

# 不同小黑麦种质在甘肃中部地区的农艺性状比较

褚红丽,田新会,杜文华\*

(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)

**摘要:**【目的】比较分析甘肃中部地区不同小黑麦种质的农艺性,筛选出在甘肃兰州地区农艺性状较好的小黑麦种质。【方法】分别测定6种参试小黑麦种质,测定小黑麦种质田间形态特征(株高、枝条数、叶片数)和单株地上生物量,并进行统计分析。【结果】C25株高最高(154.27 cm),但其叶片数较少(57.6个/株),枝条数最少(10.47个/株);藏饲1号株高(143.15 cm)次之,但枝条数较多(11.9个/株),叶片数较多(64个/株),单株地上生物量最高(80.79 g);甘农7号枝条数最多(13.82个/株),但其前期株高增长缓慢;甘农4号分蘖性能优异(12.49个/株),叶片数最多(69.7个/株),但叶片数最少(54个/株)。【结论】藏饲1号小黑麦种质在甘肃中部地区农艺性能较好。

**关键词:**小黑麦;干草产量;适应性;农艺性状

**中图分类号:**S544.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2024)01-0106-07

**DOI:** 10.13817/j.cnki.cyyep.2024.01.012



小黑麦(*×Triticale* Wittckle)是由黑麦属(*Secale*)和小麦属(*Triticum*)植物经过人工杂交培育而形成的新物种,为一年生的草本植物,既保留了黑麦较强的抗逆性,又保留了小麦丰产、籽粒饱满的优良品质<sup>[1]</sup>。近些年来,畜牧业的发展严重受限于饲草供应不足,而小黑麦属于粮、料、草兼用型的谷类作物,在高寒牧区的生产性能显著高于黑麦,蛋白含量高且家畜喜食,是畜牧业发展中重要的饲料作物之一<sup>[2-3]</sup>。小黑麦有较强的适应能力,在不同胁迫下的抗逆性比较强,还具有生态修复价值和生产价值,所以小黑麦的研究潜力巨大<sup>[4]</sup>。

目前,国内外关于小黑麦的研究主要集中在生产性能、混播比例、种植密度、氮肥施用量、抗寒和抗旱性等方面,小黑麦的生长发育规律的相关研究较少<sup>[5]</sup>。

小黑麦具有苗壮、分蘖多、成穗率高、出苗快,生物产量高等优良特点,并且在同样条件下小黑麦穗粒数比小麦平均多5.3粒<sup>[6]</sup>。育种工作常把株高作为重要的育种目标并对其进行直接选择,株高本身是一个最直接、最方便的选择指标。植物的株高、分蘖性能等决定于遗传特性,同时也受环境因素的影响。株高、分蘖数、叶片数是作物的主要经济性状之一,适当的株高、分蘖数、叶片数是衡量牧草是否优良的重要标志。宋谦等<sup>[7]</sup>研究发现,小黑麦在甘肃省高寒牧区肃南、合作、玛曲3个试点的株高为87~170 cm,枝条数的变化为353~860万枝/hm<sup>2</sup>,干草产量在6 500~15 620 kg/hm<sup>2</sup>。郭建文等<sup>[8]</sup>研究发现5个小黑麦品系株高的变化范围为94.8~119.2 cm,7个黑麦种质株高为153.67~187.67 cm。孟祥君等<sup>[9]</sup>通过研究黑麦的生产性能发现,虽然黑麦品种甘引1号的分蘖数(4.5个/株)低于冬牧70(5.2个/株)。

任何一种植物的生长发育都是该植物与环境条件长期相适应的结果,都有一定的规律。因此,本试验选取甘肃农业大学培育的6个小黑麦品种(系),通过研究这些品种(系)在甘肃兰州地区株高、枝条数、叶片数生长发育特性的差异,以筛选适宜于甘肃中部

收稿日期:2023-05-16; 修回日期:2023-05-26

基金项目:甘肃省重点研发(20YF8NA129);西藏重大专项(XZ202101ZD003N);国家自然科学基金项目(31760702)

作者简介:褚红丽(1995-),女,甘肃张掖人,硕士研究生。

E-mail:1627632636@qq.com.cn

\*通信作者。E-mail:duwh@gsau.edu.cn

地区及其他气候相似区种植的优质小黑麦种质,为小黑麦的示范推广提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验种质

