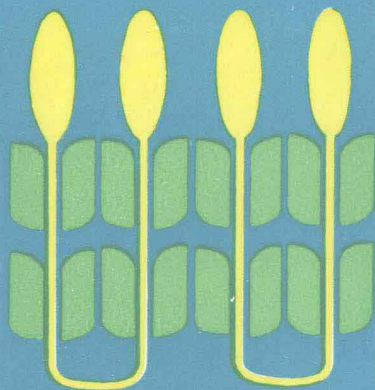


作物栽培生理研究

邹琦 李德全 主编

ZUO WU ZAI PEI SHENG LI YAN JIU



中国农业科技出版社

作物栽培生理研究

主 编 邹 琦 李德全

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 玮 王 焘 田纪春 李德全

孟庆伟 邹 琦 杨兴洪 赵世杰

高辉远 彭 涛 董新纯 潘海春

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目 (C I P) 数据

作物栽培生理研究/邹琦等主编. -北京: 中国农业科技出版社, 1998. 7

ISBN 7-80119-618-X

I. 作… II. 邹… III. 作物-生理学-研究 IV. S311

中国版本图书馆 C I P 数据核字 (98) 第 20679 号

责任编辑	刘晓松 孟志达
出版发行	中国农业科技出版社 (北京海淀区白石桥路 30 号)
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	山东农业大学印刷厂
开 本	787×1092 1/16 印张: 33.5 插页: 4
印 数	1~1500 册 字数: 850 千字
版 次	1998 年 7 月第一版 1998 年 7 月第一次印刷
定 价	40.00 元

代序言

植物生理学与农业生产

邹琦

(山东农业大学 泰安 271018)

自从 1986 年中国作物学会栽培研究委员会成立并召开第一次全国栽培生理学术讨论会以来,我国栽培生理这一新兴学科进入了有组织的发展阶段,其研究的深度、广度都有了长足的进步,研究队伍不断扩大,研究水平不断提高。自第一次会议至今已召开过 5 次全国性的栽培生理学术讨论会,每次会议都开得十分热烈、成功。现在,我们又在具有光荣革命传统的老区江西迎来了第六次全国栽培生理学术讨论会。应历届会议代表多次提出的要求,决定将本次会议论文集在会前公开出版,这也是全国栽培生理学术讨论会举办以来的第一次。由于时间紧、任务急,编辑们不得不冒着酷暑昼夜工作,才使这本论文集及时发放到各位代表手中。

由于近 20 余年来生命科学的迅速发展,特别是分子生物学的异军突起,使植物生理学的发展面临新的抉择,“植物生理学向何处去”成为许多植物生理学家时刻在关心的问题。栽培生理学在我国蓬勃发展的现实证明,只要瞄准与农业生产相结合,为农业现代化服务的目标,植物生理学必将为自己的发展注入新的活力、开辟更加广阔的道路。为了引起讨论,特不揣冒昧,就此问题提出个人的浅见,权作本文集的序篇,以求教于各位代表。

一 植物生理学是合理农业的基础

当人类正以其辉煌的科学成就和惊人的技术进步迎接 21 世纪到来的时候,植物生理学作为一门完整的学科,以 Sachs 和 Pfeffer 的两部植物生理学专著的问世为标志,从她的母体植物学中脱胎而出,也已走过了一个世纪的历程。植物生理学从诞生之日起就与农业生产结下了不解之缘。著名的俄国植物生理学家季米里亚捷夫早在本世纪三十年代就作出了“植物生理学是合理农业的基础”这一科学论断,一个世纪以来的植物生理学发展史已经雄辩地证实了这一论断的正确性。最显著的标志如植物矿质营养学说的创立为无机肥料的施用奠定了理论基础,由于化肥的大量施用使世界粮食产量急增,同时促进了肥料工业的大发展;自三十年代开始的植物激素的陆续发现导致了植物生长调节剂和除草剂的普遍应用,给农业生产带来革命性的变革,也为农药工业的发展开辟了新天地;自 50-60 年代开始,在光合作用与产量关系的理论指导下,植物生理学家与育种学家相结合,开创了以培育矮秆、耐肥、抗倒、叶片直立、株型紧凑的水稻、小麦品种为主要内容的“绿色革命”,使稻麦产量获得了新的突破。50-60 年代植物细胞全能性理论的确证,不但使人们掌握了如组织培养、细胞及原生质体培养等高效快速的植物无性繁殖新技术,而且为植物基因工程的开展和新种质的创造提供了先决条件。

以上这些成就,不但在历史上曾经为农业生产的革命作出过重大的贡献,而且至今仍在。

通过自身的不断发展继续发挥着重要的作用，同时也成为植物生理学最活跃的几个研究领域。

二、植物生理学正面临新的挑战

在 21 世纪即将来临之际，人类面临着一大堆急待解决的难题，其中尤以人口、粮食、资源与环境四大问题最为突出。由于我国人均资源占有量远低于世界发达国家，所以这些问题更显得特别突出。以粮食而论，1984 年我国人均粮食占有量就达到接近 400Kg 水平，但很快下滑到 80 年代末的 350Kg 水平，90 年代以后虽有所回升，但直到 1995 年仍维持在 370Kg 左右，按照我国“九五”规划和 2010 年国民经济发展的远景目标，要在本世纪末力争粮食年产 5000 亿 Kg，但届时人口将达到 13 亿，人均粮食占有量仍维持在 380Kg 左右，难以满足进入“小康”水平对粮食的日益增长的需求。一些西方人甚至提出“21 世纪谁来养活中国人”的命题，一个拥有 13 亿人口的世界第一人口大国，不可能想象依靠进口粮食来解决自己的吃饭问题，中国人必须也能够依靠发展自己的农业来养活自己。为了解决这一难题，我国农业的唯一出路就是按照集约化的增长模式，在保证物质投入不断增长的基础上，大幅度增加科技投入，开辟出一条高产、优质、高效的可持续发展之路。作为合理农业基础的植物生理学，则应当在这条道路的开创过程中继续做出应有的贡献。

