

小麦品质育种的目标途径和方法

于 光 华

(黑龙江省农业科学院育种所)

小麦品质育种研究工作,已被列为“七五”期间国家重点课题。本文就开展小麦品质育种的迫切性,小麦品质育种的难点和可能性,以及育种目标、途径和方法等问题,结合我们的工作体会,进行综合评述。

一、小麦品质育种的迫切性

小麦是我省主要粮食作物之一,播种面积占耕地面积的1/4左右,小麦总产量占粮食作物总产量的1/4—1/3。小麦已成为我省人民的主食、植物蛋白质的主要来源。众所周知,蛋白质是构成人体组织与生理活动不可代替的基础物质。当前蛋白质不足是个世界性问题,现在全世界平均每人每天得到的蛋白质不足60克,而实际需要100克左右。据有关部门统计1979年我国每人每天得到的蛋白质59.5克,其中动物蛋白质5.4克,仅占9.1%,而90.9%来自植物蛋白。又据中国医学科学院卫生研究所预测:到本世纪末,我国人民的食物结构得到较大改进后,每人每天摄入的蛋白质达72克,其中动物蛋白的比例将提高到占总量的23%。其余的77%的蛋白质来自植物。为了实现这一目标,可从增加动植物蛋白质两方面着手,提高谷物蛋白质含量是育种工作者的任务。据统计在全世界谷物蛋白质总量中,小麦占38.4%,由此可见,提高小麦子粒中蛋白质含量具有十分重要意义。

多年来由于重视高产而忽视了品质,致使小麦子粒中蛋白质含量呈下降趋势。如我省解放初期种植的农家品种,平均蛋白质含

量18.28%,50年代育成品种平均为17.91%,60年代为16.54%,70年代为15.64%,分析上面数字可以看出,我省小麦生产品种的蛋白质含量几乎每十年下降1%,因此,提高小麦品种子粒蛋白质含量应成为小麦育种目标的主要组成部分。

蛋白质含量下降,面筋含量低,加工品质差,因此,改善小麦品质的问题,必须采取强有力的措施,迅速加以解决。

二、小麦品质育种的难点和可能性

小麦子粒蛋白质含量和大部分与加工品质有关的性状受多基因控制,它们的遗传是非常复杂的,环境又对它们表现强烈的影响,或许几乎所有对小麦经济性如产量等有作用的基因,对子粒蛋白质含量及加工品质都有直接或间接作用。因此正确的对待和处理子粒蛋白质含量、加工品质性状与环境间,子粒蛋白质含量与产量、农艺性状间,子粒蛋白质含量、面筋含量与加工品质性状间的关系,成为小麦品质育种成败的关键。

1. 环境对小麦子粒蛋白质含量及其他品质性状的影响:

对子粒蛋白质含量及其他品质性状影响最大的是气候条件。在干旱少雨条件下,小麦子粒透明度有所增加,角质率提高品质好;多雨条件下,子粒品质不好。有人研究指出,气温在35℃以内,温度越高越有利于蛋白质的积累。在我国,北方小麦蛋白质高于南

方，春麦高于冬麦，这是小麦生育期特别是后期气候条件不同而引起的。

栽培条件的影响仅次于气候条件。粘重土、豆茬地均有利于蛋白质的积累，砂壤土肥力低的土壤，特别是缺乏氮素的土壤，不利于蛋白质的积累，总之，含氮高的土壤有利于蛋白质的积累，含氮低的土壤不利于蛋白质的积累。追肥可以提高小麦子粒中蛋白质的含量，尤以后期追肥效果为好（灌浆期追肥效果大于开花期>孕穗期>拔节期）。氮素肥料与增加子粒中蛋白质有关，磷肥有改善烘烤品质的作用，钾肥与氮素代谢有关。

不同品种，子粒中蛋白质含量不同，是基因型不同决定的。同一品种，子粒蛋白质含量不同，是气候和栽培条件不同引起的；不同植株或同一植株的不同分蘖间，不同部位的子粒蛋白质含量也各异；子粒的饱满和瘪瘦也会造成蛋白质含量的不同。已有的研究结果指出，基因型与环境互作：年度间为1.5%，地点间为2%；因此在比较不同品种间的子粒蛋白质含量水平时，应有多年多点的试验数据，还要和对照品种进行比较。尽管小麦子粒蛋白质含量受气候和栽培条件的强烈影响，但是子粒高蛋白的基因型不论在何种气候和栽培条件下，它的子粒蛋白质含量总是比子粒低蛋白的基因型要高，这说明小麦品种子粒蛋白质含量是一个遗传性状，可以通过育种途径进行改良。

2. 子粒蛋白质含量与子粒产量间的负相关：在育种过程中，若偏重于子粒高蛋白基因型选择时，往往招致产量潜力的下降，若偏重于丰产基因型选择时，则子粒蛋白质含量下降，品质变劣。然而近年来许多研究结果表明，蛋白质含量和子粒产量间的负相关不是绝对和不可改变的。据美国内布拉斯加州立大学 Johnson 等（1973）对世界 12,613 个普通小麦品种的鉴定结果：小麦子粒的蛋白质含量（%）的变幅为 6.9—22.0，平均为 12.97 ± 2.019 ，这个性状的遗传变异量占 40—50%，这证明品种间子粒蛋白质含量存在着