甘肃农业大学草业学院培育的6份小黑麦种质:甘农4号小黑麦(A1)、甘农7号小黑麦(A2)、藏饲1号小黑麦(A3)、小黑麦品系C5(A4)、小黑麦品系C23(A5)、小黑麦品系C25(A6)。

### 1.2 试验地概况

试验在甘肃农业大学牧草试验站开展,试验地位于甘肃省兰州市安宁区(36°03' N, 103°53' E),海拔1560 m,年均气温7.9℃,无霜期171 d,年均降水量349.9 mm,主要集中在6月。土壤类型为栗钙土,肥力均匀,有灌溉条件,土壤有机质含量为2.3 g/kg,碱解氮90.05 mg/kg,速效磷7.36 mg/kg,速效钾172.8 mg/kg,土壤pH值7.35。

### 1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,6份参试小黑麦种质(A1、A2、A3、A4、A5、A6)分别点播2行,株距为10 cm,行距为30 cm,播种深度4 cm,3次重复。小区面积18 m<sup>2</sup>(3 m×6 m),播种日期2020年10月12日。播种前施磷酸二铵333 kg/hm<sup>2</sup>,返青期和拔节期分别追施尿素196 kg/hm<sup>2</sup>[10-11]。追肥后及时进行灌溉,各小区灌水量相同,试验期间及时清除杂草。2021年4月1日开始,每10天测定1次各参试小黑麦种质的株高、枝条数、叶片数,共测定6次。

### 1.4 测定指标与方法

1.4.1 株高 从4月1日开始,每10天测定1次各小黑麦种质的株高。第1次测定时,分别从每小区随机选取10株(边行除外),插牌做好标记,测量单株从地面至最高点的自然高度,10株株高的平均值作为该小区小黑麦的株高。之后测定时均以前述单株为种质。

1.4.2 枝条数 从4月1日始,每个小区测定株高后,数出株高高于20 cm插牌单株的枝条数。

1.4.3 叶片数 从4月1日开始,数出每个小区内测定株高和枝条数后单株的叶片数。

1.4.4 单株地上生物量 乳熟期分别齐地面刈割每个小区的插牌单株,带回实验室,在105℃烘箱中烘10 h,恒重,称重得到单株地上生物量。

### 1.5 数据分析与处理

利用Excel 2010软件对数据进行统计和处理,运用SPSS 20.0软件进行方差分析,如果差异显著,用Duncan法进行多重比较。

## 2 结果与分析

方差分析(表1)表明:小黑麦种质间株高、枝条数、叶片数差异均极显著( $P<0.01$ ),干草产量差异显著( $P<0.05$ )。生长阶段间株高、枝条数、叶片数均差异极显著( $P<0.01$ )。小黑麦种质和生长阶段交互作用下,株高、枝条数、叶片数差异均极显著( $P<0.01$ ),需对上述存在极显著和显著差异的指标进行多重比较。

表1 参试小黑麦各试验处理测试指标的方差分析结果

Table 1 Variance analysis of test indexes for each experimental treatment

变异来源	F值			
	株高/(cm·株 <sup>-1</sup> )	枝条数/(个·株 <sup>-1</sup> )	叶片数/(个·株 <sup>-1</sup> )	单株地上生物量/(克·株 <sup>-1</sup> )
小黑麦种质间	40.24**	6.39**	4.653**	3.147*
不同生长阶段间	551.5**	8.23**	23.02**	—
小黑麦种质×生长阶段	166.93**	3.17**	5.85**	—

注:\*表示差异显著( $P<0.05$ );\*\*表示差异极显著( $P<0.01$ ),下同。

### 2.1 小黑麦种质间各指标的差异性

如图1所示,从株高和枝条数来看,小黑麦品系C25(A6)不同时间段的平均株高最高(154.26 cm),藏饲1号(A3)次之(143.15 cm),且这两个种质的平均株高显著高于其他种质;且其他种质的株高间无显著

差异。甘农7号(A2)的枝条数最多(13.82个/株),显著高于除品系C5(A4)和甘农4号(A1)外的其他种质;品系C5(A4)和甘农4号(A1)的枝条数次之,分别为13.04、12.49个/株,甘农7号(A2)的枝条数显著高于品系C25(10.48个/株)。如图2所示,甘农4号