从植物生理学自身的发展来看，自进入 70 年代特别是 80 年代以来，植物生理学的发展出现了新的趋势。最显著的特点是分子生物学异军突起，以其强大的生命力迅速渗透到生命科学的各个领域，而植物生理学则是首当其冲。权威性的植物生理学评论刊物《Annual Review of Plant Physiology》从 1988 年起改为《Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology》，主要刊登植物分子生物学的刊物如《The Plant Cell》，《Plant Molecular Biology》和不少专著相继问世，这一切都使植物生理学的传统内容相形见绌。这一趋势甚至影响到高校生物类的专业设置，某些名牌大学的植物生理学专业被取消。面对这种形式，学术界甚至发出了“植物生理学往何处去”的惊呼。这也是我国植物生理学会近几届全国会议议论的热门话题之一。

面对这些新情况和新问题，我们认为，植物生理学作为一门独立的学科，有她特殊的研究领域和范畴，分子生物学的研究成就，只能使植物生理学对植物生命现象的认识更加深入，从过去的个体、器官、细胞、亚细胞和生化反应的水平，向代谢过程和性状控制的原初原因——基因表达与调控的探索前进了一大步。但分子生物学不可能代替植物生理学；另一方面，植物生理学的研究成就还与生态学相结合，为从宏观上解决农业生产中的重大问题提供理论基础。农业生产发展的客观要求，向植物生理学提出了一系列迫切需要解决的研究课题，为植物生理学的发展注入了强大的生命力。正因为如此，在我国高等农业院校，植物生理学无论作为一门课程还是作为一个研究领域，都一直不断地受到各方面的重视，队伍在不断壮大。所以说，植物生理学只要能够不断地从农业生产中寻找问题、汲取营养，又以自己的研究成就去解决生产中的重大问题，不断强化她作为合理农业基础的作用，就能够欣欣向荣地向前发展，不会出现危机。

三、植物生理学为农业生产服务的几个重要研究领域

按照我国农业生产发展的趋势，我们认为以下几方面可能成为今后植物生理学与农业生产相结合的重要研究领域：

(一) 作物产量形成与高产理论

这是植物生理学多年来常盛不衰的研究课题之一，已经形成了“作物产量生理学”、“光合作用与作物生产力”等分支学科。

1、光合作用与作物产量

从作物产量归根结底来自光合作用这一基本事实出发，郑广华先生于五十年代末便在总结前人研究的基础上，提出了作物“光合性能”的概念，将作物光合性能归纳为光合面积、光合时间、光合能力、光合产物的消耗与光合产物的分配五个因素，产量是这五个因素协调统一的结果。目前，这一概念已被作物生理学界普遍接受。按照这一观点，在农田生产力低下的情况下，作物生长受到基本营养条件的制约，不能保证作物群体有足够大的同化面积；随着肥、水条件的改善，当最大的叶面积系数达到甚至超过最适值时，群体内光照不足的矛盾开始显现出来，加上未经改良的稻麦品种株高过高、耐肥性差、经济系数低、易倒伏，从而一度使产量徘徊不前。

2、“绿色革命”的成效

五十年代末掀起的“绿色革命”，通过品种改良排除了这些障碍。改良品种的主要特点是矮秆或半矮秆，株型紧凑，叶片直立，耐肥性（主要指耐高氮肥能力）强。这些特性解决了在高肥水条件下保持群体良好的透光性能、稳定的结构和容纳更多的光合面积的问题。在“绿色革命”的推动下，先是水稻、小麦产量上了一个大的台阶，使水稻亩产量由 400Kg 左右增加到 500-600Kg，小麦亩产由 350Kg 左右增至 450-500Kg。我国玉米叶型的改良起步较晚，70 年代玉米产量曾一度低于小麦产量，曾有“C₄植物不如 C₃植物产量高”的慨叹。但随着 70 年代末开始的紧凑型玉米杂交种在我国的育成和推广，将玉米最大叶面积系数由过去的 4 左右提高到 6-7，产量也由过去的 400-500Kg/亩提高到 700-800Kg/亩，大大超过了小麦、水稻产量，充分显示出了玉米这一 C₄作物高产的优越性。

在稻、麦、玉米等作物产量已经达到当前水平的情况下，还有无新的潜力可挖？这是摆在作物产量生理学面前的重大问题之一。

从株型上看，与水稻、玉米相比，小麦仍有较大潜力。当前推广的小麦品种，其叶片的直立性和株型的紧凑程度很少能达到水稻、玉米当前的水平。我们相信，如果把大部分小麦品种的叶片都改造成如水稻和紧凑型玉米相类似，则产量肯定会有新的突破，可望打破二十余年徘徊不前的局面。

3、“第二次绿色革命”方兴未艾

在“绿色革命”成功后不久，植物生理学在光合碳代谢方面取得了重大的进展，发现了 C₄途径和光呼吸作用，吸引了不少人试图将 C₃植物改造成 C₄类型，通过增强光合速率、降低光呼吸获得更高的产量。有人甚至把这方面的工作称作“第二次绿色革命”，然而多年的工作始终未取得成功。这主要是 C₄植物的高光合速率是建立在结构与功能完美统一的基础上的，不可能仅通过杂交或基因转移将这种综合特性原封不动地转移到 C₃植物中去；另一方面，由于逐渐明确了 C₃植物光呼吸具有某些特殊的功能，因此，通过抑制光呼吸来提高 C₃植物的光合速率，得失如何也难预料。所幸的是，作物品种之间光合速率本来就有较大的差异，弄清楚这种差异的原因，有可能将高光效特性作为主要的育种目标通过品种间杂交和生物工程等措施，将高光效特性与其他优良特性结合在一起，形成新的超高产品种。然而，在进行这项研究的过程中，首先必须解决的问题是单叶光合速率的提高是否有助于作物的进一步高产？在这个问题上，意见分歧很大，特别是几位国际知名的作物生理学家如

