

小麦抗旱育种研究进展

王 伟, 刘愈之, 任根深

(甘肃省平凉市农业科学研究所, 甘肃 平凉 743000)

摘要: 从小麦抗旱性指标研究、抗旱育种的遗传理论基础、抗旱育种技术以及生物技术抗旱育种方面的应用等方面简要论述了小麦抗旱育种的研究进展, 并对当前小麦抗旱育种中存在的主要问题和今后的方向提出了看法。

关键词: 小麦; 抗旱育种; 研究进展; 展望

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)10-0062-03

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2014.10.024](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2014.10.024)

干旱缺水已成为世界农业生产面临的严重问题, 也是制约中国农业和经济发展的重要因素。小麦是我国主要粮食作物, 在小麦生产中, 干旱已成为影响小麦产量的主要因子。特别是负担我国粮食生产任务 65% 以上的华北、东北和西北地区, 恰恰是我国最缺水的地区, 而在其它种植区普遍存在降水期与作物生长期不吻合的现象, 即使在雨水供足的南方地区, 季节性干旱也常常对农业生产产生严重影响^[1]。因此, 选育抗旱小麦品种, 是提高干旱和半干旱地区小麦产量的重要措施, 小麦抗旱性研究和抗旱育种已成为当今世界的重要课题之一。

1 小麦抗旱指标的研究

1.1 形态指标

小麦抗旱形态指标是广大育种工作者在长期育种实践中积累的经验总结, 具有简单、实用等特点。依据不同地区的气候特点不同, 可以根据

小麦不同生育期的抗旱特点制定抗旱指标。其中较为广泛应用的指标包括根系的长度、数量、重量, 穗型、芒型、穗长、穗粒数、千粒重、穗节指数和穗叶距, 胚芽鞘长度, 以及叶型、叶色、叶片角质层厚度等叶片特征和分蘖特征、抗旱系数和抗旱指数等^[2]。这些众多的形态指标复杂多变且难于协调, 到目前为止很难形成一套比较可靠的筛选和鉴定体系, 因此在抗旱品种选育过程中一般主要靠经验进行选择。

1.2 生理指标

国内外不少学者已对干旱或高温胁迫下小麦生理进行了系统研究, 特别在抗旱的生理生化机理研究方面取得了很大进展。但这些研究成果在我国小麦育种工作中极少应用, 国外也只有少数应用于育种实践。其原因一方面是由于群体大, 不可能采用一些复杂而又需时长的鉴定方法, 另一方面由于从事干旱、高温胁迫研究的多是生理

收稿日期: 2014-08-04

基金项目: 甘肃省重大科技专项“抗逆高产小麦新品种选育及高效生产技术集成展示”(1203NKDF018)部分内容

作者简介: 王 伟 (1980—), 男, 甘肃平凉人, 技术员, 主要从事小麦育种研究工作。联系电话: (0)13993328179。

E-mail: 707750353@qq.com

通讯作者: 任根深 (1962—), 男, 甘肃庄浪人, 推广研究员, 主要从事冬小麦育种和高效栽培技术研究工作。联系电话:

(0)13993393379。E-mail: plnksrgsh@163.com

3 结语

以上观点, 只是从选育最理想的玉米品种而言, 而在实际工作中很难做到面面俱到, 在育种过程中, 不能过分追求某一育种目标, 如果选育的新品种在保证高产、稳产的前提下, 不抗个别病虫害和对一些不良环境敏感, 则这个新品种就应该可以接受。在育种中过分追求某一目标, 就很难培育出生产上需要的品种, 只能培育出具有某种特性的育种材料, 还可能给生产带来不良后果。其实, 一个商业化品种并不一定要求其适应

性很广, 或在每个地方的表现都很突出, 只要在某一生态区能表现突出, 具有市场竞争力, 就是一个好品种。

参考文献:

- [1] 王庆祥. 怎样提高玉米种植效益[M]. 北京: 金盾出版社, 2007.
- [4] 柴宗文, 刘 健, 李 福, 等. 甘肃省玉米产业的发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技, 2008(6): 43-46.
- [5] 张世煌. 郑单 958 带给我们的创新思路和发展机遇[J]. 玉米科学, 2006, 14(6): 4-6.

(本文责编: 陈 珩)

生化机制方向,很少涉及干旱、热胁迫的遗传育种。在我国及其它一些干旱半干旱区,小麦抗旱育种仍以产量为唯一的选择指标,这样虽然在提高产量上取得一些进展,但无疑是对一些高抗干旱、耐热资源的浪费。在以色列,直接可遗传的生理指标选择已被证明非常有效,同时兼顾产量的品种选育工作已成为现实。许多研究者提出过不少的可能抗性机制和相关的鉴定方法,基于这些理论产生了 20 多项较可靠的间接生理生化指标,其中包括叶片水势、相对含水量、束缚水含量、种子吸水率和发芽率、细胞渗透调节能力、叶片膨压、超弱发光和叶绿素荧光强度、光合与呼吸强度、离体叶片失水率、茎叶耐化学脱水性、根冠淀粉水解、ABA 积累、脯氨酸积累、SOD 及 ATP 等酶活性、红外测冠层温度等可靠简便的鉴定方法^[2]。