(A1)的叶片数最多(63.7个/株),品系 C25(A6)的叶片数最少(51.1个/株)。藏饲1号(A3)的单株地上生物量最高(80.79 g/株),显著高于其他5个种质( $P < 0.01$ );除藏饲1号(A3)外其他5个种质间的单株地上生物量无显著差异。

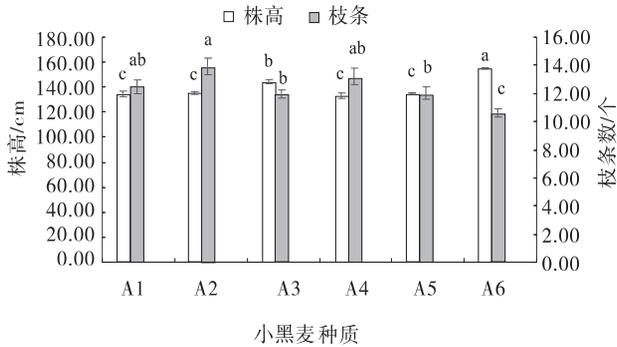


图1 不同小黑麦种质株高、枝条数的比较分析

Fig. 1 Differences in plant height and number of branches among different triticale materials

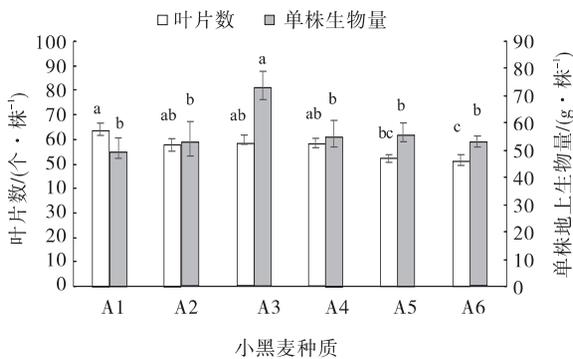


图2 不同小黑麦种质叶片数、单株生物量的比较分析

Fig. 2 Differences in the number of leaf and biomass per plant among triticale materials

### 2.2 小黑麦生长阶段间各指标差异性

图3表明,10株株高的平均值作为该小区的株高,随着小黑麦的生长发育,6个小黑麦种质的平均株高均明显升高,5月29日的平均株高达到138.64 cm。平均枝条数总体呈现先升高后降低趋势,其中4月11日最多(14.17个/株),之后逐渐下降,5月29日最低(11.04个/株)。平均叶片数呈上升趋势,从4月1日的42.39个/株逐渐增加至63.20个/株(4月26日),之后平均叶片趋于稳定,平均叶片数在4月26日、5月9日、5月19日、5月29日无显著差异。

### 2.3 小黑麦种质×生长阶段交互作用间各指标的差异

如表2所示,4月1日各小黑麦种质的株高最低,5月29日各种质的株高最高。4月1日各小黑麦种质的

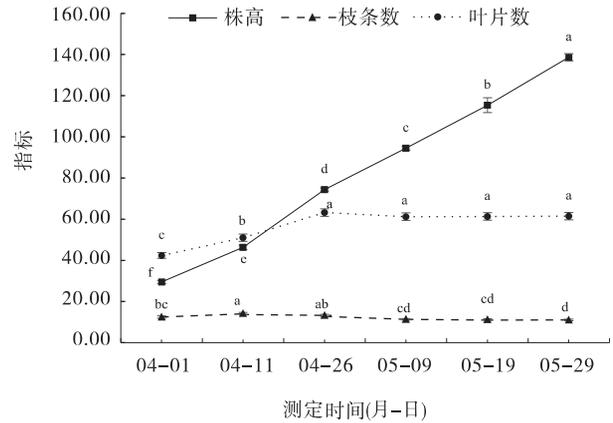


图3 小黑麦生长阶段间各指标的差异

Fig. 3 Differences of indexes in triticale growth period

株高无显著差异;4月11日,甘农7号(A2)的株高(38.01 cm)显著低于品系 C23(A5)(51.69 cm)、品系 C25(A6)(52.10 cm);藏饲1号(A3)(47.06 cm)略高于甘农4号(A1)(44.91 cm)、品系 C5(A4)(44.29 cm)差异不显著。4月26日6个种质均高于70 cm,低于80 cm,差异不显著。5月9日甘农4号(A1)、品系 C25(A6)(93.25cm、98.92cm)显著高于其他种质( $P < 0.01$ ),其他种质之间差异不显著。5月19日,甘农7号(A2)(98.58 cm)显著低于其他种质。到5月29日甘农7号(A2)快速增长达到(133 cm)。整个时间段中系 C25株高每个时间段均显著高于其他种质。藏饲1号(A3)在5月29日达到143 cm。最后一次时间段各种质株高变化范围为132~154 cm,品系 C25(A6)最高(154 cm),品系 C5(A4)最低(132 cm)。

