

灌溉条件下燕麦不同品种的产量差异 及与农艺性状的关系

张克厚,陈 莺,张平珍,魏孔梅,杨继忠

(白银市农业科学研究所,甘肃 白银 730900)

摘要:燕麦是传统旱地作物,产量低而不稳,在灌溉条件下会出现倒伏等问题。为了探讨灌溉条件下高产燕麦品种对农艺性状的特殊要求,对12个燕麦品种进行了产量差异及与主要农艺性状的相关性和通径分析。结果表明,各品种的产量及基本苗、成穗数、穗粒数、千粒重、主穗长、旗叶长等农艺性状均存在显著差异,生育期、株高差异不显著,产量在 $3\ 706.20\sim 5\ 106.30\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 之间,变异系数 $CV=10.07\%$,燕麦品种MF9521-281产量最高;相关性分析显示,产量与成穗数($r=0.9557$)、基本苗($r=0.6761$)、千粒重($r=0.5186$)、株高($r=0.2634$)、生育期($r=0.0964$)呈正相关,与穗粒数($r=-0.4452$)、主穗长($r=-0.5977$)、旗叶长($r=-0.9376$)呈负相关;各性状对产量的直接通径系数大小顺序为:成穗数>千粒重>穗粒数>生育期>旗叶长>基本苗>株高>主穗长。综合分析表明,灌溉条件下燕麦获得高产的理想模型是:较高的成穗数($508.05\sim 552.75\times 10^4\cdot\text{hm}^{-2}$),适宜的基本苗($420.00\sim 422.55\times 10^4\cdot\text{hm}^{-2}$)、千粒重($22.27\sim 25.25\text{ g}$)、株高($113.85\sim 118.80\text{ cm}$)、生育期(85 d),较小的穗粒数($46.75\sim 50.18\text{ 粒}$)、主穗长($18.90\sim 19.95\text{ cm}$)、旗叶长($16.50\sim 17.60\text{ cm}$)。

关键词:燕麦;灌溉;品种;产量差异;农艺性状;相关性

中图分类号:S512.6 **文献标志码:**A

Differences in yield of oat varieties and relationship with agronomic traits under irrigation conditions

ZHANG Kehou, CHEN Ying, ZHANG Pingzhen, WEI Kongmei, YANG Jizhong

(Baiyin Institute of Agricultural Science, Baiyin, Gansu 730900, China)

Abstract: Oats are traditional dryland crops with low and instable yield, especially, with lodging under irrigation conditions. In order to investigate the special requirements for agronomic traits of high-yield oat varieties under irrigation conditions, the yield differences and correlations and path analysis of the main agronomic traits were carried out for 12 oat varieties. The results showed that there were significant differences in yield of oat varieties and basic seeding, spike number, grain number per spike, thousand seed weight, main spike length, flag leaf length, but no significant differences in growth period and plant height. The yield was between $3\ 706.20\sim 5\ 106.30\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ with a coefficient of variation, $CV=10.07\%$. Oat variety, MF9521-281, had the highest yield. The correlation analysis showed that the yield was positively correlated with spike number ($r=0.9557$), basic seedling ($r=0.6761$), and thousand-seed-weight ($r=0.5186$), plant height ($r=0.2634$), growth period ($r=0.0964$), but negatively correlated with grain number per spike ($r=-0.4452$), main spike length ($r=-0.5977$), and flag leaf length ($r=-0.9376$). The orders of the direct path coefficients of each trait to yield were: spike number > thousand seed weight > grain number per spike > growth period > flag leaf length > basic seedling > plant height > main spike length. The comprehensive analysis showed that the ideal models of agronomic traits for high yield of oats under irrigation conditions were: higher spike number ($508.05\sim 552.75\times 10^4\text{ hm}^{-2}$), suitable basic seedling (420.00

收稿日期:2018-12-29

修回日期:2019-10-11

基金项目:甘肃省特色作物产业技术体系“燕麦品种技术研发”(GARS-TSZ-2);甘肃省科技计划重大专项“甘肃省小杂粮新品种选育与示范”燕麦课题(18ZD2NA008)

作者简介:张克厚(1966-),男,甘肃会宁人,研究员,主要从事小麦、燕麦育种研究。E-mail:keh009@sina.com

通信作者:陈莺(1971-),女,甘肃宁县人,高级农艺师,主要从事燕麦育种研究。E-mail:183608308@qq.com

~422.55×10⁴ hm⁻²), thousand seed weight (22.27~25.25 g), plant height(113.85~118.80 cm), growth period (85 d), smaller grain number per spike (46.75~50.18), main spike length (18.90~19.95 cm), flag leaf length (16.50~17.60 cm).