2 小麦抗旱育种的遗传理论基础

作物的抗旱性是由多基因控制的数量性状,其表现型受作物多个性状的综合作用。迄今为止,国内外学者从小麦形态结构、生理生化机制以及分子水平等方面对小麦的抗旱性及其相关性状都进行了大量研究,并取得了一些对小麦抗旱育种有指导意义的结果^[3-4]。对小麦抗旱性遗传机制研究表明,小麦抗旱性遗传背景的表达不仅取决于基因的加性效应和非加性效应,而且还受制于正反交效应的影响^[5],通过一定选择压力的设置,可以把品种的丰产潜力与抗旱性有机的结合起来^[6-7]。张正斌等已经开始了小麦抗旱、高水分利用效率、优质高产生理遗传育种等方面的研究,主要进行小麦抗旱高水分利用效率的生理机制和分子生物学基础、遗传规律、分子标记及功能基因组研究,利用生物新技术培育抗旱高水分利用效率的优质高产新品种^[8]。高水分利用效率能将抗旱节水和高产统一于一体,但关于小麦水分利用效率的遗传研究较少,目前仅进行了小麦水分利用效率的基因定位和分子标记的部分研究工作,以便应用于分子标记辅助选择育种中^[9]。所有这些,都为有效地进行小麦抗旱育种提供了丰富的理论基础,为提高抗旱高产小麦新品种的选择效率提供了科学依据。

3 小麦抗旱育种技术

3.1 提高水分利用效率

碳同位素判别法作为提高水分利用率的选择标准,可提高作物的水分利用效率,改善作物对干旱环境的适应性,对一些当地和现代基因型栽培种的总干物质,水分利用率和旗叶碳同位素判

别的差异进行了比较研究,结果表明无论在干旱还是水分充足的条件下,选育碳同位素判别法都可以有效改善小麦的水分利用率。

3.2 提高收获指数

由于灌浆期水分胁迫严重影响短暂光合作用,所以茎贮藏物质的运输对收获指数的提高就起着举足轻重的作用。但由于很难在同一水分胁迫水平上对大量物候期不同的材料施加合适的选择压力,所以虽然这个性状的遗传变异显著,却不可能进行选择。化学干燥剂筛选法近几年来已在世界各地引起广泛关注。碘化钾可以用来选择在花期干旱时能保持稳定的籽粒产量的耐旱小麦品系,目前已用于小麦抗旱育种研究。但有结果表明,干燥剂技术广泛用于旱地育种的可能性有一定局限。这项技术较为适宜的应用范围是选择那些既能灌溉也能在干旱条件下种植,同时也表现出花期后耐旱的亲本和优良品系,以解决小麦生产中存在的后期干旱、克服高温下花期后同化物向籽粒运输量不高、灌浆期高温而影响产量的问题。

3.3 筛选抗旱性种质资源

优异的抗旱种质资源是抗旱育种的基础。抗旱性筛选的指标包括生理等特征和形态学特征。在生理学特征方面,有拟干旱(高渗溶液)下的发芽能力、不同渗透势土壤中的发芽能力、根长或扎根深度、干旱情况下幼苗存活与生长状况、离体叶片持水或水分丢失程度、气孔开度、根冠淀粉水解状况,花粉败育率、叶绿素稳定性、脯氨酸积累能力、SOD 酶活性、叶片导性、叶水势、耐高温承受力和冠层温度等;在形态学特征方面,有根茎叶生长状况和农艺性状产量指标等都可以用于衡量抗旱性的高低。但只有综合各类指标,才更能实际反映被鉴定材料的抗旱性,其中较新的方法有以下几种:相对耐旱指数,即用在蔗糖液中发芽种子数量和在水中发芽种子数量之比来判别小麦的抗旱性;花期对叶片进行脱水和渗透休克法;种子在蔗糖液浸泡 20~28 h 后的比重变化法,即用种子膨胀法个体筛选抗旱小麦,比重下降愈大的种子,抗旱性越高;核磁共振法;吸水高峰 1 940 nm 叶片近红外反射法;抗旱指数法 [(旱地产量 × 抗旱系数) / 平均旱地产量]。上述方法在育种实践中已经得到了一定的应用^[10]。但是,由于小麦生理、形态指标众多而复杂多变且难以协调,对小麦种质材料抗旱性的评价还应结合与抗旱性有关的农艺性状、育种经验等综合因素进行取舍并决定其最终用途。

