

正反交亲本配置方式对燕麦 F_1 代杂种优势和表型的影响

苏玮娟¹, 赵桂琴^{1*}, 柴继宽¹, 冉婵宇¹, 蔺豆豆, 章海龙²

(1. 甘肃农业大学草业学院, 草业生态系统教育部重点实验室, 甘肃省草业工程实验室, 中-美草地畜牧业可持续发展研究中心, 甘肃 兰州 730070; 2. 青海省三江集团
有限责任公司, 青海 西宁 810003)

摘要:【目的】明确燕麦正交和反交对杂交后代杂种优势的影响及其表型差异。【方法】以陇燕4号和陇燕5号为亲本配制正反交组合, 对获得的杂种后代与其亲本进行对比, 分析其杂种优势, 比较其表型差异。【结果】在测定的12项指标中, 具有正向超亲优势的并不多, 正交组合中, 分蘖数、株高、旗叶长、旗叶宽和倒二叶长表现出正向超亲优势, 其余指标均表现出负向优势, 旗叶长的超亲值最高(23.0%), 穗下节长的超亲值最低(-10.3%); 反交组合中, 除倒二叶长、主穗粒数和千粒重的超亲优势表现为正向外, 其它性状均表现出负向优势, 其中旗叶长的超亲值最高(17.4%), 分蘖数的超亲值最低(-25.0%)。正交组合中分蘖数、株高、旗叶长、旗叶宽和倒二叶长的杂种优势大于100%, 其中旗叶长的杂种优势指数最大, 为123.5%; 其次为分蘖数和倒二叶长, 分别为120.0%和112.5%, 其余性状的杂种优势指数均小于100%; 反交组合中, 株高、旗叶长、倒二叶长和主穗粒数、千粒重的杂种优势指数均大于100%, 其中旗叶长和主穗粒数的值最大, 分别为117.4%和116.7%, 千粒重和株高的杂种优势不明显。总体而言正交的杂种优势大于反交; 旗叶长在 F_2 代发生了分离, 正交中仅有5%的植株超亲优势值为负值, 而反交中则为15.0%。 F_2 代分蘖数的变化呈偏正态分布, 正交中超亲优势大于0的个体只占43.3%, 反交的超亲优势大于0的只占10.0%。【结论】分蘖数、株高、旗叶长、倒二叶长、主穗长和主穗粒数6个性状受母本细胞质遗传的影响较大。

关键词: 燕麦; 正反交方式; 杂种优势; 表型差异

中图分类号: S544 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-5500(2023)03-0069-08

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2023.03.009



燕麦(*Avena sativa*)是禾本科燕麦属一年生草本植物, 是优质的粮饲兼用作物, 具有较高的饲用和食用保健价值^[1]。近年来, 随着畜牧养殖业的发展和国民生活水平的提高, 燕麦产业迎来了前所未有的发展

机遇。但在实际生产中仍然存在许多问题, 如品种老化、更新缓慢、产量低、专用品种缺乏等^[2], 制约了燕麦产业的发展。因此, 急需培育类型多样、满足生产需要的新品种^[3]。

燕麦是自花授粉植物, 迄今为止新品种主要利用人工杂交方法选育^[4]。通过人工杂交和选择, 将不同亲本的优异基因组合在一起, 产生较强的杂种优势, 就能创造出新的种质资源, 选育出优良新品种^[5]。因很多植物是两性花, 在杂交育种的过程中两个亲本可以互作父、母本, 故有正交、反交之分。育种实践证明, 在不涉及细胞质控制性状的情况下, 正交和反交间后代性状差别往往不大; 但若存在细胞质遗传, 正

收稿日期: 2021-09-16; 修回日期: 2021-10-08

基金项目: 草种业核心技术攻关项目(SJCZFY2022-9-05); 张掖市重大技术攻关项目(ZY2022JBG S01)