Keywords: oats; irrigation; variety; yield difference; agronomic traits; correlation

我国生产中种植的燕麦以大粒裸燕麦(*Avena nuda* L.)为主,俗称“莜麦”、“玉麦”等,主要分布在内蒙古、河北、山西、甘肃等省区,年种植面积约100万hm²。燕麦具有营养价值高、粮草兼用的突出特点。作为特色杂粮作物,燕麦生产对促进当地生态建设和畜牧业的发展具有重大意义^[1]。

甘肃处于我国西北干旱、半干旱区,位于黄土高原、内蒙古高原和青藏高原的交汇处,其地理位置和山地、高原等复杂地形条件决定了其具有复杂多样的自然生态类型,农业生产条件也呈现出雨养干旱半干旱区和引黄河水灌溉的灌区两种生态类型。在雨养干旱半干旱地区,以丘陵、山地为主的高原立体气候为燕麦生产创造了得天独厚的自然条件,海拔高、气温低、温差大、日照长,适宜耐寒、抗旱、耐瘠的燕麦生长,是燕麦的主要种植区域。但是由于受自然条件特别是干旱的制约,该区燕麦生产一直处于广种薄收、粗放管理的状态,难以形成规模化、标准化、产业化生产,种植效益不高,影响了燕麦生产的发展^[2]。灌溉条件下燕麦具有高产、稳产的显著优势,但同时会面临倒伏、影响燕麦产量潜力等突出问题。我国已有燕麦高水肥条件下的栽培技术研究,并提出了相应的理论和方法^[1],但多数研究以旱地燕麦为对象^[3],针对灌溉条件下燕麦品种的相关性研究尚且不多。本研究拟通过对灌溉条件下燕麦品种主要农艺性状与产量相关性分析,以期揭示在灌溉条件下燕麦各性状间相互关系及其对产量的影响,建立燕麦高产的生产模式,为该生态类型区燕麦品种选育和高产栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验2017—2018年度在甘肃省白银市农业科学研究所试验场(靖远县)进行。试验场位于甘肃中部、黄河上游,地处黄土高原与腾格里沙漠过渡地带,属温带干旱、半干旱大陆性气候。位于东经104°,北纬36°,海拔1570 m,年平均气温8.5℃,无霜期170 d,≥10℃的有效活动积温3100℃,年平均降雨量224 mm,蒸发量1600 mm。土壤为沙壤土,土壤有机质18.8 g·kg⁻¹,碱解氮65 mg·kg⁻¹,

速效磷44.21 mg·kg⁻¹,速效钾78 mg·kg⁻¹。属于引黄灌区,自然生态条件及土壤、农业生产条件在甘肃省中部引黄灌区有较好的代表性。

1.2 试验材料

试验材料是从美国农业部农业研究中心(ARS)爱达荷(Idaho)国家小粒作物种质资源研究中心引进,并经白银市农业科学研究所多年试验从中筛选出的12个矮秆、早熟、综合农艺性状优良的品种,分别是:MF9521-281、MF9521-214、MF9621-280、MF9521-79、MF9714-36、MF9424-64、MF8891-2021、MF9224-310、MF9715-28、MF9018-117、MF9424-13、MF9224-359。

1.3 试验方法

试验田土壤肥力中等,前茬为小麦。基肥为磷酸二铵(含N18%、P₂O₅46%)和复合肥(含N15%、P₂O₅15%、K₂O 15%),施用量均为300 kg·hm⁻²。苗期结合浇水追施尿素(含N46%)150 kg·hm⁻²。试验于2017—2018年度进行,上年11月浇冬水1次、生育期浇水2次(每次浇水量约2250 m³·hm⁻²),田间防虫不防病,常规管理同当地大田一般水平。随机区组设计,3次重复,小区面积16 m²(1.6 m×10 m),行距0.2 m,播种量525×10⁴粒·hm⁻²,人工开沟撒籽。

