

高能混合粒子场与 ^{60}Co - γ 射线辐照 龙牧 803 紫花苜蓿产量性状遗传效应研究

尚 晨¹, 韩贵清², 张月学¹, 唐凤兰¹, 刘杰淋¹, 韩微波¹, 刘凤歧¹

(1. 黑龙江省农业科学院 草业研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:在经过高能混合粒子场和 γ 射线分别以 109、145、195、284 和 560 Gy 剂量处理的 10 组龙牧 803 紫花苜蓿 M_1 中, 每剂量优选出该组中产量与其它株有显著差别的单株, 取种子种植 M_2 , 并将产量数据整理后进行遗传力和遗传进度分析。结果表明: 高能混合粒子场处理过的紫花苜蓿遗传力高于相同剂量的 γ 射线处理, 两种处理方法的高剂量遗传力要高于低剂量处理。证明高能混合粒子场处理苜蓿诱变干种子比 γ 射线更适宜早期选择, 高剂量要好于低剂量。入选株中高能粒子 284 Gy 的遗传进度最高, 进行选择的效果最好。

关键词: 紫花苜蓿; 高能混合粒子场; 诱变; 遗传效应

中图分类号: S551⁺.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2011)04-0099-03

辐射诱变育种是利用电离辐射诱发植物体突变, 产生遗传变异(基因突变和染色体畸变), 然后, 从各种突变体中直接选育或间接利用培育出有生产利用价值的新品种^[1-2]。由于辐射诱变育种与杂交育种在后代处理方法上有相似之处, 虽然两种育种方法均以第二代(F_2)为性状选择的关键世代, 但如 M_1 产生了特殊变异类型或优异的变异株, 也可先进行单株选留, 然后通过系谱法选择, 分株系种植, 经过连续多代单株选择直至株系的性状稳定一致而产生新品种^[3]。在系谱法中, 遗传力是度量遗传和环境相对重要性的指标, 反映选择的可靠性。遗传进度反映的则是单株选择的效率。正确分析这些参数对提高育种效果, 加快品种创新进程具有十分重要的理论和实践意义^[4-7]。

中国农业科学院航天育种中心等单位, 通过模拟次级宇宙粒子所发明的高能混合粒子场处理技术, 做为新兴的诱变源, 首先应用在小麦(*Triticum aestivum* L.) 和苜蓿(*Medicago sativa* L.) 等作物改良上^[8,9], 并已在部分冬小麦品种中得到了比 γ 射

线处理更高的相对生物学和细胞学效应^[10-14], 在龙牧 803 紫花苜蓿的株高、产量等方面也得到了比 γ 射线处理较好的生物学效应和细胞学效应^[15-16]。为验证诱变处理损伤效应产生变异的遗传性, 该试验从遗传学角度比较高能混合粒子场与 ^{60}Co - γ 射线两种诱变源及不同剂量间处理的诱变效果, 为应用新的诱变源和诱变剂量提供可靠依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以 2004 年收获的龙牧 803 紫花苜蓿干种子为材料, 由黑龙江省草业研究所提供。

1.2 方法

1.2.1 辐射处理 将 5 000 粒龙牧 803 紫花苜蓿干种子等量分为 2 份, 于 2005 年分别用高能混合粒子场和 ^{60}Co - γ 射线(吸收剂量率为 $0.25 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$, 源活度 40 000 Ci)以相同剂量处理, 剂量分别为 109、145、195、284 和 560 Gy, 以 0 Gy 为对照。

1.2.2 试验设计 2005 年早春进行育苗, 5 月 20 日移栽大田, 株距 40 cm, 行距 70 cm。每处理种植 30 株。即为 M_1 。在现蕾期用木尺在田间生长状态下测量株高, 单株刈割后测量鲜重, 并从中优选出每种处理方法产量最高的单株, 在 2006 年收取种子后, 于 2007 年 4 月初种植 M_2 , 种植方法与数据收集方法同 M_1 。

