻瘟病、白叶枯病、纹枯病、东格鲁病、草丛矮缩病、黄矮病和普矮病；主要害虫有褐飞虱、黑尾叶蝉、白背飞虱，二化螟、三化螟和稻纵卷叶螟。如果我们培育出抗这些病虫的多抗性品种，水稻产量的稳定性就能大大提高，生产成本将大大下降。

(四) 抗逆性

水稻在不同的环境条件下种植，许多不利的环境因素都影响到水稻的生长。这些不利的环境因素包括：1. 干旱；2. 水分过多(深水 and 淹水)；3. 不适宜的温度，如开花期的低温和高温会造成过高的空秕率，苗期低温会导致秧苗叶片发黄以至死亡；4. 不良的土壤：一些土壤如滨海盐土含盐量和含碱量过高，一些土壤中铁或铝离子含量过高或过低等，这些物理因素都会毒害水稻或阻碍水稻的生长。

然而，我们已有对这些不利环境因素具有耐性的种质和品种。因此，我们的一个重要育种目标就是要把对不良环境因素的耐性结合到优良水稻品种中去，从而进一步提高产量的稳定性。

除了以上一些重要的育种目标外，一个优良的水稻品种还应具有下列特性：

1. 适中的落粒性：可以减少成熟和收获时由于落粒造成的损失。

2. 种子休眠性：具有一定休眠特性的种子在成熟时遇雨不会发芽；

3. 对光照周期的敏感或不敏感性：在有些情况下，水稻品种对光照周期的敏感性十分重要。例如，一个感光性强的品种在8月份播种，在10月就能开花，因而不会受到低温危

害；而同时播种的一个非感光性品种的生育期就会相应延长，在11月开花，结果会因低温而颗粒无收。又如一些深水稻品种往往都是感光性强的，它们在洪水到来之前播种、移栽，在洪水退了之后开花结实。如果种的不是感光性强的品种，就可能在洪水期间开花，结果在深水或水淹的情况下严重减产或颗粒无收。所以，感光性强品种的一个重要特点在于它们的开花期是可控制的。

4. 抗倒伏性：

下面我认为有必要谈一些有关的问题。要想在水稻育种工作中获得成功，以下几点是必须做到的。

十分明显，首要的工作是征集和研究种质资源。没有这些种质资源，任何育种计划都无法进行。例如培育对稻瘟病、褐飞虱具有抗性的品种或选育耐寒和具有香味的品种，首先必须从古老的品种中筛选出授体亲本，因此，所收集的种质资源中的多样性十分重要。

其次是需要足够的人力，包括科学家、技术人员和工作人员等。

第三是需要进行国际间的协作。一个国家或地区可以从其他国家和地区得到它所没有的种质，同样地，它也可以将自己独有的种质提供给别国所利用。此外，外来的品种还可直接在生产上应用，如IR26等在中国杂交水稻上的利用。由此可见，国际间种质的相互交换对大家都是有利的。

第四是加强基础理论的研究，如研究抗性的遗传等。这将促进育种工作更有效地开展。

最后是要尽可能地应用各种育种方法，如杂交育种、组织培养、“一粒传”、群体改良法和世代加速法等。

为了成功地进行水稻育种计划，需要同时开展以上五个

不同方面的工作。国际水稻研究所已将水稻改良计划分为这五个方面。我们希望中国水稻研究所也从这五方面开展工作。中国水稻研究所在中国所起的作用可以象国际水稻研究所对其他国家所起的作用一样，具体任务是：1.收集保存种质，然后向各省农科院提供；2.成为很好的培训中心，各省农科院的科学工作者都可以来这里学习和研究；3.开展全面的育种工作，为各省农科院提供育种材料；4.有计划地开展基础理论研究，协调全国的水稻科研工作；5.成为国际学术交流中心。

在这里我还要强调一点，即育种家应该与其他学科的专家进行协作。一个当代的育种家仅靠他自己的工作不可能获得成功。比方说，在进行抗病、虫育种中，就需要植物病理学家和昆虫学家来发展筛选技术，并筛选鉴定出抗源。依此类推，在品质育种方面，需要谷物化学家的帮助。可见，这些学科都是围绕水稻育种这个中心开展工作的。这种多学科间的协作对于水稻育种工作十分有益。我很高兴地获悉，中国水稻研究所正是这样一个包括许多学科的综合研究中心。

问题讨论

问：中国水稻研究所作为全国性的水稻所应如何确定它的育种目标？

答：这是个很重要的问题。中国水稻研究所位于杭州，不可能解决全国所有的水稻品种问题，因为各地都有其特殊的生态条件和育种目标。我认为，每个省农科院应该有其自己的育种目标，培育适合于本地条件的品种。中国水稻研究所制订的计划应作为各省农科院计划的补充，如建立在中国水稻

研究所的种质资源库应向地方育种机构提供种质资源和育种材料；应进行育种方法的研究；应侧重于种质的基础研究，如关于抗褐飞虱的问题，中国水稻研究所可从各国引进他们所育成的抗性品种，进一步加以改良，再向全国提供；培育抗性品系，为各省农科院提供抗源亲本，如培育具有抗不同稻瘟病生理小种基因的品系或具有不同香味的优质品系向全国提供。所以，中国水稻研究所不仅应成为全国的水稻研究中心，也应成为全国水稻种质保存和提供情报资料和人材培训的中心。在育种方面，中国水稻研究所一方面可以培育一些适应浙江省和类似气候及环境条件的地区的品种，另外也可以培育大批育种中间材料供给各地育种机构进一步选择和利用。