作者简介: 苏玮娟(1996-), 女, 甘肃庆阳人, 硕士研究生。

E-mail: 891573665@qq.com

*通信作者。E-mail: zhaogq@gsau.edu.cn

交和反交的后代就会有大的差异^[6]。卢华兵等^[7]对玉米(*Zea mays*)正反交杂种F₁代的主要农艺性状的差异进行了分析,发现正反交的穗粗、穗行数、株高差异显著。玉米正反交F₁代的果穗性状、籽粒产量有显著差异,不同组合的正反交均有差异明显的性状,体现了一定程度的细胞质遗传效应^[8]。细胞质遗传广泛存在于生物界,线粒体、叶绿体上的基因控制着很多重要性状。闫旭伟^[9]发现,线粒体*Dek44*基因通过影响玉米籽粒胚和胚乳的正常发育而影响粒重;叶绿体*Hd1*和*Ghd7*是控制水稻(*Oryza sativa*)抽穗期和产量的多效基因^[10]。细胞质遗传的特点是不论正交或反交,F₁代性状表现总是受母本细胞质基因控制,因此,可通过正反交组合后代性状间的差异大小来评价细胞质遗传效应^[11]。目前,正反交杂种后代表型差异的研究在玉米^[12-13]、小麦(*Triticum aestivum*)^[14]等作物上已有较多报道。唐海涛等^[15]对玉米正反交杂种F₁代的主要性状和产量差异进行了研究,发现正反交F₁代在穗粗、百粒重、单穗粒重、穗下茎节强度及穗位高等性状上存在显著差异,正交F₁代的穗粗、百粒重和单穗粒重显著高于反交,而在株高、穗长等指标上与反交无显著差异。段有厚等^[16]对高粱(*Sorghum bicolor*)的正反交F₁代的农艺性状进行了研究,发现正交和反交的单株生物产量、含糖量、穗粒重、株高、穗长和生育期等性状无显著差异。

在燕麦育种方面,乔有明等^[17]以青海黄燕麦与加拿大引进品种 Donald、OA313 和 OA309G 作为亲本进行杂交,培育出了燕麦新品种早熟1号,该品种具有早熟、耐寒、耐旱、不易落粒、籽实品质好等特点。周青平等^[18]利用人工杂交选育出早熟燕麦新品种青燕1号,该品种丰产性高、适应性强、品质优良。但关于正反交对杂种后代表型影响的研究目前国内还未见报道。因此,本研究拟对两个燕麦品种进行正反交试验,对亲本与杂种后代进行形态学观测,比较正反交杂种后代的杂种优势及表型差异,以期为燕麦育种提供理论依据和技术支撑。

1 材料和方法

1.1 供试材料

燕麦品种陇燕4号(*Avena sativa* cv. Longyan No. 4)、陇燕5号(*Avena sativa* cv. Longyan No. 5)均

由甘肃农业大学草业学院提供,陇燕4号主要特点是株高适中,主穗较长、种子产量高,属较早熟品种;陇燕5号植株高大,茎秆较细,草产量较高,属晚熟品种。

1.2 试验方法

1.2.1 试验地概况 本试验在甘肃农业大学兰州牧草试验站进行,该站位于兰州市西北部,地处黄土高原西端,海拔1473.6 m,全年无霜期90~210 d。年均温11℃,年平均降水量为350~400 mm,主要集中在6~9月。土壤有机质含量8.80 g/kg、速效氮含量42.88 mg/kg、速效磷含量35.72 mg/kg、速效钾含量177.19 mg/kg、土壤pH值7.71、有机质含量1.89%。

1.2.2 亲本播种及田间管理 于2019年3月底播种,播前施足底肥。陇燕4号和陇燕5号间行点播,行距40 cm,株距20 cm。分别于分蘖期、拔节期、开花期灌水,苗期中耕除草。

1.2.3 配制杂交组合 对陇燕4号和陇燕5号进行正反交组配,陇燕4号×陇燕5号为正交组合,陇燕5号×陇燕4号为反交组合。

1.2.4 人工杂交及收种 初花期选择健壮无病、性状典型的单株,对母本主穗进行整穗,人工去雄后套袋挂标签。第二天选择花药已变黄成熟但尚未破裂的父本花序进行采粉,授粉后再套袋挂牌记载。1周后去掉袋子,4周后从母本穗上收种,单穗收获后脱粒。

1.2.5 表型观测 于2020年3月底将亲本和杂种F₁代一起种于田间,播前施足底肥,行距30 cm,株距20 cm,每行F₁代两侧种植父母本以便于比较。于分蘖期、拔节期、开花期灌水,苗期中耕除草。灌浆期测定各项指标,成熟期单株收获后考种。

2021年3月底将亲本和F₂代一起种于田间,播前施足底肥,行距30 cm,株距20 cm,每行F₂代两侧种植父母本以便于比较。于分蘖期、拔节期、开花期灌水,苗期中耕除草。于分蘖期和灌浆期分别测定分蘖数和旗叶长,成熟期单株收获。

1.2.6 测定指标及方法 参照郑殿升等^[19]编著的《燕麦种质资源描述规范和数据标准》进行农艺性状和形态特征的测定。

分蘖数:分蘖期测定单株分蘖数量;

叶片数:灌浆期统计单株的叶片数量;

茎粗:灌浆期用游标卡尺测量第二节间的直径;

株高:灌浆期用卷尺测量植株从地面到茎尖的垂直距离;