遗传差异和通过育种手段可以提高子粒的蛋白质含量。已有的研究结果表明品种间赖氨酸含量的差别主要是环境造成的，而且在普通小麦中目前尚未找到类似玉米 Opagwe2 这种高赖氨酸材料，所以培育富含赖氨酸的小麦品种是较难实现的，可以在加工过程中加入添加剂的办法加以解决。又据该大学在分析 1969—70 年的国际冬小麦高产比较圃中发现：24 个品种在不同地点上产量与子粒蛋白质的相关系数为 0.61** 到 +0.65**，而且他们的决定系数也较低。另外，在许多杂种后代中经常出现丰产潜力大和子粒蛋白质含量高的个体和品系，如他们培育的子粒蛋白质含量高、烘烤品质好、产量高的推广品种 Lancota。这说明尽管子粒蛋白质含量与产量呈负相关，只要我们在育种过程的每一个阶段注意协调子粒蛋白质含量与产量和其他农艺性状间的关系，通过育种手段是可以把子粒高产与高蛋白结合在一起的。

三、小麦品质育种的目标

产量的高低是一个小麦新品种在生产上能否得到推广的先决条件，但一个高产、低蛋白和加工品质差的小麦品种，是很难为广大群众所喜爱的，这就大大地限制了品种的推广和利用。由此可见，蛋白质含量高，面筋含量高、加工品质好，应该成为小麦育种目标的重要内容，做为审定推广品种的主要依据。在我们强调品质的同时不能忽略育种目标的其他方面。优质是重要育种目标，但它不是唯一的，因为我们不能以牺牲高产为代价来换取优质。

品质好坏是小麦品种基因型决定的，品种本身是内因，因此小麦品质育种的主攻方向应该是营养品质，而不是加工品质。一个小麦品种的加工品质好坏主要取决于它的营养成分组成，也可以说与蛋白质含量、面筋含量和质量有直接关系。众所周知，小麦面粉中的醇溶蛋白和麦谷蛋白与水结合形成面筋。它使面筋富有弹性和延伸性。在面粉中

这两种蛋白质约各占40%左右,因此醇溶蛋白和麦谷蛋白含量多少,直接影响着面筋的含量和质量。

四、途径和方法

小麦品质育种仍以常规为主,与其他途径相结合,在育种策略上应该是远近结合,以近为主。①在近期,应立即着手筛选现有品种和高代品系,同时开展系统选种,优中选优,把那些品质好、产量高或不低于现有推广品种的中选材料,迅速繁殖起来,以便尽早应用于生产。基础工作是普查优质资源,引入国外优质资源,并及时开展优质资源鉴定和研究工作(包括遗传研究)。②长远方面,就是要开展有优质亲本参加的杂交育种工作,做好杂种后代的选择与处理;基础工作是加强品质性状遗传研究,创造优质资源。

1. 收集、筛选和创造蛋白质含量高、加工品质好的优质资源:目前世界上进行小麦子粒品质改良时常用的亲本为Atlas66和“Nap Hal”,但实践证明这两个品种都不太理想。目前发现的高蛋白源还有:美国Atlas66的衍生Lancota, NE7060, SD69103, Atlas50, Hand, Flex, Brawny和PLaisman V; NB67730; 苏联的萨拉托夫29、胜利麦, 红星麦; 澳大利亚的Festival(节日麦), Koda, 印度的Pusa—5—3, Sharbati Sonora, 罗马尼亚的F26—70; 在我国的农家品种中也有不少子粒蛋白质含量高和加工品质好的材料。河北磁县的“霸王鞭”子粒蛋白质含量高达22%; 山西的“冰糖色”和河南的“大口麦”都是面筋品质好适作挂面的好材料。我省农家品种“北安大青芒”和“南风”等蛋白质含量都在19%以上。中国农科院作物所培育的京771和8131—1两个春麦品种不仅蛋白质含量高,而且湿面筋含量高达45—50%,我省的克早8号、龙麦12、龙辐麦1号等都是目前生产应用的优质品种。

另外在小麦属的许多种及其近缘属中蛋

白质含量高的有野生一粒、野生二粒、栽培二粒、提莫非维、阿拉拉特和茹可夫斯基小麦等,其中野生二粒蛋白质较高(英国剑桥大学植物育种所报到为43%,一般报到为23.4—31.6%),并且变异范围广,与普通小麦杂交不存在任何障碍,在其杂种后代能产生蛋白质含量高的后代,在杂种后代中不存在明显的产量与蛋白质含量负相关。在小麦远缘种属中如山羊草属、偃麦草属、黑麦属、滨草属与小麦有部分同源关系的染色体上存在一些普通小麦所没有的高蛋白和控制高分子量麦谷蛋白亚基的基因,可以通过远缘杂交将这些远缘种属的高蛋白基因转移到相应的普通小麦染色体上。如我们用普通小麦与偃麦草属杂交选育出来的远中₄蛋白质含量为20.56%、远中₄为20.23%、远中₅为20.99%。又如用普通小麦与其他远缘种属杂交创造出蛋白质含量高达21.08—23.07%的后代材料。