L. T. Evans 等对此持悲观态度。他们依据小麦进化与人工选择过程中产量提高但单叶光合速率却降低、在生产中很难找到单叶光合速率与产量呈正相关等事实, 否定提高单叶光合速率是进一步提高产量的途径。但我们认为, Evans 等人的观点具有片面性。由于作物产量是光合性能的五个因素最佳配合的结果, 环境因素对五个因素的影响不一, 五个因素之间又有相互作用, 甚至存在着负相关关系, 而叶片光合速率对环境因素和自身的生理状态又十分敏感, 在其他因素不固定的情况下, 寻找单叶光合速率与产量的正相关是困难的, 但这并不能否定光合速率与产量的内在联系。在其他因素如光合面积等相同的情况下, 提高作物光合速率或延长光合功能高值持续期, 肯定会增产。 CO_2 加富能显著提高产量, 遮荫会降低产量, 便是很好的正、反两方面的证明。二倍体小麦叶片最大光合速率虽高过六倍体小麦, 但叶片衰老过早, 光合速率很快下降, 总光合产量(叶源量)则大大低于高产的六倍体小麦。因此, 在高产田中, 当叶面积系数已达最大值, 不能再继续增加的情况下, 提高单叶光合速率应当是进一步挖掘增产潜力的有效途径。

4、产量形成的两大漏洞和植物生理学的机遇

根据近年来的研究结果, 我们认为, 作物产量由于光合速率的限制而遭受到的最严重的两项损失, 一是在干旱、高温、强光等条件下广泛存在的光合作用午间降低, 即“光合午休”, 二是在产量形成期叶片光合功能的过早衰退, 有些作物如大豆, 在产量形成的关键时期不但光合功能明显下降, 发生早衰, 而且“午休”更加严重, 即两大漏洞兼而有之, 所以, 弥补这两大漏洞是进行超高产生理研究的重要突破点之一。近年来, 在国家攀登计划的支持下, 已经在该研究领域获得重要进展, 从光合性能角度圆满地解释了二倍体小麦光合速率高于六倍体但产量却较低的原因; 提出了光合作用中光暗反应平衡失调导致的氧化胁迫是二倍体小麦开花后叶片过早衰老的原因; 依据光合控制理论区分了小麦光合午休过程中的气孔与非气孔限制, 理清了它们与环境条件的关系, 提出了预测午休损失的有效方法, 并进一步探讨了光合作用非气孔限制的机理。这些都为弥补光合作用的两大漏洞提供了理论指导。

在我国, 植物生理学与作物栽培学紧密结合的典型实例莫过于作物栽培生理这一边缘交叉学科的创立。中国作物学会栽培研究委员会自 1986 年创立以来已召开过五次全国性的栽培生理学术讨论会。在栽培生理理论指导下, 山东省创立了冬小麦精播高产栽培技术, 通过减少播量、壮大个体、控制无效穗、改善群体光照条件等措施缓解了倒伏与穗形变小的矛盾, 使小麦产量上了一个新台阶。近年来, 围绕北方地区冬小麦产量如何突破 $650\text{Kg}/\text{亩}$ 的途径的问题, 人们又针对某些有超高产潜力的小麦品种分蘖成穗率低的问题, 提出了增加基本苗、控制分蘖的“独秆栽培”途径的设想, 并已取得初步成功, 表面看来与精播高产途径背道而驰, 但从栽培生理的理论角度看, 实际上是“殊途同归”, 可以看出理论对于指导实践的重要性。

(二) 环境恶化与作物抗逆性

在全世界人口持续增长的压力下, 日益恶化的环境成为农业生产甚至人类基本生活条件的巨大威胁。与世界发达国家相比, 我国的环境形势更加严峻。更不用说为了扩大耕地面积, 人们还不得不向本来不适于农业生产的干旱、涝洼、盐碱、瘠薄的地域开拓, 从而进一步加重了不良环境对农业生产的压力。然而, 从另一方面看, 这种形势也给植物生理学与农业生产相结合的研究开辟了广阔的天地。近几十年来, 植物逆境生理学之所以受到普遍重视, 并有了长足的进展, 与这种形势应有密切关系。

环境生理学的研究对农业生产的贡献是多方面的, 主要体现在为从栽培、育种等方面提

高作物抗逆性、减轻逆境造成的损失提供理论基础和可行的途径，并在此基础上促进了增强作物抗逆性的化学制剂（包括植物生长调节剂）的研制和开发。如关于作物渗透调节能力与作物抗旱、抗盐及抗寒性关系的发现，启发人们通过合理的栽培管理、品种选育、化学调控甚至遗传工程等途径通过增强渗透调节能力来改善作物的抗逆性。近年来，在北方土层较深厚的地区，通过抗旱品种和栽培措施的综合运用，已能在不进行灌溉的条件下，使小麦亩产达到 400Kg 以上，其中一个重要的思路就是依据近年来关于根系与地上部分物质与信息传递的研究进展，使处于浅层较干旱土壤中的根系产生干旱信号控制地上部的生长并产生干旱适应特性，而处于深层土壤中的根系又能保证地上部适度的水分供应，从而使水分利用效率明显提高。最近，关于深层根系可以向干旱土层中的根系逆向供水的研究结果，又为这一栽培方式提供了新的启示。

长期以来，人们就向往将某些抗逆生理特性作为品种选育的指标。并且取得了大量的研究成果，但能够直接用于育种过程的几乎没有。最近，我们利用低水势下小麦萌发期间的芽鞘长度与渗透调节能力具有密切关系的特性，已制定了一套选择程序，成功地将渗透调节这一指标运用到小麦抗旱育种过程中，并且选出了一批抗旱、高产的小麦品系。

近年来，用于增强作物抗逆性的化学制剂层出不穷，一时形成了一股热潮。所用的制剂类型和生理功能也多种多样，有植物内源激素、人工合成的生长调节剂、活性氧清除剂、抗蒸腾剂、抗冻抗寒剂、抗盐剂等；从化学成分上看，有无机盐类，也有较复杂的有机物；有单一成分的制剂，也有多种成分的复配剂等等，有的已在生产中有过较大面积的推广应用。但总的来看，对这些物质的作用方式、作用机理、有效应用的条件、各种成分复配后的交互影响等等，了解不多，加之某些商业上的原因，对复配剂的成分保密，机理研究不深不透，有些则是低水平上的重复，较少突破性进展。建议今后能将此类研究组织起来，制定政策，加以规范，以便促进其向更高层次发展。