旗叶长:灌浆期用厘米刻度尺测量旗叶叶尖至叶基的距离;

旗叶宽:灌浆期用厘米刻度尺测量旗叶叶片最宽部分的距离;

倒二叶长:灌浆期用厘米刻度尺测量倒二叶尖至叶基的距离;

倒二叶宽:灌浆期用厘米刻度尺测量倒二叶叶片最宽部分的距离;

穗下节长:成熟期用卷尺测量燕麦穗下节的长度;

主穗长:成熟期用游标卡尺测定穗轴基部到穗顶的长度;

有效分蘖数:成熟期计数每株的有效分蘖;

主穗粒数:脱粒后计数主穗的粒数;

生育期:燕麦从出苗到成熟所经历的时间。

1.3 数据处理与分析

利用 Microsoft Excel 和 SPSS 20.0 软件进行数据统计和分析,计算杂种后代的中亲优势、超亲优势、杂种优势指数。

中亲优势:称为平均优势,即杂种一代(F_1)的某一性状超过双亲平均值的百分比。

$$\text{中亲优势} = \frac{F_1 - (P_1 + P_2)/2}{(P_1 + P_2)/2} \times 100\%$$

超亲优势:即杂种一代某一性状超过较好亲本的百分率。

$$\text{超亲优势} = \frac{F_1 - HP}{HP} \times 100\%$$

杂种优势指数:即杂种一代某一性状的平均值与双亲同一性状平均值的比率。

$$\text{杂种优势指数} = \frac{F_1}{(P_1 + P_2)/2} \times 100\%$$

式中: P_1 、 P_2 代表双亲的平均值, HP 代表双亲中指标值较高的亲本。

2 结果与分析

2.1 正反交 F_1 代的杂种优势分析

2.1.1 中亲优势 对陇燕4号和陇燕5号正反交 F_1 代的主要性状的中亲优势进行分析,发现正交组合中,茎粗、倒二叶宽、穗下节长、主穗长、主穗粒数和千

粒重表现出负向中亲优势,其余性状表现出较强的正向中亲优势(图1)。旗叶长的中亲值最大,为23.5%,千粒重的中亲值最低,为-8.0%;反交组合中,除倒二叶长、主穗粒数和千粒重的中亲优势表现为正向外,其它性状均表现出负向优势,其中旗叶长的中亲优势最大,为46.0%,分蘖数的最低,为-20.0%。由此可知,在正交和反交的 F_1 代主要性状中,同时表现出正向中亲优势的性状为株高、旗叶长和倒二叶长,且旗叶长的中亲优势最大。

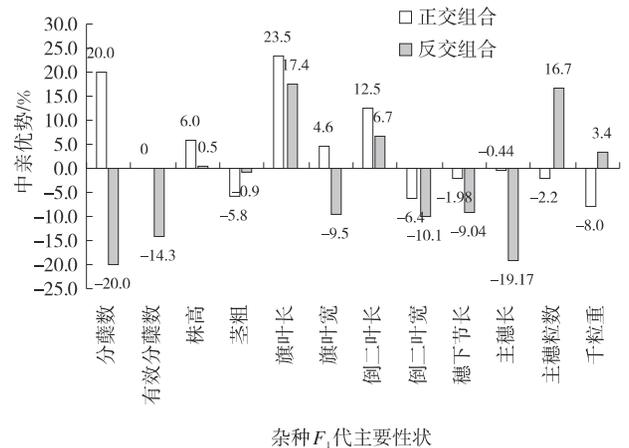
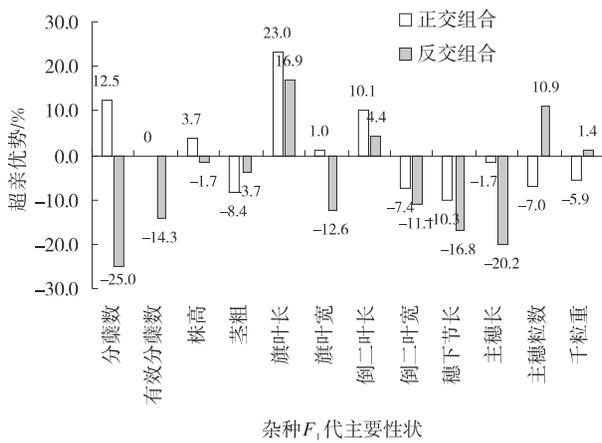
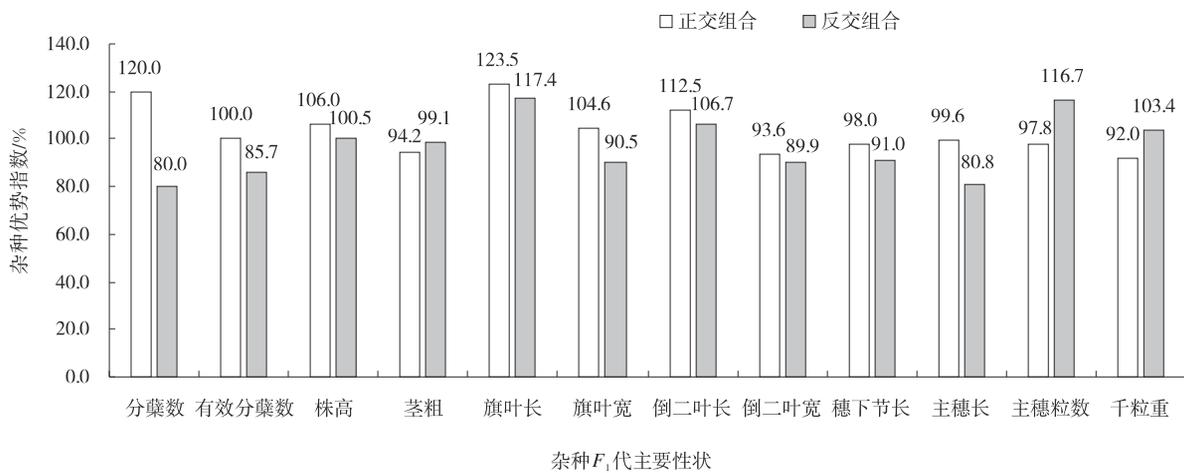