1.4 项目测定

燕麦生育期内,在每个试验处理小区中按对角线法选择生长均匀的5个点,每点选择1取样,调查基本苗、成穗数。每品种选取20株进行室内考种,调查穗粒数、主穗长、千粒重。田间观测统计株高、旗叶长、生育期。小区全部收获脱粒,实测籽粒产量。

1.5 数据分析

对各品种产量及农艺性状进行显著性方差分析和变异系数分析。变异系数的计算公式为:变异系数CV=(标准偏差SD/平均值Mean)×100%。

相关系数是研究变量之间线性相关程度的量,定义式为 $r = \frac{L_{xy}}{\sqrt{L_{xx}L_{yy}}}$,其中, L_{xy} 为X与Y的协方差, L_{xx} 为X的方差, L_{yy} 为Y的方差。其方法的优点在于原理简单,且不受两个变量的位置和尺度变化的影响,容易程序化,在SPSS、Matlab中已经有了成熟模

块^[4]。相关性及通径分析采用张仲保的农业田间试验统计分析软件进行。

2 结果与分析

2.1 燕麦品种产量及主要农艺性状差异性分析

通过对各性状方差分析表明(见表1),12个燕麦品种的产量、基本苗、成穗数、穗粒数、千粒重、主穗长、旗叶长等农艺性状差异显著,而生育期、株高差异不显著。从变异系数分析可以看出(见表1),各主要农艺性状变异程度不同,变异系数从大到小顺序为:产量>旗叶长>成穗数>千粒重>穗粒数>主穗长>株高>基本苗>生育期,产量、旗叶长、成穗数、千粒重的变异系数较大,可选择性较强,而主穗长、株高、基本苗、生育期的变异系数较小,是相对稳定的性状。其中产量变幅为3 706.20~5 106.30 kg·hm⁻²,平均值为4 438.04 kg·hm⁻²,变异系数CV=10.07%,产量最高的品种是MF9521-281,最低的为MF9224-359;旗叶长变幅为16.50~22.00 cm,平均值为19.55 cm,变异系数CV=9.74%,旗叶最长的品种是MF9224-359,旗叶最短的品种是MF9521-281和MF9521-214;成穗数变幅为404.55~552.75×10⁴·hm⁻²,平均值为465.85×10⁴·hm⁻²,变异系数CV=9.58%,成穗数最高的品种是MF9521-281,最低的品种是MF9224-359。综合分析各品种产量及农艺性状,燕麦品种MF9521-281产量位居第一,其成穗数552.75×10⁴·hm⁻²、穗粒数46.75、千粒重22.81

g、株高118.8 cm、主穗长18.9 cm、旗叶长16.5 cm、生育期85 d,综合性状优良,是灌溉条件下理想的高产燕麦品种。

2.2 燕麦品种产量及主要农艺性状的相关性分析

由表2可知,燕麦产量与成穗数($r=0.9557$)、基本苗($r=0.6761$)、千粒重($r=0.5186$)、株高($r=0.2634$)、生育期($r=0.0964$)呈正相关,与穗粒数($r=-0.4452$)、主穗长($r=-0.5977$)、旗叶长($r=-0.9376$)呈负相关。

成穗数与产量的相关性($r=0.9557$)达极显著水平,说明成穗数对燕麦籽粒产量有显著影响,对燕麦产量潜力的提高具有重要作用,是选育燕麦高产品种首先要重视的性状;同时成穗数与基本苗($r=0.6489$)、千粒重($r=0.3531$)、株高($r=0.3097$)呈正相关,说明基本苗是成穗数的基本保证,实现成穗数与千粒重的同步提高是可行的,但需要注意防止在提高成穗数的同时株高增加而引起倒伏的可能性。成穗数与旗叶长($r=-0.9548$)呈极显著负相关,与主穗长($r=-0.586$)、穗粒数($r=-0.5219$)、生育期($r=-0.0201$)呈不显著负相关,因此在选择较高成穗数时应重视与这几个性状的协调,特别是要选择较小的旗叶长、主穗长和较少的穗粒数。

旗叶长与产量($r=-0.9376$)达极显著负相关,对成穗数($r=-0.9548$)的影响也达极显著负相关,说明旗叶长通过成穗数对产量产生显著抑制作用,因此,选育高产燕麦品种时应严格控制旗叶的长度。