枝条数以4月1日甘农7号最多(14.8个/株),品系 C25(A6)最低(9.95个/株)。4月11日品系 C25(A6)显著低于其他种质(10.73个/株)。4月26日品系 C5(A4)(15.4个/株)略高于甘农7号(A2)(14.8个/株),差异不显著,品系 C5(A4)(15.4个/株)显著高于藏饲1(A3)号和品系 C25(A6)(11.7个/株、11.2个/株)。5月9日、5月19日、5月29日枝条数均无显著性差异。

不同小黑麦种质的平均叶片数变化基本一致,均有不同程度的增加后趋于稳定,4月1日,品系 C25(A6)叶片数(33.1个/株)显著低于甘农4号(A1)(48.8个/株)、品系 C5(A4)(45.8个/株)、品系 C23(A5)(45.4个/株)。4月11日品系 C5(A4)(58.4个/株)显著高于品系 C25(A6)(41.7个/株)。4月21日甘农4(A1)号最多(71.43个/株)。5月9日品系

表2 交互作用间各指标的差异  
Table 2 Differences of indicators among interactions

日期/ (月-日)	种质	株高/cm	枝条数/ (个·株 <sup>-1</sup> )	叶片数/ (个·株 <sup>-1</sup> )	日期/ (月-日)	种质	株高/cm	枝条数/ (个·株 <sup>-1</sup> )	叶片数/ (个·株 <sup>-1</sup> )
04-01	A1	28.89± 1.48 <sup>kl</sup>	13.23± 0.78 <sup>abcdefgh</sup>	48.88± 1.85 <sup>efghi</sup>	05-09	A1	93.25± 0.62 <sup>fg</sup>	11.05± 0.85 <sup>efgh</sup>	69.45± 4.17 <sup>ab</sup>
	A2	26.74± 1.03 <sup>l</sup>	14.80± 1.52 <sup>abcde</sup>	40.55± 3.03 <sup>ij</sup>		A2	88.60± 15.06 <sup>e</sup>	12.80± 1.09 <sup>bcdefgh</sup>	62.80± 5.16 <sup>abcd</sup>
	A3	29.56± 2.2 <sup>kl</sup>	11.53± 0.66 <sup>efgh</sup>	40.50± 1.29 <sup>ij</sup>		A3	93.31± 2.4 <sup>fg</sup>	11.58± 0.77 <sup>efgh</sup>	63.70± 0.91 <sup>abc</sup>
	A4	25.55± 1.39 <sup>l</sup>	13.38± 1.38 <sup>abcdefgh</sup>	45.88± 2.76 <sup>efghi</sup>		A4	93.01± 1.93 <sup>fg</sup>	11.63± 1.14 <sup>efgh</sup>	60.18± 4.55 <sup>abcde</sup>
	A5	32.14± 0.83 <sup>kl</sup>	11.75± 1.54 <sup>efgh</sup>	45.43± 1.86 <sup>ghi</sup>		A5	90.12± 0.91 <sup>fg</sup>	10.80± 0.33 <sup>efgh</sup>	53.80± 5.18 <sup>cdefgh</sup>
	A6	34.01± 0.36 <sup>kl</sup>	9.95± 0.73 <sup>h</sup>	33.13± 2.98 <sup>i</sup>		A6	98.92± 1.72 <sup>f</sup>	10.30± 1.15 <sup>efh</sup>	57.38± 2.69 <sup>bcdefg</sup>
04-11	A1	44.91± 0.86 <sup>ij</sup>	15.88± 1.00 <sup>ab</sup>	53.73± 4.18 <sup>cdefgh</sup>	05-19	A1	116.62± 1.49 <sup>e</sup>	10.98± 0.57 <sup>efgh</sup>	69.55± 4.17 <sup>ab</sup>
	A2	38.01± 1.79 <sup>jk</sup>	16.18± 0.98 <sup>a</sup>	53.4± 4.87 <sup>cdefgh</sup>		A2	98.58± 2.53 <sup>f</sup>	11.94± 1.2d <sup>efgh</sup>	62.93± 5.16 <sup>abcd</sup>
	A3	47.06± 1.24 <sup>ij</sup>	13.53± 0.46 <sup>abcdef</sup>	50.45± 3.27 <sup>defghi</sup>		A3	119.05± 5.21 <sup>e</sup>	11.50± 0.54 <sup>efgh</sup>	63.80± 0.91 <sup>abc</sup>