1.2.3 数据分析 利用 Excel 进行数据统计, 利用 SAS system 方差分析法进行差异显著性测定。为了便于比较不同群体的不同性状在不同世代的

收稿日期: 2011-01-13

基金项目: 农业部农业公益性行业科研专项资助项目(nyhyzx07-022); “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2008BAD97B07); 黑龙江省农业科技创新工程资助项目(2006)

第一作者简介: 尚晨(1982-), 男, 山东省龙口市人, 在读博士, 从事紫花苜蓿辐射诱变和遗传育种方面的研究。E-mail: cifer-shang@hotmail.com。

通讯作者: 韩贵清(1954-), 男, 黑龙江杜蒙县人, 学士, 研究员, 教授, 博士生导师, 黑龙江省重点学科草业科学学科带头人, 从事科技教育管理工作。

遗传力,根据刘来福先生等人的方法,采用公式 $H^2 = i/\Delta G$ 计算遗传力和遗传进度^[17-19]。其中 H^2 为广义遗传力; ΔG 为遗传进度,选择差 i 的计算公式为 $\bar{x} - \mu$ (μ 为 M_1 平均值, \bar{x} 为 M_1 选择为 M_2 亲本的平均值),由于苜蓿是多年生作物,试验所用的 M_1 和 M_2 的产量数据均在 2007 年同期采集。

1.3 试验地情况

试验地设在黑龙江省农业科学院内。位于松嫩平原东端, $N45^{\circ}45'$ 、 $E126^{\circ}41'$, 平均海拔 151 m, 年均日照时数 2 900 h, 年平均气温 3.6°C , 极端最高气温 37.7°C , 极端最低气温 -38.1°C , 年平均降水量 462.9 mm。春季降水偏少、干旱, 雨量主要集中在 7、8、9 月份, 属温带大陆性气候。土壤为黑土, 土层深厚、通气良好, 有机质含量 $2.52\% \sim 2.88\%$, pH 6.80~6.87。

2 结果与分析

2.1 M_1 产量性状分析

由表 1 可知, 除对照外的 10 组处理数据, γ 射线处理组的标准差和平均值基本可以看做随处

表 1 利用高能混合粒子场和 γ 射线处理紫花苜蓿(龙牧 803) M_1 产量分析

| 诱变源 | 对照 | | γ 射线 | | | | | 高能混合粒子场 | | | | |
|----------|---------|---------|-------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|--|
| 剂量/Gy | 0 | 109 | 145 | 195 | 284 | 560 | 109 | 145 | 195 | 284 | 560 | |
| 标准差/% | 61.37 | 168.55 | 94.59 | 88.75 | 109.45 | 75.55 | 155.40 | 115.02 | 148.87 | 152.74 | 107.65 | |
| 平均产量/g | 197.5AB | 259.00A | 171.48AB | 172.29AB | 162.11AB | 142.42B | 245.77A | 188.89AB | 215.00AB | 241.36AB | 206.50AB | |
| 单株产量最小/g | 95 | 65 | 15 | 30 | 5 | 15 | 70 | 55 | 30 | 60 | 45 | |
| 单株产量最大/g | 295 | 735 | 350 | 395 | 435 | 345 | 545 | 395 | 550 | 620 | 325 | |

2.2 M_2 产量性状分析

由表 2 可知, 10 组数据的标准差均超过平均值的一半, 证明 M_2 性状发生了较大的分离。通过差异显著性分析, 高能混合粒子场 284 Gy 与其它处理差异极显著, γ 射线 109 Gy 与 γ 射线 145 Gy 和 195 Gy 处理差异极显著; 由表 2 可知, 两种处理方法都是在处理剂量为 109 Gy 时母本和 M_2 的平均产量差距最大, 除在辐照剂量为