图1 正反交 F_1 代主要性状的中亲优势
Fig. 1 Mid parent heterosis of main characters in reciprocal F_1 hybrid

2.1.2 超亲优势 在正交组合中,旗叶长和分蘖数表现出较强的超亲优势,超亲值分别为23.0%和12.5%,其次为倒二叶长(10.1%),茎粗和穗下节长的超亲值最低,分别为-8.4%和-10.3%;反交组合中,旗叶长和主穗粒数的超亲优势较强,其超亲值分别为16.9%和10.9%,其次为倒二叶长(4.4%),主穗长和分蘖数的超亲值最低,分别为-20.2%和-25.0%(图2)。

在测定的12项指标中,具有正向超亲优势的并不多。在正交和反交中同时表现正向超亲优势的只有株高、旗叶长和倒二叶长,同时表现负向超亲优势的有茎粗、倒二叶宽、穗下节长和主穗长,在正交和反交中表现趋势相反的指标有分蘖数、有效分蘖数、旗叶宽、主穗粒数和千粒重。在正反交中表现差异最大的是分蘖数,正交的超亲值为12.5%而反交的超亲值为-25.0%,其次为主穗粒数(正交超亲值为10.9%,反交为-7.0%)。

2.1.3 杂种优势指数 正交组合中,分蘖数、株高、

图2 正反交杂种 F_1 代主要性状的超亲优势Fig. 2 Super parent heterosis of main characters in reciprocal F_1 hybrid图3 正反交杂种 F_1 代主要性状的杂种优势指数Fig. 3 Heterosis index of main characters of reciprocal F_1 hybrid

2.2 亲本及其正反交 F_1 代的生育期

正反交不仅影响杂种后代的表型性状,对生育期也有明显作用。陇燕4号和陇燕5号分别在4月18和22日达到分蘖期,正、反交组合分别在4月23日和19日达到分蘖期,均与其父本接近;最早到达拔节期的是陇燕4号,比陇燕5号早4 d,其次是反交组合;正交组合到达拔节期的时间与母本一致。两个组合到抽

穗期和灌浆期的时间也是受父本影响较大(表1)。总体而言,陇燕4号从出苗到成熟共需86 d,陇燕5号需105 d,正、反交 F_1 代的生育期与其父本更加接近。

2.3 正反交 F_1 代主要性状差异性分析

正反交 F_1 代的有效分蘖数、茎粗、旗叶长、倒二叶长、倒二叶宽和穗下节长这6个性状无显著差异。但是正交杂种 F_1 代的分蘖数、株高、旗叶宽和主穗长显

表1 亲本及其正反交 F_1 代的生育期Table 1 Growth periods of parents and their reciprocal F_1 generations

| 名称 | 播种期 (月-日) | 出苗期 (月-日) | 分蘖期 (月-日) | 拔节期 (月-日) | 抽穗期 (月-日) | 灌浆期 (月-日) | 蜡熟期 (月-日) | 成熟期 (月-日) | 生育期/ d |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| 陇燕4号 | 03-21 | 04-01 | 04-18 | 05-06 | 05-22 | 06-07 | 06-18 | 06-25 | 86 |
| 陇燕5号 | 03-21 | 04-01 | 04-22 | 05-10 | 05-30 | 06-13 | 06-26 | 07-14 | 105 |
| 正交组合 | 03-21 | 04-01 | 04-23 | 05-10 | 05-29 | 06-14 | 06-29 | 07-09 | 100 |
| 反交组合 | 03-21 | 04-01 | 04-19 | 05-08 | 05-24 | 06-09 | 06-20 | 07-04 | 95 |