	A4	44.29± 0.73 <sup>ij</sup>	15.23± 0.67 <sup>abcd</sup>	58.48± 4.08 <sup>abcdef</sup>		A4	118.34± 1.12 <sup>e</sup>	12.00± 1.45 <sup>defgh</sup>	60.28± 4.55 <sup>abcde</sup>
	A5	51.69± 0.22 <sup>i</sup>	13.48± 1.32 <sup>abcdef</sup>	48.5± 1.93 <sup>efghi</sup>		A5	121.94± 2.17 <sup>de</sup>	10.58± 0.72 <sup>efgh</sup>	53.90± 5.18 <sup>cdefgh</sup>
	A6	52.10± 1.23 <sup>i</sup>	10.73± 0.73 <sup>efgh</sup>	41.75± 4.02 <sup>hij</sup>		A6	127.97± 1.73 <sup>cd</sup>	10.63± 0.88 <sup>efgh</sup>	57.48± 2.69 <sup>bcdefg</sup>
04-26	A1	73.76± 1.39 <sup>h</sup>	13.30± 1.08 <sup>abcdefgh</sup>	71.43± 4.19 <sup>a</sup>	05-29	A1	133.64± 1.81 <sup>c</sup>	10.55± 0.26 <sup>efgh</sup>	69.70± 4.19 <sup>ab</sup>
	A2	70.27± 2.33 <sup>h</sup>	14.80± 0.9 <sup>abcde</sup>	64.78± 5.18 <sup>abc</sup>		A2	135.13± 1.17 <sup>bc</sup>	12.43± 1.86 <sup>cdefgh</sup>	63.08± 5.18 <sup>abcd</sup>
	A3	76.43± 0.63 <sup>h</sup>	11.70± 1.00 <sup>efgh</sup>	65.7± 0.91 <sup>abc</sup>		A3	143.15± 1.42 <sup>b</sup>	11.63± 0.55 <sup>efgh</sup>	64.00± 0.91 <sup>abc</sup>
	A4	73.89± 1.62 <sup>h</sup>	15.40± 0.85 <sup>abc</sup>	62.15± 4.55 <sup>abcd</sup>		A4	132.47± 1.99 <sup>c</sup>	10.63± 1.11 <sup>efgh</sup>	60.45± 4.55 <sup>abcde</sup>
	A5	74.51± 0.62 <sup>h</sup>	13.43± 1.1 <sup>abcdefg</sup>	55.80± 5.18 <sup>cdefg</sup>		A5	133.26± 0.46 <sup>c</sup>	11.00± 0.55 <sup>efgh</sup>	54.05± 5.17 <sup>cdefgh</sup>
	A6	77.41± 0.97 <sup>h</sup>	11.25± 0.51 <sup>efgh</sup>	59.38± 2.69 <sup>abcde</sup>		A6	154.27± 0.44 <sup>a</sup>	10.00± 0.61 <sup>efgh</sup>	57.60± 2.71 <sup>bcdefg</sup>

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

C23(A5)(53.8个/株)显著低于甘农4号(A1)(69.5个/株)。5月19日除品系C23(A5)(53.9个/株)最低外其他种质之间差异不显著。5月9日以后各种质叶片数均趋于稳定,变幅较小。直至5月29日时,甘农4号(A1)叶片数最多(69.7个/株),藏饲1号(A3)(64

个/株),品系C23(A5)和品系C25(A6)最少,分别为54个/株、57.6个/株。

#### 2.4 同一小黑麦种质不同生长阶段各指标分析

如图4所示,同一小黑麦种质在不同测定时间段株高均呈逐渐上升趋势,小黑麦甘农7号(A1)上升缓

慢,明显低于其他种质。小黑麦甘农7号(A1)在5月9日到5月19日株高增长缓慢,5月9日到5月29日快速增长。品系C25株高每个时间段均明显高于其他种质逐渐平稳增加。其他种质间趋势不明显。同一小黑麦种质枝条数方面,随着时间变化,上升下降趋势明显。枝条数方面,整体呈升高降低又升高趋势,其