表 2 利用高能混合粒子场和 γ 射线处理紫花苜蓿(龙牧 803) M_2 产量分析

| 诱变源 | γ 射线 | | | | | 高能混合粒子场 | | | | |
|-----------|-------------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| 剂量/Gy | 109 | 145 | 195 | 284 | 560 | 109 | 145 | 195 | 284 | 560 |
| 标准差 | 190.56 | 148.35 | 114.18 | 157.11 | 172.54 | 158.68 | 154.85 | 181.83 | 266.57 | 182.11 |
| 平均产量/g | 335.05B | 231.89CD | 210.00D | 302.7BC | 303.60BC | 305.12BC | 316.15BC | 344.12BC | 573.75A | 309.55BC |
| 单株产量最小值/g | 40 | 50 | 15 | 90 | 50 | 40 | 50 | 50 | 150 | 50 |
| 单株产量最大值/g | 810 | 680 | 470 | 630 | 650 | 550 | 690 | 810 | 1240 | 635 |
| 亲本产量/g | 735 | 350 | 395 | 435 | 345 | 545 | 395 | 550 | 620 | 325 |

2.3 诱变处理对紫花苜蓿(龙牧 803)产量性状的遗传力和遗传进度分析

利用公式 $H^2 = i/\Delta G$ 对 γ 射线和高能混合粒

理剂量升高而降低, 109 Gy 处理过的植株平均产量显著高于对照, 单株最高产量为 735 g, 处理剂量超过 109 Gy 之后平均产量低于对照。这证明低剂量的 γ 射线处理可以刺激种子活力, 达到增产的生理效应。随着剂量逐渐升高, 对种子的损伤随之增加, 种子生长受到抑制, 处理剂量越高, 损伤抑制效应越大, 组内差异越小。而 5 个高能粒子场处理组, 其平均产量几乎高于对照, 产量唯一低于对照的是处理剂量相对较低的 145 Gy 处理组。相对剂量较高的 284 Gy 处理组却产生了 620 g 的单株最高产量, 为高能粒子场处理组最高。高能粒子场处理组的标准差和平均值没有呈现出随剂量增高而逐渐降低的趋势。通过差异显著性分析, γ 射线组内 109 Gy 和 560 Gy 处理的平均产量差异极显著, 高能粒子组内处理间差异均不显著。这两点证明高能混合粒子场对种子造成的损伤与 γ 射线处理不同, 照射损伤对植株造成的伤害并不随剂量上升而显著变化, 从而有益的生理变化或者突变更容易表现出来。

145 Gy 时母本和 M_2 的产量差小于 195 Gy, 整体趋势基本可以看做随着剂量逐渐增加, 母本和 M_2 的产量差距逐渐缩小。由此分析, 低剂量 109 Gy 处理紫花苜蓿更多地造成刺激效果, M_1 大幅增产, 但 M_2 效果不显著。而高剂量处理如高能粒子 284 Gy, 在 M_1 大幅增产的同时, 其后代也保持了高产性状。由此分析, 低剂量造成的增产属于生理性变异, 无法遗传给后代。

子场处理紫花苜蓿(龙牧 803) M_2 产量遗传力和遗传进度进行了分析(见表 3), 结果表明, 高能混合粒子场的遗传力和遗传进度均高于同剂量的 γ

射线处理。除两种处理方法 145 Gy 的遗传力高于 195 Gy 之外,基本可以看做遗传力大小随剂量升高而升高。通过分析遗传力数据发现:低剂量处理紫花苜蓿更多地造成刺激效果,M₂开始发生显著退化。而高剂量处理后代退化不明显。结合

遗传力与遗传进度数据不难发现,高能粒子 284 Gy 选择株不但遗传进度最高,遗传力仅略低于高能粒子 560 Gy。证明对该单株不但适宜进行早代选择,而且在全部入选单株中选择的效果最好。

表 3 γ射线和高能混合粒子场处理紫花苜蓿(龙牧 803)的产量性状遗传力分析

| 处理方法 | M ₁ 平均产量/g | M ₁ 优选株产量/g | M ₂ 平均产量/g | 遗传进度 | 遗传力 |
|---------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------|----------|
| γ109Gy | 259.00 | 735.00 | 335.05 | 76.05 | 0.159769 |
| γ145Gy | 200.47 | 350.00 | 231.89 | 31.42 | 0.210125 |
| γ195Gy | 183.64 | 395.00 | 210.00 | 26.36 | 0.124716 |
| γ284Gy | 182.94 | 435.00 | 302.70 | 119.76 | 0.475125 |
| γ560Gy | 153.57 | 345.00 | 303.60 | 150.03 | 0.783733 |
| CR109Gy | 235.00 | 545.00 | 337.32 | 102.32 | 0.330065 |
| CR145Gy | 205.63 | 395.00 | 305.12 | 99.49 | 0.525374 |
| CR195Gy | 255.38 | 550.00 | 316.15 | 60.77 | 0.206266 |
| CR284Gy | 277.78 | 620.00 | 573.75 | 295.97 | 0.864853 |
| CR560Gy | 206.50 | 325.00 | 309.65 | 103.15 | 0.870464 |