问：高产、优质、抗多种病虫害及抗逆性是几个主要的育种目标，您认为育种目标各方面的重要性排列顺序应是怎样的？

答：重点育种目标的确定应由各省育种机构因地制宜来确定。我的看法是：1. 高产潜力；2. 多抗；3. 籽粒品质；4. 耐低温等。首要的目标是提高品种的产量潜力，但育成一个高产品种后，就会遇到诸如抗病虫性差的问题，因而下一个目标是如何保持稳产即解决抗病虫性问题。第三步就是提高品质。然后再解决某些特殊问题，如对不良土壤，低温和水分过多等不良环境因素的耐性。解决以上问题后，又可进一步提高品种的高产潜力。在育种计划中，每一步骤都应有它的重点，这取决于育种家的要求，首先应解决哪些问题，其次是哪些，应重点突出，兼顾其它。此外，在不同的情况下，重点可以不同，不同地区条件下的主要育种目标应有所不同。我认为中国在培育高产品种方面已取得了很大进展，因而目前的重点可以是培育多抗、优质的品种。完成这些工作之后，再进一步提高水稻的产量潜力。

问：在确定育种目标时，有些是共同的目标，如高产、优质。有些则因地制宜，如抗病虫性等。培育多抗性往往会导导致过长的育种年限并分散育种家的精力。因此，您是否认为在确定抗病虫及抗逆性目标时，应该强调育种目标的针对性，而不是一般的“多抗性”？

答：这取决于目前面临什么样的问题。例如在中国和亚洲中部，稻瘟病是严重的问题，因此主要的抗病育种目标就是培育抗稻瘟病的品种，而不是多抗性的品种。在有多种病虫害的地方，就需要培育多抗性的品种，但这也必须逐步将对各种不同病虫害的抗性转入到优良品种中去，一步成功是不可能的。国际水稻研究所育成的一些多抗性品种，都不是一步培育而成的。例如IR 20只抗白叶枯病和黑尾叶蝉；I R 26兼抗白叶枯病、黑尾叶蝉和褐飞虱；I R 28能抗所有的病毒病；而I R 36则能抗全部主要的病虫害。当然，培育多抗性的品种需要许多抗源，需要多年，尽管如此，我们应开始去做，如果只是强调这些困难，就不可能育成多抗性的品种。

问：一个好的品种具有许多优良特性，如高产、优质、抗病虫和较强的分蘖力等。在育种过程中，由各个育种单位分别突破某一性状，然后由一个育种单位把所有这些特性结合到一个品种中去，这种做法是否可行？

答：我认为实际做法应恰恰相反。应由中国水稻研究所培育各种抗源和中间材料及品系，分发到各省育种机构，由他们在当地的条件下进一步选择、利用，培育适合当地栽培的优良品种。因为各省、地区有其特殊的生态环境条件，而作物品种对某种环境条件的适应性要在相应的条件下选择。

问：在水稻育种中，高产品种的生育期往往较长，因而在开花期易受低温危害。在确定育种目标时，如何处理产量

与生育期的关系？

答：产量与生育期往往存在正相关，因为生育期长，光合作用时间长，光合产物积累多，产量也就高。要培育早熟高产的品种，可以先将早熟性与耐低温性结合在一起，进而对产量性状进行选择。

问：您认为早熟性在育种目标中应放在第几位？

答：我认为生育期在某些情况下非常重要。例如在种植双季稻的地区，品种的早熟性可放在高产潜力同等重要地位，甚至是放在首要的地位。但将来如用单季稻代替双季稻，早熟性就不那么突出了。

问：在确定育种目标时，一个重要的问题是扩大品种的适应性，除了亲本选配外，不同海拔、不同纬度的穿梭育种效果如何？

对于培育具有广泛适应性的品种，可以将育种材料放到不同的地区种植、选择、在这方面，对光照不敏感特性非常重要，因为对光周期不敏感的品种在不同地区种植生育期变化不是很大。大家知道，IR8 和中国的广陆矮 4 号都具有广泛的适应性，然而它们都是在一个地点而不是用穿梭育种法育成的。采用穿梭育种法育成的品种的适应性可能会好一些。在小麦育种中，墨西哥国际小麦改良中心采用穿梭育种法确实取得了好的效果。

问：育种过程中，高产与优质、多抗往往存在矛盾，如何解决这个矛盾？

答：在结合抗病、优质的时候，确实往往把高产潜力丢掉。因此，把高产、优质和多抗结合在一起是复杂而困难的，但应该是可能的。这将取决于育种家的技术和经验。

问：在我国和国际水稻研究所育成和应用的品种中，小

粒型品种是多数，有关粒重对品质及产量的影响，您有什么看法？

答：籽粒大小与库容大小有关。我可以说，籽粒如过大，心白和腹白就大，米质差，出米率也不高。因为大籽粒中的淀粉充实度差，淀粉粒间空隙大，因而在加工过程中米粒易破碎。