（三）保护地栽培条件下的作物生理学

塑料薄膜在农业生产上的应用带来了农业生产的另一次革命——“白色革命”。随着农业生产集约化程度的提高，相信这场革命还将继续深入发展。然而，覆盖栽培的兴起，也带来一系列新的问题，首先是大棚下光照不足，新建大棚内部光照即可比自然光照条件下下降 10~15%，膜面蒙尘、膜内结露后下降更多，达 50% 以上，其次是棚内 CO_2 不足，越是在光照条件良好、有利于光合作用的情况下， CO_2 浓度下降越多，成为光合作用与产量的重要限制因子；三是温度波动大，不进行人工加温的“冬暖式塑料大棚”早春遇到低温阴雨天气，棚内作物常遭受低温危害；四是塑料大棚多年固定在同一位置，常造成土壤营养状况严重失衡，有害离子积累，病原物滋生繁殖，棚内的高湿度又助长了病害的发展。这些问题都与植物生理学密切相关。

现在已有人就棚内作物的耐阴性、抗病性、抗寒与抗热性以及 CO_2 加富等等开展了一些初步的研究。同时，也促进了工业界的人士共同参与解决这类问题，如“无滴膜”可防止膜内结露，改善光照和减少滴水造成的病害传播；最近推行的“转光膜”通过在膜内掺入发荧光剂使日光中的紫外辐射转化为光合有效辐射和一部分热辐射，既增强了光照，又提高了温度，起到了“化害为利”的作用。建议今后在人工覆盖栽培的大方向下将植物生理学、植物病理学、育种学、土壤学、气象学以及工业和自动化等方面的研究人员组织起来，共同为促进“白色革命”出谋划策。

(四) 植物生理学与育种学相结合——作物生理育种

纵观作物产量提高的历史, 品种改良起着至关重要的作用, 作物由野生种变为栽培种的过程, 栽培品种的产量性状特别是收获指数不断改进的过程, 无不是人工培育和选择的结果。迄今为止的作物育种, 特别是高产育种, 主要是依赖于形态性状的选择, 然而, 当产量达到相当高的水平之后, 仅仅根据形态特征已不能满足作物生产水平继续提高的需要, 育种工作越来越多地依赖于作物生理特性的改善。生产中的这种客观要求, 促进了植物生理学工作者与遗传育种工作者的结合和“生理育种”这一边缘交叉学科的诞生, 除了研究历史较长的高产育种和抗病育种外, 近数十年作物的抗性育种已在抗干旱、低温、盐碱等方面取得了不少成就。近期内关于培育作物抵抗高温、强光、紫外辐射、环境污染物以及耐阴性等方面也有了可喜的进展。值得一提的是在土壤营养元素特别是某些难溶性微量元素缺乏的条件下, 发挥作物品种自身的特长, 主要是增强其对土壤中难溶性矿物质的溶解、螯合、吸收、富集和利用能力, 或者利用其能耐体内某种元素相对缺乏的能力, 便可育成一些在贫瘠土壤中生长良好的作物品种, 为开拓耕地、减少肥料消耗, 推行高产高效农业做出贡献, 这方面工作国内已有不少单位在开展研究, 已有了令人瞩目的进展。

随着人民生活条件的改善, 对作物品质的要求也相应提高, 作物品质改良一向是育种工作的重要课题, 但是品质与产量间常存在着负相关, 成为困扰育种工作者的难题, 有些负相关关系, 是可以理解的, 如高脂肪、高蛋白作物, 单位产品贮能较淀粉作物高, 有些则不一定有必然联系, 如直链与支链淀粉的比例与产量之间的关系。因此, 在品质育种中, 借助植物生理学弄清以上种种关系, 在协调产量与品质矛盾上一定会有所作为, 最近获国家发明二等奖的小麦品种 PH82-2-2, 在籽粒蛋白质含量达 15% 以上的情况下, 仍能获 400Kg/亩以上的高产, 应当是一个良好的开端。目前, 对该品种高产优质的理论研究正在开展之中。

利用作物杂种优势是作物育种的重要方向, 关于雄性不育的机理和杂种优势的生理基础研究, 是植物生理学与育种相结合的重要内容之一, 特别是我国发现的光—温敏核不育水稻更给光敏素的生理功能开辟了一个新的研究领域。

如前所述, 分子生物学与生物技术的发展有可能使整个育种学科发生革命性的变革, 然而, 利用基因工程创造植物新种质的工作首先必须从确定需要改造的性状开始, 其次是弄清控制这些性状的结构与代谢过程(这些工作属于植物生理学与生物化学的范畴)。然后才能有针对性地进行克隆和转移控制这些性状的基因。如控制后熟的“基因工程番茄”的培育成功, 如果没有乙烯与果实后熟的关系、控制乙烯合成的酶系统等植物生理学的研究成果, 是很难想象会取得成功的。与此相反, 对于某些由多基因控制的复杂性状如作物的抗盐性, 在没有彻底弄清其生理机制之前, 仅靠某一基因(如控制脯氨酸合成)的转移就打算育成抗盐品种, 恐怕很难取得成功。

由此看来, 植物生理学这门学科不可能被分子生物学所取代, 植物生理学只要不断地从农业生产中寻找问题、汲取营养, 将会永葆青春, 不断地壮大发展。

1998.7

目 录

一、生长发育

水稻结实过程中不同部位谷粒中某些大分子物质的变化	段 俊等(1)
稻米垩白形成的动态变化及其与籽粒灌浆特征的关系	程方民等(4)
玉米籽粒败育机理的研究	张风路等(8)
水稻开花抗性动力学研究	李 太 贵(11)
不同熟性小麦品种衰老特性的比较及调控研究	李雁鸣等(13)
小麦总根系、初生根和次生根生长生理的基因型差异	马瑞昆等(17)
小麦旗叶衰老期间光合作用和活性氧代谢变化的研究	高志崇等(20)
羧甲基壳聚糖对玉米籽粒氮代谢关键酶及种子贮藏蛋白的影响	师素云等(22)
育秧环境对秧苗生长的影响	张永泰等(26)
白菜型春油菜种子生长特性研究	丁 秀 琦(31)
冬小麦在长春寒地种植的表现及生理变化初探	宋海星等(34)
不同生育期玉米品质和产量关系的研究	韩俊友等(37)
不同群体春玉米的叶片性状	朱芳兵等(40)
与黄瓜植株矮化有关的两个生理因子分析	孙小镭等(43)
葡萄离体培养生理研究	曹 孜 义(46)
莱阳芋头的离体培养研究	毕可华等(49)
西瓜离体组织培养技术研究	王果萍等(53)
Narciclasine 与脱落酸对离体萝卜子叶生长发育抑制效应的比较研究	毕 玉 蓉(55)
玫瑰红和普通红星苹果新梢生长和叶片内源激素含量特征研究	董文轩等(57)
肌醇在果树花粉萌发和花粉管生长中的作用	关 军 锋(59)
银杏萜内酯含量变化规律与形成机理及调控	程 水 源(61)
微生物制剂 MIC 对大豆生理代谢的影响	王翠萍等(63)
环境温度和光照对罂粟植株生长和开花的影响	侯立群等(64)
罂粟花发育过程的光周期敏感性	侯立群等(66)
盐胁迫下葡萄愈伤组织生长和植株再生	王敏琴等(68)