3.4 应用生物技术

生物技术在小麦抗旱育种上的应用起步较晚^[11-12]，1988 年以来，主要开展了组织培养(原生质体和细胞培养)和生物技术。如 RELD 应用于植物组织培养，在抗旱育种中主要用于提供更大的遗传变异性，用于研究与抗水分胁迫有关的细胞过程和机制，间接为育种提供分子标记，对资源进行分类和对基因渗透进行跟踪，使其便于应用基因工程技术。近年来生物技术逐渐更多地应用于作物的遗传改良和品种选育领域。在利用 RFLP 构建连锁图谱基础上，RAPD、AFLP 和 SSR 等分子标记技术越来越多被用于资源和品种的筛选和鉴定，在抗旱分子标记方面的工作已经得到开展。中国农业科学院利用 SSR 技术对我国主要的抗旱材料的基因流进行了分析，表明小麦的抗旱基因确实影响了一系列小麦品种的抗旱性，并可以通过分子标记进行基因流追踪研究。作物的抗旱性状是由多基因控制的数量性状，因此克隆抗旱基因必须采取将其分解为容易获得的相关特异性状。禾本科中的其它作物高粱、水稻和玉米等与抗旱有关的基因克隆研究已经开展，目前已经克隆了一批基因，如 LEA、RAB、CDH 等基因。虽然小麦遗传基础的复杂性给小麦的分子生物学的研究工作带来了困难，但相信未来在比较基因研究的基础上一定会获得小麦抗旱基因的克隆。

4 结束语

尽管不同研究者从许多方面做了大量的研究工作，对小麦的抗旱性进行了大量研究。但是由于作物抗旱性不仅与作物的种类、品种基因型、形态性状及生理生化反应等有关，而且受干旱发生的时期、强度及持续时间的影响，所以作物抗旱性是复杂的数量性状^[13]。山仑认为，不同作物和品种适应干旱的方式是多种多样的，一些作物和品种具有综合的几种机制共同起作用的抗旱性^[10]。到目前为止，改良作物的抗旱性是一个应用前景广阔但研究比较薄弱的环节，特别是通过认识作物的抗旱机理，改变其遗传基础，提高抗旱性方面，仍处于探索性阶段。

尽管经过遗传育种学家的不懈努力，使小麦抗旱育种技术日趋完善，但是仍然有许多问题亟待解决。一是抗旱与高产的矛盾。由于社会的不断进步，人们更加关注环保问题、可持续发展问题，加之水资源的匮乏将是未来世界性难题，为了应对日益枯竭的水资源和恶劣的环境，将抗旱性与高产性结合、节水性与丰产性结合将成为育种的必然。二是抗旱与优质的矛盾。抗旱性与优

质的结合，实际上是将品种的抗旱性与其最终用途的多样化、专用化相结合。只有这样，才会发挥我国广大旱地或半干旱地区的土地资源和各种自然资源，保障国家粮食安全，实现小麦生产的可持续发展。三是抗旱与其它抗逆性状的协调发展。随着产量水平的提高，氮肥施用量的增加，纹枯病、根腐病等发生也随之严重。因此，在提高小麦抗旱性及注重抗白粉病、锈病的同时，加强根病的研究，提高其抗、耐能力，养根护叶才能防止早衰。抗病抗虫品种的选育和应用，以减少或避免施用农药，又达到稳产的目的。培育耐低营养素的品种，以减少化肥的用量，减少污染，节约资源，延缓人类对自然界掠夺的速度。总之，随着生物技术的广泛应用，从分子水平上阐明作物抗旱性的物质基础及其生理生化功能，从而通过基因工程手段进行抗旱基因重组以创造抗旱新类型，应当是我们追求的一个重要目标，也是当前研究的一个热点。

参考文献:

- [1] 杨凯. 小麦抗旱生理形状的染色体定位和苗期抗旱分子标记[D]. 北京: 中国农业科学院作物品种资源研究所, 1997.
- [2] 倪郁, 李唯. 作物抗旱机制及其指标的研究进展与现状[J]. 甘肃农业大学学报, 2001(1): 14-22.
- [3] 景蕊莲. 作物抗旱研究的现状与思考[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(2): 79-85.
- [4] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [5] 卫云宗, 乔蕊清, 王娟玲. 冬小麦 F_s 代的综合评价[J]. 河北农作物研究, 1992(3): 5-10.
- [6] 乔蕊清, 卫云宗, 刘玲玲, 等. 黄土高原旱生型高产冬小麦品种及其选育策略[J]. 山西农业科学, 1998, 26(1): 3-6.
- [7] 卫云宗, 刘新月, 乔蕊清. 黄淮海旱地小麦主要性状演变及其育种技术研究[C]//中国农学会. 中国青年农业科学学术年报. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [8] 张正斌, 王德轩. 小麦抗旱生态育种[M]. 西安: 陕西人民教育出版社, 1992.
- [9] 张正斌. 作物抗旱节水的生理遗传育种基础[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [10] 山仑. 旱地农业生理生态基础[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [11] 刘国花, 韩素英, 齐力旺. 植物抗旱耐盐基因工程研究及应用前景[J]. 世界农业, 2003(7): 44-46.
- [12] 周元昌, 李维明, 陈启锋, 等. 作物育种科学发展的趋势[J]. 世界农业, 2003(7): 38-41.
- [13] 张俊儒, 张磊. 对农作物新品种选育及推广应用的冷思考[J]. 甘肃农业科技, 2012(2): 36-38.

(本文责编: 陈珩)