2. 加强对优质资源的鉴定和研究工作:

对新引入的资源要及时开展鉴定和研究,包括蛋白质和赖氨酸含量的分析,抗病性和抗逆性鉴定,以及亲本配合力分析;为了解高蛋白品种氮的积累能力和方式,有条件的单位也可以开展高蛋白品种氮的吸收、转化和积累的研究。小麦子粒品质性状的遗传规律是很复杂的,因此必须进一步研究摸清不同亲本控制该性状的基因数量、作用方式和杂种后代的分离规律是十分必要的。

3. 开展有优质亲本参加的杂交育种工作:通过有性杂交育种培育高蛋白或加工品质好的新品种,主要是借助于这种方式使亲本间的基因分离重组,从而把高蛋白和加工品质好的基因组装到新品种上去。选育高蛋白和加工品质好的新品种杂交组合模式是多种多样的:①只有两个亲本参加的单交组合,最好双亲都是当地推广品种或高代品系,其中一亲蛋白质含量高,而另一亲加工品质好,这样渴望在后代选出蛋白质含量高、加工品质好的个体。当然一亲是高蛋白或加工

品质好、而另一亲是当地近期育成的农艺性状好的品种或高代品系也不是不可取的。如果双亲之一是外引优质亲本,那么对另一亲的要求是比较高的:他的农艺性状要好,其他性状也要好,而且蛋白质含量要有一定水平。②当本地优质亲本与外引优质亲本杂交时, F_1 最好用当地近期选育的蛋白质含量有一定水平的品种或高代品系进行回交。③第三种组合模式为甲 \times (乙 \times 丙),甲代表农艺性状全面兼有一定蛋白质含量水平的亲本,乙为农艺亲本,丙为高蛋白亲本。④第四种组合模式为冬春麦杂交,这里主要是利用冬麦的丰产性和抗叶锈性,但冬亲蛋白质含量要高,与春麦高蛋白亲本杂交,经用春麦1—2代回交,希望选出丰产、优质、适应性强的新品系或新品种。

4. 杂种后代的选择: 一个蛋白质含量高、加工品质好的小麦品种,往往具有容重高、子粒大小整齐、角质率高等特点;而一个容重高、子粒大小整齐、角质率等高的品种,不一定蛋白质含量高、加工品质好。这说明品质性状的选择只靠一些直观性状是远远不够的,在配制大量杂交组合以后,关键在于如何在早代分离的群体中,把蛋白质含量高、加工品质好的个体选出来。大多数学者认为以蛋白质含量直接作为选择指标,乃是提高子粒蛋白质最有效的方法,但在大多数情况下这样做会使产量下降;而以蛋白质产量作为选择指标,乃是子粒蛋白质含量和子粒产量均较亲本有显著增加的有效方法;也有人主张以氮收获指数做为选择指标,但这种方法比较麻烦;印度学者主张先在分离群体中,根据粒重选出大粒材料,再根据大粒材料蛋白质含量进行选择,这样做易于克服子粒蛋白质含量和产量间的负相关,获得子粒蛋白质和产量结合得很好的个体,这是

一个很好的选择指标。

高蛋白性状的选择,是以农艺性状好产量高为前提的,因此在选择过程中会出现高产低蛋白和低产高蛋白两种情况,成败的关键在于我们如何去协调产量和蛋白质的关系。加工品质性状虽受多基因控制,但他们受环境影响比蛋白质含量要小,并且他们的遗传力一般较高,有些性状呈部分显性,所以对这些性状的选择和改良比蛋白质容易。因为分析加工品质性状需要一定种子量,所以一般在高代品系中进行。

杂种后代处理有以下几种方法供参考。

① F_2 稀植选株,把株高、抗病性、熟期等低世代选择有效的性状先选出来,然后在 F_3 、 F_4 条播测产和分析群体的品质,从中选出高产品质的材料升代。② F_2 、 F_3 选穗混合处理、测品质, F_4 开始选株,我们基本上用这种方法进行后代处理。③ 隔代选株法,即单数世代测产分析品质,双数世代选株; F_3 条播测产分析群体品质, F_4 稀播选,……。④ 稀播选株, F_3 条播,按小区测产,中选小区选 20—30 个穗混脱,这样重复两次即可。总之后代处理要与品质性状的选择紧密相连,才能收到预期的结果。

5. 研究快速、准确、有效适于小麦育种工作应用的子粒品质分析和鉴定方法是今后急待解决的问题: 目前世界上常用的小麦品质分析仪器,主要是西德、瑞典和美国等几家公司制造的,由于这些仪器价格昂贵,一般单位目前尚无力购置,因此结合育种需要急待解决适于我国国情的子粒品质分析仪器和鉴定方法。目前常用的几种简单快速品质分析方法有:①全麦粉发酵时间(即伯尔辛克值法),②Zeleny 沉淀法,③S.D.S 沉淀法,④剩余蛋白法,⑤溶液飘浮法。