

辐照方法在玉米育种中的应用

周柱华

王增贵

(山东省农业科学院原子能农业应用研究所, 济南 250100)

摘要 采用辐照的方法选择育种目标所需的玉米突变体,是核技术在作物育种上应用的一个方面。自开展这项工作以来,大量的育种实践证明,育种素材经辐照后可获得早熟、矮秆、抗病等优良性状的突变,它是增加变异范围,扩大选择机率的一种有效手段。

关键词 玉米 育种 核技术

自将辐照方法引入植物育种领域后,国内外已在小麦、玉米、水稻、大豆等作物上取得了显著的成果,成了获得优良性状突变体和育成农作物良种的有效手段。

玉米是最早被用来作为辐照突变和进行细胞遗传学方面研究的材料之一。许多前人在这方面做了大量的工作,但直接以育种为目标而利用辐照诱发突变的研究,在早年却进行的很少。从60年代开始,美、俄、罗、保等国家相继开展了玉米诱发突变的利用工作。如辛格莱顿(singleton)、斯托依洛夫(stoilov)、莫尔库姆(Morgum)、考倍利(Kobelev)、索勒维尔(zharavl)等在这方面做了不少的研究,分别获得了许多矮秆、早熟、抗寒、抗病、高配合力、不育等各种类型的突变系。

我国自开展辐照育种工作以来,取得了举世瞩目的成绩,利用辐照的方法诱发玉米的各种遗传变异,可以丰富育种素材资源,增加选育新品种的机率。

1 辐照诱发突变是扩大玉米遗传变异的一条重要途径

在玉米改良研究工作中,保持和增强玉米的遗传变异性是玉米育种取得成功的基础,有了丰富的遗传变异性,就能增加选择优良基因型的机率。过去从栽培品种中自交分离已证明难以获得理想的优良基因型,后来

普遍采用杂交种分离自交系,但由于组配杂交种的骨干系不多或为共衍生系,因而出现血缘日益接近的倾向,影响配合力的提高。随着玉米生产的发展,对玉米杂交种的要求越来越高,在育种工作者普遍地感到缺乏新的优良基因型的情况下,应用辐照诱发突变作为一个获得新的变异性的的重要途径,已引起了广泛的重视。

玉米是异花授粉作物,本身具有广泛的变异性,因此,玉米诱发突变的发现和利用与自花授粉作物相比可能较困难,但基因突变是生物体变异的源泉,是选择进化的基础。我们多年来连续以玉米杂交种进行辐照诱发,获得了大量的变异材料,并育成一批具有特异性状的自交系,如原武02、华凤100、原齐123、原齐722、鲁原133等,这充分证明,辐照诱发大大增加了变异的多样性,为玉米创造新的优良基因型提供了基础。诱发突变不但增强了遗传变异性,而且扩大了基因差异性,因而可以选育出配合力高的突变系。研究表明,突变基因型效应间存在着极显著的差异,加性和非加性基因效应同时存在,加性效应起主导作用。由此可见,辐照诱发突变在发展玉米杂交优势利用的研究中,具有广阔的前景,是一条值得重视的途径。

2 选择辐照材料是获得优良突变体的基础

2.1 利用杂交种进行诱变,可扩大变异性,提高优良基因型的选择频率

掌握诱变规律,提高选择效果,是玉米辐照育种的两个关键问题,辐照材料的遗传背景对突变性状的表现和诱变效果有重要作用。玉米辐照诱变的目的是选育新的具有优良性状和高配合力的自交系。早年我们曾用辐照的方法处理自交系,目的是改良自交系的个别性状,但未获理想结果,分析其原因,一是由于自交系经多代自交,生活力衰退,难以经受辐照的损伤;二是由于自交系经自交纯合,遗传基础已很贫乏,在玉米这样种植群体较小的情况下,往往不易获得多量可供选择的突变。尽管采用杂交种诱变有时不易对诱变因素的实际效果进行确切地区分,但国内外的试验已充分表明适宜的诱变处理促进了新类型的产生和分离。辐照造成的基因突变与基因重组相结合,构成了复杂的变化,导致新基因型的产生。原齐 123 自交系可作为一个例证,它具有一般自交系不同时具备的早熟、矮秆、抗病、高配合力的优点,是用辐照方法选育出的一个较好的玉米突变体。

利用杂交种作为辐照亲本,其分离变异范围明显较未处理的大。如辐照处理的'原矮 157 × Va35'杂交种, M_2 株高变异范围为 107 ~ 230cm,未处理的为 170 ~ 220cm。辐照处理后,还可出现越亲性状,如“中 7490 × 1806”经辐照引变后,从中分离出丛生矮缩型、叶片直立、株型筒状的株系;“辐 92-18”中出现叶片极窄、排列稀松、叶色很深的株系和叶片似剑麻状、有肉质、尖硬的株系;“17-4”中分离出穗长 21.2cm 的大穗系。近年来,我们还采用不同自交系组配成综合种诱发新系,其分离和变异很大,已选出一些有希望的株系进行测配。因此,我们认为在玉米育种过程中,加进辐照诱变因素,对选择新类型的玉米自交系是有效和可行的。