3 结论与讨论

遗传力反映的是亲代变异传递到子代的能力,遗传力越高的处理,对其选择的可靠性越大。因此,可以通过遗传力的高低来判断选择的可靠性,由遗传进度的大小来判断选择效果的好坏。通过对处理品种遗传力的分析,可以筛选出适合应用于苜蓿品种改良的适宜剂量,同时也可以通过对优良变异株的跟踪研究,丰富紫花苜蓿种质资源。通过该试验的结果,可以初步得出结论:高能混合粒子场处理所产生的性状对后代的遗传效果好于 γ 射线,在一定剂量范围内其处理剂量越高,所产生性状对后代的遗传力越高。在现有试验中,产量遗传进度最高的是高能粒子 284 Gy。并且高能混合粒子场作为新的诱变源在苜蓿诱变育种中要优于 γ 射线,其中 284 Gy 的剂量较好,可尝试在实践中应用,以提高苜蓿鲜草产量。

该试验只对苜蓿鲜草产量性状的直接选择问题进行讨论,而实际上各性状间不是相互独立的,而是存在不同类型的相关。对单一性状实施选择时必然会影响到其它性状,且育种目标是对多种性状的综合反映,所以仍需进一步研究。

参考文献:

[1] 贾建航,王斌.空间诱变育种研究进展[J].核农学报,1999,13(3):187-192.
[2] 王勇,刘学义.我国苜蓿研究现状、存在问题及对策[J].内蒙古农业科技,2004(6):6-7.
[3] 张胜利,陈延槐,周民雄.比值性状的遗传力与选择强度的关系[J].遗传学报,1994,21(2):112-117.
[4] 孙世铎,孙承琮,袁志发,等.遗传力和选择指数的概念与发

展(上)[J].黄牛杂志,1995(3):8-11,38.
[5] 孙世铎,孙承琮,袁志发,等.遗传力和选择指数的概念与发展(下)[J].黄牛杂志,1995(4):47-49.
[6] 侯广云,王文美,井立玲,等.小麦品种及突变体杂种 F₂ 7 个农艺性状的遗传力和遗传进度研究[J].核农学报,1994,15(1):19-23.
[7] 林建新,陈山虎,卢和顶,等.黑糯玉米产量性状的相关遗传力及其通径分析[J].福建农业学报,2004,19(1):20-23.
[8] 温贤芳,张龙,戴维序,等.天地结合开展我国空间诱变育种研究[J].核农学报,2004,18(4):241-246.
[9] 刘录祥,王晶,赵林妹,等.作物空间诱变效应及其地面模拟研究进展[J].核农学报,2004,18(4):247-251.
[10] 刘录祥,韩微波,郭会君,等.高能混合粒子场诱变小麦的细胞学效应研究[J].核农学报,2005,19(5):327-331.
[11] 刘录祥,赵林妹,郭会君,等.高能混合粒子场辐照冬小麦生物效应研究[J].科学技术与工程,2005(21):1642-1645.
[12] 韩微波,刘录祥,郭会君,等.高能混合粒子场辐照小麦 M₁ 变异的 SSR 分析[J].核农学报,2006,20(3):165-168.
[13] 郭会君,刘录祥,韩微波,等.高能混合粒子场辐照小麦的突变效应分析[J].中国农业科学,2008,41(3):654-660.
[14] 胡延岭,刘录祥,等.高能混合粒子场诱发的小麦矮秆突变体的 SSR 分析[J].核农学报,2008,22(4):399-403.
[15] 尚晨,张月学,李集临,等.γ射线和高能混合粒子场辐照紫花苜蓿品质变异的比较分析[J].核农学报,2008,22(2):175-178.
[16] 尚晨,张月学,唐凤兰,等.高能混合粒子场和 γ 射线对紫花苜蓿的诱变效应[J].草地学报,2008,16(2):125-128.
[17] 毛盛贤,冯新芹.作物数量遗传学基础——二、遗传力及其估算[J].遗传,1979,1(4):42-47.
[18] 刘来福.作物数量遗传学基础——三、遗传力与选择效果[J].遗传,1979,1(5):44-48.
[19] Stephen C. Stearns, The Evolution of Life Histories[M]. Oxford:Oxford University Press,1992.