中甘农4号小黑麦和甘农7号小黑麦在4月11日到5月9日急剧下降,品系C25整个时间段下降趋势不明显,但是整个过程中增幅也较小。叶片数方面,甘农4号小黑麦和品系C25在4月1日到4月26日增幅较快,之后基本不再变化。而品系C5品系4月1日到4月11日增长较快,达到最高值后基本不再变化。

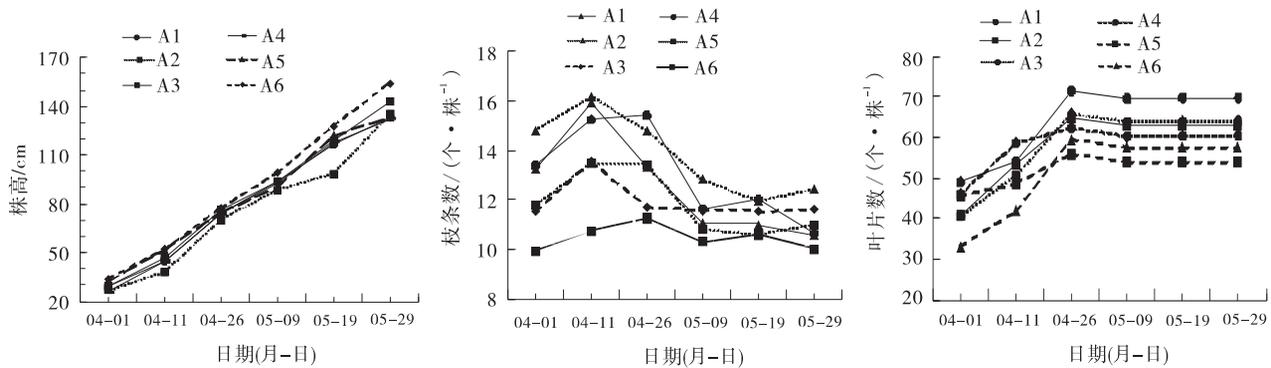


图4 同一小黑麦种质不同生长阶段间各指标的差异

Fig. 4 Differences of indexes in different growth stages of triticale

### 3 讨论

从小黑麦种质单因素来看,小黑麦的株高、枝条数和叶片数是影响生产力的重要指标<sup>[12-14]</sup>。小黑麦的遗传特性以及外界环境的作用决定了不同小黑麦种质之间生长发育特性的差异<sup>[15-16]</sup>。单因素小黑麦种质间,品系C25株高最高(154.26 cm),但枝条数(10.48个/株)和叶片数(51.12个/株)最少,所以在单株地上生物量方面表现一般。藏饲1号小黑麦的单株生物量最高(80.79克/株),是由于其株高和枝条数较多,株高(143.14 cm)仅次于品系C25(143.15 cm),枝条数(11.9个/株)仅次于甘农7号(13.82个/株),也进一步说明株高、枝条数是影响单株生物量的重要指标。甘农4号小黑麦的叶片数(58.00个/株)显著高于其他种质,分蘖性能较强,叶片数也最多,因此单株生物量较高,这与王伟强等<sup>[17]</sup>研究结果一致。

从生长时间段来看,4月1日6个小黑麦种质的平均株高最低(29.4 cm),5月29日的平均株高(138.6cm)显著高于其他测定时期,这主要是由于随着小黑麦生长发育,其不断吸收水分和养分,并且生长后期光照充足,热量条件好,这符合植物生长规律<sup>[18-19]</sup>。4月1-26日各小黑麦种质的平均枝条数显著高于其他时间段,主要是因为小黑麦在正处于分蘖期,其分蘖快速增多,枝条数显著增加,随后由于无效

分蘖和自然凋亡而导致枝条数减少,这与崔广林等<sup>[20]</sup>的研究结果一致。4月26日的平均叶片数最多,主要是因为该阶段植株已完成分蘖,营养输送主要集中在叶片,这与曹玉贤等<sup>[21]</sup>的研究结果一致;5月9日之后叶片数不再增加,可能是由于无效分蘖减少,叶片数也趋于稳定。