二、环境生理

试论 Munns 的植物对盐度响应的两个阶段假说	赵可夫等(69)
棉花热激蛋白 (HSP) 的研究及其应用前景展望	李万九等(73)
果树对水分逆境的反应和适应性	李德全等(77)
作物的抗旱性与抗旱鉴定	王 玮等(82)
植物水分胁迫与活性氧清除酶	闫成士等(86)
水稻抗旱性鉴定方法与指标研究	张燕之等(89)
甜菜碱提高小麦幼苗抗盐性的研究初报	张士功等(94)
种子冰冻处理提高瓜儿豆幼苗抗冷性的生理基础	毛 雪等(99)
玉米苗期干旱对后期生长发育的影响	郭 贤 仕(102)

干旱胁迫对豇豆幼苗叶片细胞器超氧化物歧化酶活性的影响张玉秀等(105)

不同水稻品种苗期耐冷生理生化特性的研究程国华等(107)

补充灌溉对冬小麦生理特性和生产力的影响胡 芬等(111)

旱地小麦旗叶衰老与活性氧代谢关系的研究史国安等(113)

水分胁迫对不同品种小麦抗旱生理特性的影响李友军等(117)

冬小麦水分生理特性与适宜土壤水分指标研究孙景生等(121)

水分胁迫对小麦幼苗叶肉细胞超微结构及 Ca^{2+} 分布的影响王凤茹等(124)

旱地小麦高产品种的形态及生理特征研究付国占等(126)

冬小麦不同生育期抗旱性研究初报李舒凡等(129)

土壤水分对作物生长发育及产量的影响张淑敏等(131)

提高旱地农业产量的水分改善途径研究萧复兴等(134)

UV-B 对作物生理和产量的效应李韶山等(136)

水分及磷营养对冬小麦根系活力的影响徐炳成等(139)

控制性生根交替灌溉对玉米生长和 WUE 的影响.....梁宗锁等(142)

玉米耐涝性指标及其遗传研究姜华武等(145)

渗透胁迫与苹果叶片膜脂过氧化作用的关系常有宏等(147)

水分胁迫下玉米苗期生长与脂质过氧化作用的关系张述义等(150)

冬小麦拔节后抗寒力的变化冯玉香等(152)

盐分胁迫对水地小麦和旱地小麦成苗能力的影响苏惠民等(154)

三、营养生理

小麦对不同形态氮素营养的反应曹卫星等(156)

氮素对水分胁迫下玉米苗期生长和某些生理特性的影响孙 群等(159)

氮肥不同运筹对超高产小麦 NRA 变化动态影响的研究李春喜等(162)

几种抑制剂对磷酸饥饿下的番茄幼苗 Pi 吸收速率的影响宋克敏等(165)

磷酸饥饿时番茄幼苗根部外泌蛋白组分的变化宋克敏等(168)

不同施用方式不同林型中长白落叶松对 ^{32}P 吸收的差异及意义冯玉龙等(171)

水稻不同蘖位与 N、P、K 代谢特性的关系研究周汉良等(173)

黄土区坡地施肥对谷子冠气温差和产量的作用梁 银 丽(176)

应用 ^{32}P 示踪对油菜结角期根外磷素营养的研究隗 溟等(178)

光和 Ca^{2+} 对水稻幼苗硝酸还原酶活性的影响李合生等(181)

接种根际联合固氮菌对水稻生长发育与氮素代谢的作用金桓先等(183)

油菜对硒的吸收和积累规律的研究韩宝平等(186)

荞麦幼苗对硒的吸收变化吕金印等(189)

担子菌不同栽培基质中碳源氮源吸收状况的研究李 璇等(191)

氯化胆碱与微量元素配合对桑树某些生长特性的影响董新纯等(196)

水稻缺锌的生理障碍与锌肥的效应研究周广洽等(198)

过量铁对稻苗体内膜脂过氧化及脯氨酸含量的影响张春华等(204)

番茄等蔬菜施用硝酸钾肥料效果试验示范研究方继友等(206)

谷子抽穗前累积水分与 N 肥施用的研究赵 学 堂(208)

汉中盆地水稻施钾肥效应研究吴 凤 声(210)

利用 ^{32}P 示踪研究不同麦棉套共生系统内冬小麦利用土壤磷的差异 王志芬等(211)

四、化学调控

- 油菜素内酯对玉米籽粒发育的调控研究 张凤路等(212)
- 盐胁迫下 6-BA 对小麦离子吸收和分配的作用 张士功等(215)
- 壮丰安对大豆内源激素调控效应的研究 陶 波等(219)
- 水杨酸对低温胁迫下杂交水稻幼苗叶片抗氧化酶和膜脂过氧化的影响 张学明等(222)
- 烯效唑对谷子生长发育及生理特性的影响 马建萍等(225)
- PP₃₃₃ 对花生叶片内源多胺含量的影响 王晓云等(229)
- PP₃₃₃ 对花生荚果生长及内源游离多胺含量的影响 马池珠等(232)
- 大豆施用 ABT 8 号增产的生理机制研究 李文华等(235)
- ABT 生根粉对大豆玉米生长发育及产量的影响 张 华等(238)
- 小麦籽粒产量和品质协同提高的化学调控途径 段留生等(241)
- 三十烷醇磷酸酯钾对粮油作物的生物效应及增产效果 张镇铭等(244)
- 内源激素的含量变化与水杉成花的关系 傅远志等(247)
- 激素和温度对棉胚珠及纤维对糖分吸收和利用的效应 徐楚年等(249)
- 孕穗期涝渍小麦化学调节的效果与作用 陈大清等(251)
- 复合化学调控对夏大豆株型、生理特性和产量的影响 肖 琳等(254)
- 水稻分蘖的化学调控机理 吴连喜等(258)
- “得丰”对观赏植物生长、生理活性的调控 吕建洲等(260)
- 大豆伤根内源激素变化及生长补偿 王晶英等(264)
- S-3307 在花生中分布和食用部分残留的研究 严晓华等(266)
- S-3307 的高效液相色谱分析 严晓华等(268)
- 多效唑浸种对小麦幼苗若干生理生化特性的影响 张 慧等(270)