黑河地区鸭跖草生物学特性研究

张 武^{1,2}, 刘亚光¹, 李宝华², 李艳杰², 洪 峰³

(1. 东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 15030; 2. 黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300; 3. 哈尔滨市农业技术推广中心, 黑龙江 哈尔滨 154600)

摘要:通过田间观察和对鸭跖草进行种子萌发试验,初步明确鸭跖草的生物学特性,在黑河地区鸭跖草5月中旬开始萌发,5月下旬鸭跖草进入出苗盛期。鸭跖草最适萌发温度为15℃;最适发芽土壤含水量40%;最适发芽深度5~10 cm。

关键词:鸭跖草;温度;含水量;播种深度

中图分类号:S451

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)04-0102-03

鸭跖草(*Commelina communis* L.)为鸭跖草科鸭跖草属,别名竹叶草、蝴蝶花、蓝花草、兰花草,属一年生晚春杂草。叶互生,披针形或卵披针

形,叶基部有膜质叶鞘。聚伞形花序,蓝色,数朵生于一个佛焰苞状的总花苞内。蒴果,有隔,两瓣开裂,有种子8粒或7粒;种子表面凹凸不平,土褐色。

鸭跖草适应性极强,分布广、耐旱,由于鸭跖草地下匍匐根再生能力强,通过田间中耕除草很难达到防除的目的,用化学除草剂防除又受到很多因素限制。因此,鸭跖草与刺儿菜、苣荬菜被称为“三菜”,是黑龙江省作物田中难防除的3种恶性杂草^[1-2]。李向勇等利用聚类分析方法,针对黑龙江省6个地点采集得到鸭跖草采用RAPD技

收稿日期:2011-03-11

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(nycytx-04)

第一作者简介:张武(1983-),男,黑龙江省大兴安岭地区人,农业推广硕士,研究实习员,从事植物保护研究。E-mail: guoguo_zw@163.com。

通讯作者:刘亚光(1968-),女,黑龙江省人,博士,副教授,从事植物保护教学与科研工作。

Production Heritability Comparison of Mutation Induction by Mixed High Energy Particle Field and γ -rays Irradiation in Alfalfa Longmu 803

SHANG Chen¹, HAN Gui-qing², ZHANG Yue-xue¹, TANG Feng-lan¹,
LIU Jie-lin¹, HAN Wei-bo¹, LIU Feng-qi¹

(1. Pratacultural Sciences Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: Dry seed of ten group alfalfa Longmu 803 were irradiated by mixed high-energy particle field(CR) and ⁶⁰Co γ -rays with five doses, i. e., 109, 145, 195, 284, 560 Gy. The seeds from the plant that significant different from other plants in yield of each dose were planted M₂, then the yield data of M₂ were used to analyze hereditary capacity and genetic advance. The result showed that the heritability of the CR group was better than that of the ⁶⁰Co γ -rays group at the same dose. The hereditary capacity of high dose was higher than that of low dose in both CR and ⁶⁰Co γ -rays treatments. So the dry seeds treated by CR was more fit for early selection compared to ⁶⁰Co γ -rays, and the higher dose was better. The genetic advance of the selected plant was highest in 248 Gy, and the selecting effect was the best.

Key words: alfalfa; mixed high-energy particle field; mutation induction; heritability

(该文作者还有: 蒿若超、陈积山、张海玲、刘慧莹, 单位均同第一作者)