2.2 利用辐照处理杂交种要慎重选择自交系组配成供试的杂交种

辐照处理杂交种,虽然提供了较广泛的变异性,但并不是任何材料都可选出优良的变异系,亲本材料的遗传背景仍然是突变的基础。近几年来,我们先后辐照处理了几十个杂交组合,但选出较好突变系的只集中在几个组合上,这些组合均是原来根据育种目标有计划地组配的。如在“原武 02 × 齐 31”中选出的原齐 123、原齐 722;“华凤 100 × 黄早 4”中选出的鲁原 3827;“原齐 721 × 黄早 4”中选出的鲁原 133;“金黄 55 × C 凤 104”中选出的鲁原 824 等等。当时选择这些组合进行辐照处理的目标是:通过亲本自交系在性状上的互补,获得株型理想、抗病性好、配合力高、自身生产性能好的自交系,由于选育目标明确,因此见效快效果好。

3 辐照选育玉米自交系的方法及步骤

3.1 诱变剂量

玉米自交系、杂交种、品种间有着不同的辐照敏感性,要得到良好的诱变效果,必须选取适宜的剂量范围。据我们的经验,用 ^{60}Co - γ 射线辐照自交系时,剂量为 135 ~ 190Gy,辐照杂交种时剂量以 200 ~ 320Gy 较合适。当剂量超过 372Gy 时,死亡率很高,失去了选择的机会,剂量过小,则不会出现明显的变异。由于玉米植株高大,种植群体受到一定的限制,因此,如何在提高辐照剂量的情况下,保证玉米能存活较多的株数,而又能获得更多的变异,这是十分重要的。试验证明,播种时的气温、地温、墒情等环境条件,也能显著地影响处理材料对射线的敏感性。据我们的试验,辐射后再用微波处理,可减少死亡率,因此,为玉米种子的发芽、幼苗的生长创造良好的条件和采用微波等方法进行复合处理,可以把诱变剂量提高到 325Gy、327Gy 甚至 420Gy,以利突变机率的提高。

3.2 辐射后代的处理问题

玉米植株高大,又是异花授粉作物,因此,辐照后代的选育有别于自花授粉作物,其特点是需要自交分离,难度较大,工作量多。

我们对杂交种处理的数量,一般掌握在每年两季种植 6~10 个杂交组合,处理数量是每个组合 100~150 粒种子,在苗期去掉一些不能正常发育的幼苗,获得正常结实的 30 株左右,第一代即按单株单穗自交,次年按穗系种植成穗行,播种时用种量比平常多 2~3 倍,以备出现白化、黄化、严重畸形苗。留苗是随机的,每个穗系保持在 60 株以上,在人力许可的情况下,尽量多种。第二代植株选株套袋自交留种;第三代每个株系种植 30~60 株,株选与系选并进。第三代是分离最大,出现类型最多的世代,也是开始对稳定系进行测配和抗逆性鉴定的世代,所以这时是选育工作的重点。一般在第二至第三代种植 30~100 个穗系,第四代和第五代在测配和性状鉴定的基础上只种植部分优良的株系,主要是继续自交稳定和组配新组合,每个突变系的种植株数适当增加,在发现好的组合时可及时进行种子繁殖。

上述种植数量,按诱发突变的要求来说,是远远不够的,但面对现实,玉米不可能象小麦、水稻那样种植大量的群体,就现有工作量来说,也是相当庞大的。采用杂交种作辐照诱变材料,第二代出现的分离是基因重组的结果,但也包含着潜在的基因突变,因此会出现第三代分离较多的现象,然而第三代也有主要性状就基本稳定的系,这与常规杂交分离迥然不同,其原因有待进一步研究,但无论如何,第三代是玉米辐射育种中的一个重要世代,应予以充分地重视。

4 玉米辐照诱发突变的性状与利用

利用杂交种诱发突变可获得广泛的性状变异,对某些性状的作用更是显而易见,如矮秆突变,早熟突变、抗病性突变,株型叶型突变以及不育性的突变等。

辐照诱变出现矮秆的频率是很高的,而且可产生一系列不同株高的突变,最明显的是矮秆或半矮秆类型,从其结构来看,有整株

节间缩短,部分节间缩短和丛缩矮生等几种类型。一般中部及上部节间严重缩短的类型在自交后往往能恢复原状,整株缩短及丛缩型突变能较稳定的遗传。丛缩型突变体分离较晚,一般在第四代后出现,这种类型由于是节间丛缩,叶片重叠,实际利用价值不大。

玉米的早熟突变在适宜剂量处理后代中较易获得,即使两个晚熟亲本组配的杂交种经辐射诱发也可获得较亲本早熟的突变类型。但突变的早熟系在生育期和生育阶段上并不是一致的。多数早熟系表现为株矮、穗小、配合力低,失去了利用价值,因此,对早熟性的选择应与其农艺性状综合起来考虑。

玉米的抗病性当前具有普遍意义的是对大、小叶斑病和青枯病的抗性,虽然抗病性的诱变较为困难,但将辐照群体在发病条件下进行筛选,仍可获得不同抗性的突变体。诱发抗病性突变也与引变所用的亲本材料和病害种类有关,对大、小叶斑病来说,只要亲本之一具有抗性,后代就易获得抗病突变,而同样条件下,就很难得到抗青枯病的突变类型。

辐照诱发株型和叶型的突变是常见的,突变机率较高,变异范围也较广泛,而且能较快地稳定遗传。我们选择的突变系一般趋向于叶片较短、直立或斜伸,具有良好的株型,适于密植。

利用辐照诱发的雄性不育突变一般在 M_2 和 M_3 分离出来,它们的不育性可用本穗系的可育株或其它自交系保持下来,但也有些是属于核不育型的突变,不育性不易稳定,无法转育利用。

综上所述,辐照是引发玉米突变的一种有效方法,它可以增加育种素材的变异范围,扩大优良株系的选择机率,可以获得用常规方法得不到的变异类型,是丰富种质资源的一种有效手段。