五、光合生理生态

- RCA 及其在植物光合作用中的作用 蒋德安等(272)
- 逆境胁迫过程中作物光合作用下降的气孔与非气孔行为的理论分析 王 焘等(276)
- Rubisco 及其活化 崔 兴 国(278)
- 大豆光合作用与产量关系的研究 杜维广等(280)
- 作物光合速率在栽培试验中应用的问题 杜 宝 华(284)
- 光抑制条件下籼粳杂交稻的 PSII 和 CO₂ 交换特性 季本华等(287)
- 盐胁迫对小麦 PSII 光化学效率的影响 冯立田等(290)
- 水稻冠层光合速率和光合产物输出日变化 蒋德安等(293)
- B 染色体组长臂缺失对小麦低位叶光合性能的影响 肖 凯等(297)
- 小麦群体红外温度与光合蒸腾速率的关系 段爱旺等(300)
- 强光胁迫下银杏叶片光合作用的气孔限制 李新国等(303)
- 甘蔗净光合速率、叶绿素和比叶重的季节变化及其关系研究 吕建林等(307)
- 玉米不同群体结构对光合特性和产量的影响 薛珠政等(310)
- 扁茎大豆光合特性研究初报 张桂茹等(313)
- 棉花单叶与群体光合特性的比较研究 徐 江等(315)

北疆高产棉花群体光合与呼吸特性研究	张旺锋等(317)
强光和短期高浓度 CO ₂ 对叶片光合功能的影响	陶宗娅等(319)
冬小麦光合蒸腾及光合产物分配与土壤水分关系的研究	吴海卿等(321)
土壤干旱下磷营养对冬小麦 CO ₂ 同化作用的调节	梁银丽等(324)
土壤水分对棉花光合蒸腾特性的影响	刘祖贵等(327)
低温胁迫对甘蔗叶绿素 a 荧光诱导动力学的影响	张木清等(330)
环境因素对生姜光合作用的影响	徐 坤等(332)
甜菜根重与含糖率之间相关机理研究 II—镁素与根重含糖率之间关系	邵世勤等(334)
青海高原地区春小麦籽粒蛋白质组分积累规律初探	刘敬阳等(337)
北云魔芋的物质积累和分配	胡寅华等(341)
春玉米雌穗分化期淀粉积累的动态变化	马智宏等(344)
低水处理对玉米苗期生长及光合作用的影响	邵嘉鸣等(346)
午间强光胁迫下高低蛋白小麦旗叶的光合特性	宋建民等(348)
BL 膜对水稻幼苗叶绿体发育的影响	苍 晶等(349)

六、高产优质栽培

紧凑型小麦品种与超高产栽培	田纪春等(350)
紧凑型高产优质小麦新品种不同种植模式的研究	赵世杰等(353)
温麦 6 号小麦亩产 600Kg 若干形态及生理指标的研究	季书勤等(357)
宁夏引黄灌区春小麦大面积高产优质试验研究	王世敬等(361)
培植水稻高效个体高产群体的技术途径	颜景秀等(364)
水稻小苗抛秧工厂育苗生长优势分析	张建国等(368)
水稻塑盘育秧抛秧的特点及技术措施	吴连喜等(371)
地膜穴播对谷子生长发育及生理特性的影响	郭志利等(377)
定西旱地谷子高产的生理依据和关键技术	曹国玉等(379)
大豆大垄窄行密植高产栽培技术初报	张敬涛等(384)
稻田秋大豆不同育苗移栽方式与全免耕种植的产量效应和效益研究	张明荣等(387)
三江平原重茬大豆不同农艺措施效果比较	赵 桂 范(391)
棉麦套作条件下培育壮苗的研究	杨兴洪等(394)
保水剂节水增产的生理基础	孙玉霞等(396)
保水剂对谷子生长发育及其产量的影响	孙玉霞等(398)
提高水田烤烟质量的技术途径	任永浩等(400)
夜温对云南烤烟含钾量的影响	程辉斗等(402)
不同条件下小麦前氮后移的施肥效应	季书勤等(407)
麦套和夏直播花生高产生育规律的研究	王才斌等(410)
夏花生地膜覆盖高产机理及其栽培技术	陈效东等(417)
福建双行穴播大豆群体生理指标分析	林国强等(418)
宁夏灌区套种玉米两种带型主要生理指标的测定	许 志 斌(419)
超晚播小麦生长发育规律及其高产栽培技术的研究和应用	黄 曾 藩(421)
麦套夏棉对生态环境和产量影响的研究	孙本普等(425)
大豆丰产六改配套栽培技术	韦柏林等(428)

旱地高产小麦生育特点的研究	元新华等(430)
高频电子处理花生种子增产效应研究	孙 荣等(431)
沟播小麦丰产优势的研究	崔 贤等(434)
不同麦棉套作模式对棉花生长发育的影响	王志芬等(436)
麦棉套作系统中冬小麦生长发育的生理特点	王志芬等(437)
提高杂交水稻陈种发芽率及其种苗早分蘖技术	韦柏林等(438)
麦棉套作系统中营养钵育苗移栽棉的生理变化	王志芬等(439)