从交互作用间来看,株高方面4月1日、4月21日6个种质之间均无显著性差异;4月11日时期品系C23、品系C25株高显著高于甘农7号,其他种质之间无显著性差异。5月9日除品系C25和甘农7号、藏饲一号之间差异显著外其他种质之间无显著性差异。5月19日、5月29日株高方面差异均显著。整体来看株高在5月19日达到抽穗期,在这前期除个别种质外其他种质之间差异均不显著,抽穗期后种质之间差异显著,可能是由于株高在抽穗期后不同种质株高优势才发挥出来,前期受时期影响远远大于自身的遗传发育特性所导致,在抽穗期前株高优势明显的种质,遗传发育特性优势并没有表现出来,这与凌悦铭等<sup>[22]</sup>研究结果一致。交互作用间枝条数方面,5月9日至5月29日时间段均无显著性差异,是由于5月9日已经处于孕穗期,枝条数变化基本稳定<sup>[23]</sup>。枝条数在5月9日之前变化明显,在4月1日甘农7号枝条数显著高于品系C25;4月11日甘农4号、甘农7号、品系C5枝条数显著高于品系C25;4月21日品系C5枝条数显著高于

藏饲1号和品系C25。因为4月1日—4月21日时间段处于分蘖期、拔节期,枝条数明显增加,这与孙敏等<sup>[23]</sup>研究结果一致。分蘖是禾草茎秆基部节上产生的独立于主干的一种特殊的分枝特性,是影响产草量和种子产量的一个重要农艺性状,对小黑麦生长发育意义重大。交互作用间叶片数方面,4月1日,品系C25(33个/株)显著低于甘农4号、品系C5、品系C23;4月21日开始显著增加,甘农4号最多,达到(71个/株)。4月1日和4月11日各种质的叶片数较少,可能是由于前期株高增加明显,与营养供给有关。最后三个时间段所的叶片数整体趋于稳定不在增加,符合植物生长发育规律,这与袁蕊<sup>[24]</sup>研究结果一致。

株高、枝条、叶片数共同影响生物产量,株高越高、枝条数和叶片数越多,植物的生物产量越高<sup>[25]</sup>。本研究发现,参试的6个种质中,品系C25前期叶片数最少,株高却最高,可能与营养输送不同有关。甘农4号虽然叶片数多(69.7个/株),但是株高低(133.64 cm),所以单株地上生物量(55.09克/株)并不高。品系C25株高最高(154.27 cm),但是枝条数少(10.63个/株),导致单株地上生物量低(58.35克/株)。藏饲1号单株地上生物量(80.785克/株)显著高于其他种质,是由于藏饲1号的株高、枝条数、叶片数表现都较优异,该结果是生长时期的影响与种质的遗传特性共同作用所导致。

## 4 结论

小黑麦藏饲1号种质的单株地上生物量(80.785克/株)表现最优异,小黑麦品系C25种质的平均株高(157.05 cm)表现最好,甘农7号种质的平均枝条数(13.83枝/株)表现最好,甘农4号种质叶片数最多(69.7个/株)。综合结果表明,藏饲1号小黑麦种质在甘肃中部地区农艺性能较好。

### 参考文献:

[1] 王伟强,田新会,杜文华. 甘农1号黑麦在青藏高原高寒牧区的生产性能研究[J]. 草原与草坪, 2021, 41(3): 57—62.

[2] 金涛. 西藏中部农区冬春季小黑麦饲草生产技术研究[D]. 北京:中国农业科学院, 2016.

[3] 曾亮,陈本建,李春杰. 甘肃省牧草种业发展现状及前景分析[J]. 草业科学, 2006(11): 61—65.

[4] 李诚,艾尼瓦尔,孔广超,等. 小黑麦光合物质积累及其饲用品质性状研究进展[J]. 种子, 2006(6): 47—51.

[5] 张舒芸. 小黑麦和黑麦的抗旱性与抗寒性研究[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2018.

[6] 汪玺,严学兵,席亚莉. 小黑麦在高寒地区的适应性[J]. 甘肃农业大学学报, 2002(4): 428—432.

[7] 宋谦,田新会,杜文华. 甘肃省高寒牧区小黑麦新品系的生产性能[J]. 草业科学, 2016, 33(7): 1367—1374.

[8] 郭建文,李林渊,田新会,等. 饲草型小黑麦新品系在甘肃高海拔地区的生产性能和品质研究[J]. 草原与草坪, 2018, 38(4): 72—77.