著高于反交 ($P < 0.05$), 而其主穗粒数和千粒重则显著低于反交 ($P < 0.05$), 表明这 6 个性状可能受细胞质遗传的影响 (图 4)。

2.4 正反交 F_2 代旗叶长度和分蘖数的杂种优势变化

F_1 代的旗叶长和分蘖数的正、反交均具有较强的超亲优势 (图 2), 为了追踪其在 F_2 代优势的变化, 对这 2 个性状的分离情况进行了分析。 F_2 代的旗叶长发生

了明显的分离, 正交 I 段占比 5.0%, 超亲优势小于 -20.9%; II 段占比 40.0%, 超亲优势介于 6.0%~15.9%; III 段占比最大, 为 50.0%, 其超亲优势为 16.9%~52.9%; 超亲优势最大 (55.8%~57.6%) 的 IV 段占比仅 5.0% (图 5-A)。反交的结果则明显不同 (图 5-B), 超亲优势大于 0 的为 II~IV 段, 占比最大的是 II 段 (40.0%), 但其超亲优势小于 16.0%; IV 段的

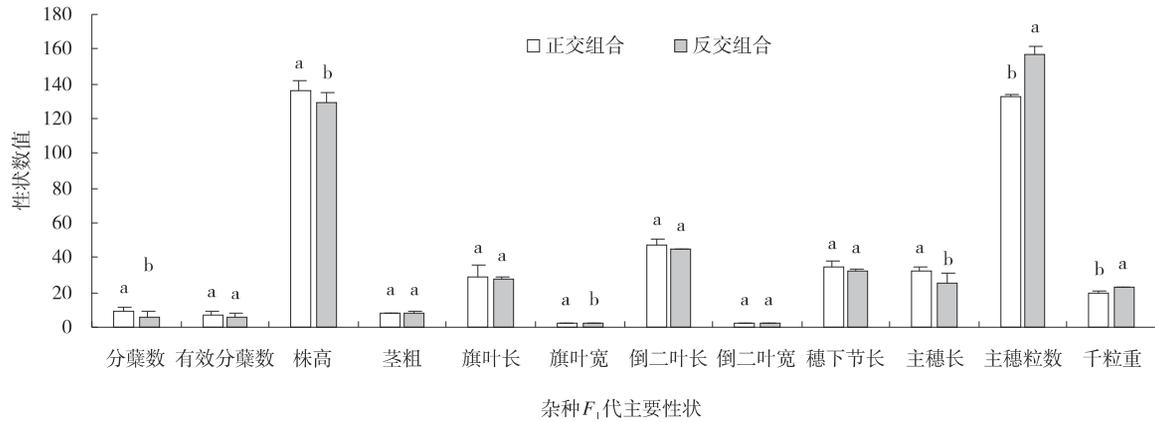


图 4 正反交 F_1 代主要性状的差异分析

Fig. 4 Differential analysis of main characters of reciprocal F_1 generations

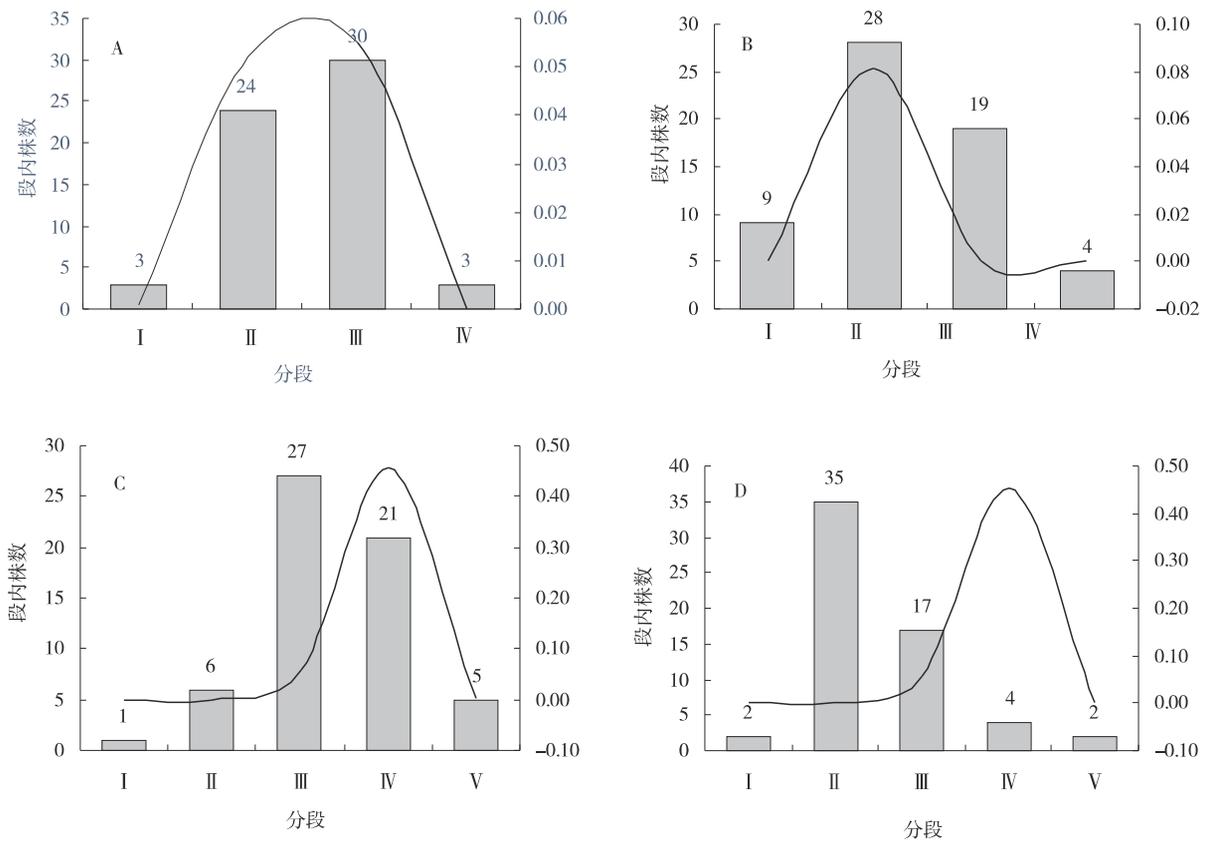


图 5 正反交的 F_2 代旗叶长和分蘖数的正态分布图

Fig. 5 Normal distribution of flag leaf length and tiller number of F_2 generation

注: A 正交的旗叶长; B 反交的旗叶长; C 正交的分蘖数; D 反交的分蘖数

超亲优势最高,为58.1%~60.5%。