七、抗病、抗虫生理

大麦抗黄花叶病机制的初步研究	宋 平等(440)
抗、感菌核病油菜品种经草酸处理后几种同工酶的变化	熊秋芳等(442)
不同抗性大豆品种(系)感染 SMV 后叶绿素和光合速率变化分析	栾晓燕等(445)
大豆抗源抗 SCN 过程中的生理变化研究	乔燕祥等(448)
棉花对棉蚜刺吸胁迫的生理应激反应—过氧化物酶活性及其基因表达的变化	高丽锋等(450)
苯丙氨酸解氨酶与棉花诱导抗蚜性的关系	李彩霞等(453)
转 BT 基因抗虫棉 R93—4 生理特性研究	王延琴等(456)
Bt 转基因棉花产量性状及抗虫性研究初报	韩俊杰等(459)
Ts 制剂对小麦感染(BYDV)病毒的防治和过氧化物酶、酯酶的活性比较	吴尔福等(462)
转基因番茄子代遗传性状的观察	沈全光等(465)

八、育种生理及其它

云南小麦育种中的抗旱生理研究	杨延华等(468)
日本粳稻育种材料在广州种植加代情况	张 旭等(472)
大豆抗光氧化和抗旱种质资源的批量筛选鉴定及其生理基础	顾和平等(429)
菜用大豆新品种选育鉴定及评价	李 莹等(481)
CHA 杂种小麦杂种优势表现	李晋生等(484)
作物磷效率的基因型差异及遗传改良研究进展	慕康国等(488)
微弱发光测量技术与植物生理研究	张仲伦等(492)
水稻不同质源雄性不育系萌发胚同工酶指纹分析	梅启明等(496)
不同质源雄性不育水稻不同发育时期花药 DSC 分析	梅启明等(500)
杂交小麦籽粒灌浆过程的计算机模拟	高俊凤等(502)
水稻高光效育种研究的若干进展	李 霞等(505)
利用 ^{32}P 示踪研究棉花生长发育过程中的某些生理特性	王志芬等(506)
浅析临海农场作物早衰的原因及对策	环 爱 华(508)
地膜覆盖对直播单作棉生理影响的示踪研究	王志芬等(514)
大豆体内异黄酮含量的受控因素分析	丁安林等(515)
PP-System 便携式光合系统在光合生理生态研究中的应用	彭 涛等(519)

水稻结实过程中不同部位谷粒中 某些大分子物质的变化

段俊 梁承邨

(中国科学院华南植物研究所 广州 510650)

提要 在水稻结实期间,谷粒中的核酸(DNA、RNA)、氨基酸含量在抽穗后的4~11天快速增加;此后在穗上部谷粒中开始下降,在穗下部则变化减缓;蛋白质含量在穗上部谷粒中于抽穗后的4~11天增加最快,于抽穗后的第18天达到最大值,而在穗下部谷粒中在抽穗后的第4~18天增加最快,18天后增加减缓;蔗糖含量在穗上部谷粒中于抽穗后的第11天达到最大值,然后下降,在穗下部谷粒中于抽穗18天后仍在增加。穗上部谷粒中的DNA、RNA、蛋白质、蔗糖、氨基酸等的含量在结实初期增加均比穗下部谷粒的快,且自始至终基本上均比穗下部谷粒的高。根据以上结果,可以认为穗上部比穗下部谷粒结实性好可能与穗上部谷粒中核酸、蛋白质等的含量在结实初期增加较快且在结实过程中含量较高有关。

水稻穗上部谷粒比穗下部谷粒结实性好,此现象在杂交水稻中表现更为突出,对这种现象的原因,前人从谷粒的生理活性^[1,2]、胚乳细胞的增殖情况^[3]等方面进行过探讨。本文从充实期间谷粒中核酸(DNA和RNA)、蛋白质及糖等含量变化的角度来探讨这个问题。

1 材料与方法

以两系杂交水稻W6154S/特青为材料,种植于本所的试验大田,按常规管理,在抽穗后定期取样从田间取回稻穗,分别从穗上部两个枝梗和穗下部两个枝梗取下200个谷粒,准确称重后置于-40℃的冰箱中保存备用。

核酸(DNA和RNA)、蛋白质、可溶性氨基酸的提取依 Lourdes JC 等^[4]的方法进行,蔗糖的提取依 Gary MF 等^[5]的方法。

核酸(DNA和RNA)的测定依朱治平^[6]的方法

蛋白质的测定依 Bradford M.M.^[7]的方法

氨基酸含量的测定依 Moore S.等^[8]的方法

蔗糖含量的测定依 Ashwell G.^[9]的方法

2 结果与分析

2.1 谷粒中核酸(DNA和RNA)含量的动态变化

水稻抽穗开花以后,谷粒中的DNA和RNA的含量不断增加,且在抽穗后的11天之前增加最快;自测定之日起,无论是DNA还是RNA均是穗上部谷粒中明显比穗下部谷粒中的高,且达到最大值的时间亦较早(图1a、b)。

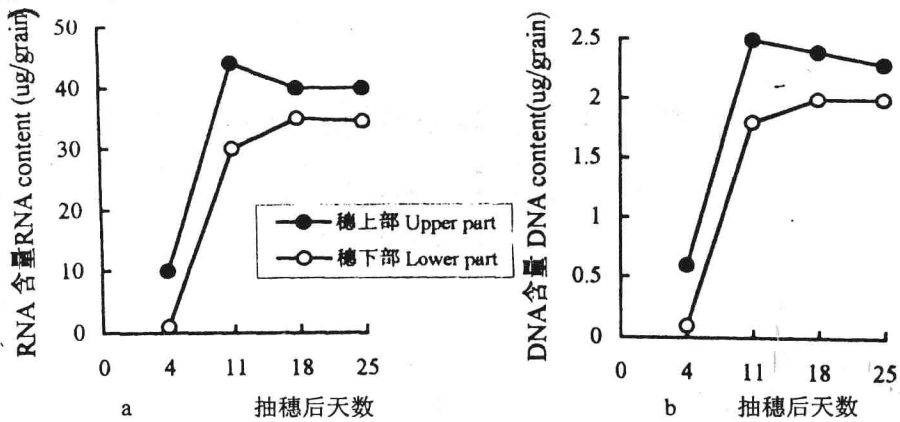


图1 水稻结实期间谷粒中 DNA 和 RNA 含量的变化

2.2 谷粒中蛋白质含量的动态变化

从图2可以看出,在穗上部谷粒和穗下部谷粒中,蛋白质的含量自测定之日起,均不断增加,但是,穗上部谷粒中的蛋白质含量始终比穗下部谷粒中的高。在穗上部谷粒中,抽穗后的4~11天增加最快,11~18天增加速度大为减缓,18天之后则不再增加;在穗下部谷粒中,在抽穗后的4~18天增加较快,18~25天则增加速度减缓。