[9] 孟祥君,韩天虎,陈兴荣,等. 甘引1号黑麦在甘肃不同区域适应性研究[J]. 中国草食动物科学, 2016, 36(1): 45—48.

[10] 赵方媛,王文,陈平,等. 甘农2号小黑麦在云贵高原的生产性能研究[J]. 草原与草坪, 2019, 39(1): 43—47.

[11] 赵雅姣,田新会,杜文华. 饲草型小黑麦在定西地区的最佳刈割期[J]. 草业科学, 2015, 32(7): 1143—1149.

[12] 刘晶,赵明月,郭宏玉,等. 高寒牧区小黑麦研究进展[J]. 青海科技, 2021, 28(4): 23—26.

[13] 任昱鑫,刘汉成,田新会,等. 甘南高寒牧区秋播小黑麦对氮肥施用量和播种密度的响应[J]. 草地学报, 2019, 27(4): 1044—1051.

[14] 李积铭,游永亮,李和平,等. 河北省低平原区饲用小黑麦高效栽培技术[J]. 现代农村科技, 2018(2): 23.

[15] 韩微波,张月学,尚晨,等. 夏播小黑麦生育期品质变化规律研究[J]. 黑龙江农业科学, 2015(8): 126—129.

[16] 杨晓,宋谦,赵海燕,等. 陇东旱塬区秋播小黑麦与青贮玉米的复种效果[J]. 草业科学, 2019, 36(8): 2127—2134.

[17] 王伟强,刘晶,田新会,等. ‘甘农4号’小黑麦品种在青海省不同区域的适应性评价[J]. 草地学报, 2020, 28(6): 1626—1634.

[18] 刘杰. 低温干旱复合胁迫对黑麦、小黑麦、短芒披碱草幼苗的抗逆性研究[D]. 拉萨:西藏大学, 2017.

[19] 兰开龙,刘永庆,田锡箴,等. 春性小黑麦生长发育特点的观察[J]. 作物研究, 1994, (2): 35—37.

[20] 崔广林,吴叶宽. 武陵山区黄花蒿生长发育规律研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2016, 24(1): 87—92.

[21] 曹玉贤,田霄鸿,杨习文,等. 小麦和小黑麦籽粒的营养品质及其相关性分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(1): 104—110.

[22] 凌悦铭,张亚黎,王震,等. 高温胁迫对小黑麦光合作用

- 影响[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2020, 38(2): 172-178.
- [23] 孙敏. 饲料小黑麦生育特性的研究[D]. 太谷:山西农业大学, 2004.
- [24] 袁蕊, 李萍, 胡晓雪, 等. 干旱胁迫对小麦生理特性及产量的影响[J]. 山西农业科学, 2016, 44(10): 1446-1449+1466.
- [25] 胡艳莉, 兰剑. 冬牧70黑麦生长发育特性与种子生产性能研究[J]. 宁夏农林科技, 2009(6): 31-33.
- [24] 袁蕊, 李萍, 胡晓雪, 等. 干旱胁迫对小麦生理特性及产

## Comparative on agronomic traits of different triticale germplasm in central Gansu Province

CHU Hong-li, TIAN Xin-hui, DU Wen-hua\*

(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)

**Abstract:** **[Objective]** The aim of the experiment was to compare the agronomic traits of 6 kinds of triticale germplasm (Gannong 4, Gannong 7, C5, C23, C25) and to select the better germplasm with good agronomic characters in Lanzhou, Gansu Province. **[Method]** The field morphological characteristics (plant height, number of branches, number of leaves) and aboveground biomass per plant were measured and statistically analyzed. **[Result]** The height of C25 was the highest (154.27 cm), but the number of leaves was less (57.6/plant) and the number of branches was the least (10.47/plant). Zangkai No. 1 had the second highest height (143.15 cm), but more branches (11.9/plant), more leaves (64/plant), and the highest above-ground biomass per plant (80.79 g/plant). Gannong No. 7 had the largest number of branches (13.82 per plant), but the growth of plant height in the early stage was slow. Gannong No. 4 had excellent tillering performance (12.49 per plant), the highest number of leaves (69.7 per plant), but the lowest number of leaves (54 per plant). **[Conclusion]** Zangkai No. 1 had better agronomic performance in the central region of Gansu Province.

**Key words:** triticale; hay yield; adaptability; agronomic trait

(责任编辑 靳奇峰)