正、反交 F_2 代的分蘖数变化呈偏正态分布,正交I段占比仅为1.6%,超亲优势为-66.7%(图5-C);II段占比10%,超亲优势为-33.3%;III段占比最大(45%)但超亲优势为0;IV段占35.0%,超亲优势为33.3%;V段占8.3%,超亲优势为66.7%。反交 F_2 代的分蘖数变化分异更大(图5-D),超亲优势大于0的只有IV和V段,其中IV段的超亲优势为33.3%,占比6.7%;V段超亲优势最大(66.7%),但仅占总数的3.3%。

3 讨论

杂交育种中亲本的选择及杂交的顺序是品种选育成败的关键^[20]。陇燕4号为较早熟品种,具有主穗较长、种子产量高等特点,陇燕5号晚熟,具植株高大、茎秆较细和草产量较高等特点,本试验对这两个品种进行了正交和反交,发现正反交组合 F_1 的穗下节长、茎粗和主穗长的中亲、超亲值均为负值,反交的穗下节长、主穗长的超亲值更低(-16.8%和-20.2%),但株高却表现出正向超亲优势,这可能是因为 F_1 代通过减小茎粗来促进株高,穗下节和主穗的长度变短,让植株的穗型更加紧凑。另外也可以看出,尽管旗叶长的正向超亲优势在2个组合中均最大(图2),但旗叶宽的超亲优势并不明显,反交的还是负值(-12.6%);倒二叶更是如此,叶长的正向优势甚至不敌叶宽的负向优势。因此 F_1 代是牺牲了叶片宽度来换取更长的叶片长度。赵一帆^[21]在鸭茅(*Dactylis glomerata*)上也得到了类似结果,在4个鸭茅品种两两组配的正交和反交组合中, F_1 代正反交间的旗叶长度、旗叶宽度、倒二叶长、倒二叶宽和单株生物量性状存在显著差异,叶片的长和宽也存在“此消彼长”的优势获得模式。分蘖能力作为产量的重要构成因素,直接影响草产量和种子产量的高低,也是最直接的生态、经济功能的产出能力^[21]。在本试验中正交的分蘖数和有效分蘖数的超亲优势虽然强于反交,初步可以判定其生物产量可能具有一定的优势;但其主穗粒数的超亲值为负值(-7.0%),反交主穗粒数的超亲值为正值(10.9%),千粒重也呈现出相同的变化,因此可以推断正交的种子产量并没有明确的优势。