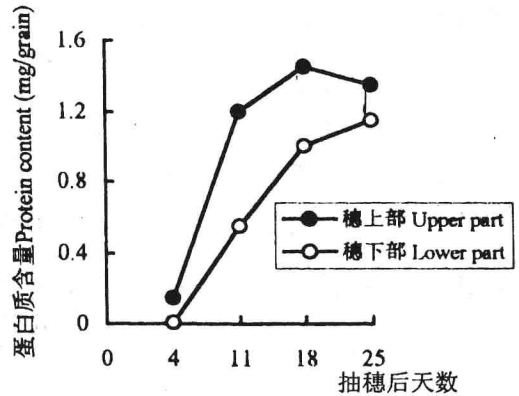


图2 水稻结实期间谷粒蛋白质含量的变化

2.3 谷粒中蔗糖和氨基酸含量的动态变化

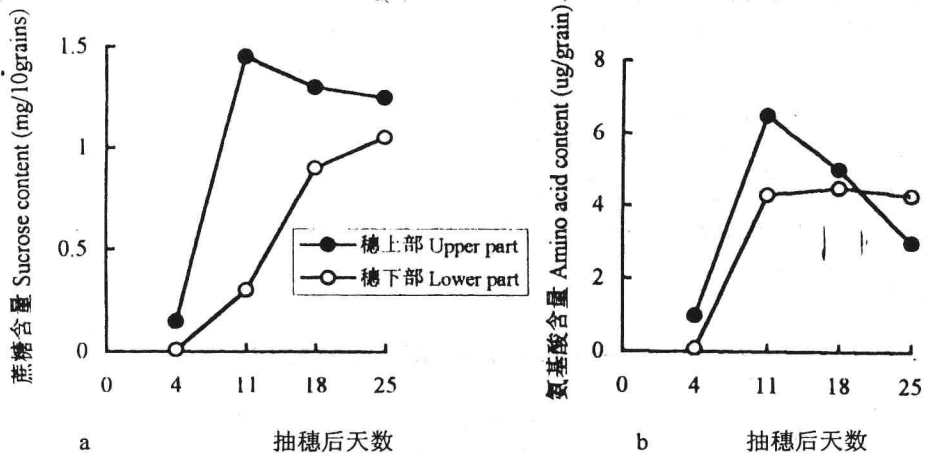


图3 水稻结实期间谷粒中蔗糖和氨基酸含量的变化

在穗上部谷粒中,蔗糖含量在抽穗后的4~11天迅速增加,11天后开始下降;在穗下部谷粒中,蔗糖含量在抽穗后的4~18天增加较快,18~25天缓慢增加。穗上部谷粒和穗下部谷粒比较,穗上部谷粒中的蔗糖含量始终比穗下部谷粒的高,尤其是在抽穗后的4~18天,表现得更为突出(图3a)。

谷粒中氨基酸含量的变化,在穗上部谷粒中,4~11天,快速增加,11天之后开始减少;在穗下部谷粒中4~11天增加较快,11~25天变化不大。穗上部谷粒与穗下部谷粒之间进行比较,除测定的第25天外,其它测定时期均为穗上部谷粒中大于穗下部谷粒中的氨基酸含量。

3 讨论

水稻开花受精后,受精的极核发育形成初生胚乳核,并不断分裂,之后细胞壁出现,形成完整的胚乳细胞。胚乳细胞是积累淀粉和蛋白质等的场所。有研究指出,水稻穗上强势粒比弱势粒结实性好是由于水稻开花后,强势粒中的胚乳细胞数目增加迅速,而弱势粒则增加迟缓,且数目亦比强势粒的少有关^[3],DNA Copy数和含量的增加是胚乳细胞分裂增殖的前提,水稻穗上部的谷粒为强势粒,穗下部的谷粒多为弱势粒,本研究结果指出,在抽穗后的第4天时,穗上部谷粒中DNA的含量就开始比穗下部谷粒的高,并且在整个结实过程中一直如此,这可能是造成穗上部谷粒(强势粒)中胚乳细胞数目增加较快且多于穗下部谷粒(弱势粒)的主要原因。穗上部谷粒中的蛋白质含量比穗下部谷粒的高且在结实前期比穗下部谷粒的增加快,这可能是由于在结实期间,穗上部谷粒中的氨基酸和RNA的含量比穗下部谷粒的高,且前期增加亦比穗下部谷粒的快的缘故,这与前人的研究结果相符^[4]。谷粒积累淀粉的过程实质上是由多种酶参与的一系列生化过程^[10],而酶就是一些具有催化功能的蛋白质,由于穗上部谷粒中蛋白质含量增加较快,酶蛋白含量的增加可能亦较快,加之与淀粉合成有关的酶的活性也比穗下部谷粒的高^[3],因而穗上部谷粒积累淀粉的能力也可能相应较高,又由于穗上部谷粒中的蔗糖含量比穗下部的高,因此,这些因素综合起来导致了穗上部谷粒的结实性比穗下部的好。

参 考 文 献

1. 夏叔芳,张清,王天铎等.植物生理学报,1964(增刊)1:251~264
2. 周建林,陈良碧,周广治.杂交水稻,1992,5:36~40
3. 梁建生,曹显祖,徐生等.作物学报,1994,20(6):685~691
4. Lourdes JC, Gloria B.C, Bienvenido O.J. Plant Physiol. 1970, 46: 743~747
5. Gary MF, Koller H.R. Plant Physiol. 1983, 73: 297~303
6. 朱治平.植物生理学实验手册,上海科技出版社,1985,44~46
7. Bradford M.M. Anal Biochem, 1976, 248~254
8. Moore S., Stein W.H.J. Biol Chem, 1954, 211: 907~913
9. Ashwell G. Methods in Enzymology, 1957, 3: 73~105
10. Nakamura Y., Yuk K., Park S.Y. et al. Plant Cell Physiol, 1989, 30(6): 833~839