F_2 代发生了性状分离,各植株的旗叶长度参差不

齐,正反交差异显著。正交中仅有5%的植株具有负向超亲优势,而反交中则有15.0%。具有正向强杂种优势的个体并不多,正交中超亲优势大于55.0%的只占5.0%,而反交中有13.3%的个体超亲优势大于58.0%。 F_2 代分蘖数的变化呈偏正态分布,正交中超亲优势大于0的个体只占43.3%,多数个体没有正向优势。反交则更少,超亲优势大于0的只占10.0%,有90.0%的个体分蘖数低于亲本。

在自花授粉植物的杂交育种中,细胞质遗传是必须要考虑的因素。在测定的12项指标中,分蘖数、株高、旗叶宽、主穗长、主穗粒数和千粒重这6个指标在正交和反交 F_1 中均表现差异显著,表明其在一定程度上受到了细胞质遗传的影响。郭海林等^[22]对结缕草(*Zoysia japonica*)和中华结缕草(*Z. sinica*)正反交 F_1 代的部分性状进行了遗传分析,也发现叶长、叶宽、节间直径等性状的变异范围均超出了双亲的变异范围,正反交后代的表型值存在显著差异,可能存在母体遗传效应。马雪等^[23]以吉糯3号和吉科糯18两个糯玉米品种的正反交组合为材料,对其植株性状、果穗性状、产量、外观品质及主要蒸煮品质等多个主要农艺性状进行分析,发现正反交组合在多数植株性状、果穗性状及产量上无显著差异,但在品种抗性(抗丝黑穗病性、抗倒性)和部分蒸煮品质(气味风味、糯性、皮厚度、皮渣率)上存在明显差异,说明上述性状在一定程度上受细胞质遗传的影响。

4 结论

1)正反交对燕麦 F_1 代的杂种优势和表型性状有显著影响。在测定的12个指标中,有9个性状的正交杂种优势指数高于反交,其中旗叶长、分蘖数和倒二叶长的杂种优势最大;反交组合中旗叶长和主穗粒数的杂种优势最大。

2)分蘖数、株高、旗叶宽、主穗长、主穗粒数和千粒重在正反交 F_1 代中的表现存在显著差异,可能受细胞质遗传的影响。

参考文献:

- [1] 郑殿升. 中国燕麦的多样性[J]. 植物遗传资源学报, 2010,11(3): 249-252.
- [2] 刘智虎. 燕麦食品加工及功能特性[J]. 现代食品, 2019(20):133-135.

- [3] 梁国玲,刘文辉,周青平,等. 饲用皮燕麦种间杂交育种研究初报[J]. 青海畜牧兽医杂志,2016,46(6):24-29.
- [4] 任长忠,崔林,杨才,等. 我国燕麦高效育种技术体系创建与应用[J]. 中国农业科技导报,2016,18(1):1-6.
- [5] 张振. 杂交育种在新品种培育中的优缺点[J]. 北京农业,2014(36):31.
- [6] 云锦凤. 牧草及饲料作物育种学[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [7] 卢华兵,石丽敏,胡贤女,等. 甜糯玉米正反交 F_1 代产量和主要农艺性状的差异性分析[J]. 浙江农业科学,2015,56(5):633-634.
- [8] 王天宇,祝云芳,陈华璋,等. 玉米正反交杂交种 F_1 主要性状的差异性分析[J]. 玉米科学,2007(4):52-55.
- [9] 闫旭伟. 玉米Dek44基因遗传定位与功能分析[D]. 泰安:山东农业大学,2019.
- [10] 施俊. 抽穗期基因对水稻光合性状的遗传效应[D]. 杭州:杭州师范大学,2019.
- [11] 刘猷红. 籼型细胞质粳稻发现的实验证据与遗传效应分析[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2015.
- [12] 丰光,刘志芳,吴宇锦,等. 玉米正反交对主要性状和产量影响的研究[J]. 作物杂志,2009(2):70-72.
- [13] 许卫猛,邢永峰,魏常敏,等. 不同糯玉米自交系正反交 F_1 代产量和品质的差异性分析[J]. 种子科技,2018,36(5):104-105.
- [14] 苑少华,李艳梅,白建芳,等. 小麦雄性不育系BS366和FA-101的配合力及杂种优势分析[J]. 麦类作物学报,2020,40(12):1-7.
- [15] 唐海涛,张彪,梅碧蓉,等. 西南骨干玉米自交系主要农艺性状和产量正反交杂优效应分析[J]. 中国农学通报,2014,30(15):207-215.
- [16] 段有厚,邹剑秋,卢峰. 甜高粱与粒用高粱正反交 F_1 代农艺性状差异分析[J]. 辽宁农业科学,2014(6):6-10.
- [17] 乔有明,尹大海,裴海昆. 早熟1号燕麦品种的选育[J]. 草业科学,2003,20(3):34-36.
- [18] 周青平,颜红波,梁国玲,等. 早熟高产燕麦新品种青燕1号选育报告[J]. 西南民族大学学报(自然科学版),2014,40(2):161-167+156.
- [19] 郑殿升,王晓鸣,张京,等. 燕麦种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [20] 奥妮,仰小东,李晨曦,等. 菊花正反交 F_1 代株高和叶形相关性状的遗传差异[J]. 分子植物育种,2020,18(17):5852-5859.
- [21] 赵一帆. 9个鸭茅品种(系)间杂交 F_1 、 F_2 代农艺性状变异及SSR分析[D]. 雅安:四川农业大学,2013.
- [22] 郭海林,陈宣,薛丹丹,等. 结缕草属植物部分外部性状的遗传分析[J]. 草业学报,2012,21(5):134-143.
- [23] 马雪,董丽华,姜龙,等. 不同糯玉米品种正反交对主要性状和产量影响的研究[J]. 东北农业科学,2022,47(2):21-24.

Effects of reciprocal crosses on heterosis and phenotype of F_1 hybrids of oats

SU Wei-juan¹, ZHAO Gui-qin^{*1}, CHAI Ji-kuan¹, RAN Chan-yu¹, LING Dou-dou¹,
ZHANG Hai-long²,

(1. College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Key Laboratory for Grassland Ecosystem, Ministry of Education, Grassland Engineering Laboratory of Gansu Province, Sino-U. S. Centers for Grazing Land Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, China; 2. Sanjiang Corporation Ltd. of Qinghai Province, Xining 810003, China)

Abstract: 【Objective】 In order to clarify the effects of oat orthogonal and reverse cross on heterosis and phenotypic differences of hybrid offspring. 【Method】 In this study, Longyan No. 4 and Longyan No. 5 were used as parents to prepare reciprocal cross combinations, and the obtained hybrids were compared with their parents to analyze their heterosis and compare their phenotypic differences. 【Result】 The results showed that among the 12 indexes, there

were not many positive super parent advantages. In the orthogonal combination, the number of tillers, plant height, flag leaf length, flag leaf width and inverted two leaf length showed positive super parent advantages, and the other indexes showed negative advantages. The super parent value of flag leaf length was the highest (23.0%) and the super parent value of lower panicle node length was the lowest (-10.3%). In the reverse cross combination, except that the super parent advantages of the length of the second leaf, the number of grains per main panicle and thousand seed weight showed positive outward, the other characters showed negative advantages, in which the super parent value of flag leaf length was the highest (17.4%) and the super parent value of tiller number was the lowest (-25.0%). Based on the analysis of super parent heterosis, the heterosis index of each character was analyzed. It was found that the heterosis of tiller number, plant height, flag leaf length, flag leaf width and inverted two leaf length in the orthogonal combination was more than 100%, and the heterosis index of flag leaf length was the largest, which was 123.5%; The second was the number of tillers and inverted two leaf length, which were 120.0% and 112.5% respectively. The heterosis indexes of other characters were less than 100%. In the reverse cross combinations, the heterosis indexes of plant height, flag leaf length, inverted two leaf length, grains per main panicle and thousand seed weight were more than 100%, and the values of flag leaf length and grains per main panicle were the largest, 117.4% and 116.7% respectively. The heterosis of thousand seed weight and plant height was not obvious. In general, the heterosis of orthogonal was greater than that of backcross; In the F_2 generation, the flag leaf length was separated in the F_2 generation. In the orthogonal, only 5% of the plants had negative super parent heterosis, while in the backcross, it was 15.0%. And there are great differences between positive and negative cross. The change of tiller number in F_2 generation showed a partial normal distribution. Only 43.3% of the individuals with super parent advantage greater than 0 in orthogonality and 10.0% of the individuals with super parent advantage greater than 0 in backcross. **【Conclusion】** The six traits of tiller number, plant height, flag leaf length, inverted two leaf length, main panicle length and grain number of main panicle were greatly affected by the cytoplasmic inheritance of female parents.

Key words: oats; reciprocal cross; heterosis; phenotypic difference