表1 燕麦品种产量及主要农艺性状差异性分析

Table 1 Analysis of yield and main agronomic traits of the different oat varieties

品种 Hybrid	基本苗 Basic seedling /(10 ⁴ plants·hm ⁻²)	成穗数 Spike number /(10 ⁴ spikes·hm ⁻²)	穗粒数 Grains per spike	千粒重 1000-seed weight/g	生育期 Growth period/d	株高 Plant height/cm	主穗长 Main spike length/cm	旗叶长 Flag leaf length/cm	产量 Yield /(kg·hm ⁻²)
MF9521-281	420.15ab	552.75a	46.75c	22.81bc	85.00a	118.80a	18.90b	16.50c	5106.30a
MF9521-214	422.55a	530.10ab	48.88bc	22.27bc	85.00a	118.80a	19.95b	16.50c	5081.25a
MF9621-280	420.00ab	508.05b	50.18bc	25.25ab	85.00a	113.85a	18.90b	17.60c	5056.35a
MF9521-79	411.00ab	467.25c	47.27bc	26.70a	85.00a	113.85a	19.95b	19.25b	4575.00b
MF9714-36	417.45ab	463.80c	48.05bc	24.87ab	85.00a	118.80a	18.90b	19.80b	4543.80bc
MF9424-64	417.75ab	463.05c	46.98c	23.36b	85.00a	116.82a	19.95b	18.70bc	4300.05bc
MF8891-2021	424.05a	459.90cd	48.78bc	21.70bc	83.00a	118.80a	21.00ab	20.90ab	4256.25bc
MF9224-310	388.05b	450.30cd	54.86ab	21.46c	85.00a	118.80a	22.05a	19.80b	4212.45bc
MF9715-28	404.40ab	449.40cd	52.78ab	19.84c	85.00a	118.80a	19.95b	20.90ab	4206.30c
MF9018-117	418.05ab	424.05d	56.73a	21.96bc	85.00a	108.90a	21.00ab	20.90ab	4187.55c
MF9424-13	380.25b	417.00d	50.02bc	21.96bc	88.00a	123.75a	22.05a	21.80a	4024.95cd
MF9224-359	387.00b	404.55d	51.32b	20.82c	83.00a	105.93a	19.95b	22.00a	3706.20d
平均值 Mean	409.23	465.85	50.22	22.75	84.92	116.33	20.21	19.55	4438.04
标准偏差 SD	15.55	44.63	3.18	1.98	1.24	4.93	1.11	1.90	447.03
CV/%	3.80	9.58	6.34	8.71	1.46	4.24	5.48	9.74	10.07

注:同列不同字母表示处理在 $P<0.05$ 水平上差异显著。

Note: Data in one column followed by different letters are significant different at $P<0.05$.

表2 燕麦品种产量及主要农艺性状间的相关系数

Table 2 The correlation coefficient of the main agronomic traits and yield of oat varieties

性状 Character	基本苗 Basic seedling	成穗数 Spike number	穗粒数 Grains per spike	千粒重 1000-seed weight	生育期 Growth period	株高 Plant height	主穗长 Main spike length	旗叶长 Flag leaf length	产量 Yield
基本苗(X1) Basic seedling	1								
成穗数(X2) Spike number	0.6489	1							
穗粒数(X3) Grains per spike	-0.3677	-0.5219	1						
千粒重(X4) 1000-seed weight	0.3998	0.3531	-0.5323	1					
生育期(X5) Growth period	-0.3401	-0.0201	0.0020	0.1329	1				
株高(X6) Plant height	-0.0282	0.3097	-0.3386	-0.0408	0.5665	1			
主穗长(X7) Main spike length	-0.5905	-0.586	0.5314	-0.4645	0.2952	0.2162	1		
旗叶长(X8) Leaf length	-0.6148	-0.9548**	0.4733	-0.4341	-0.0326	-0.2015	0.5627	1	
产量(Y) Yield	0.6761*	0.9557**	-0.4552	0.5186	0.0964	0.2634	-0.5977	-0.9376**	1

注: * 表示在 $P < 0.05$ 水平上差异显著, $P_{0.05} = 0.6664$; ** 表示在 $P < 0.01$ 水平上差异显著, $P_{0.01} = 0.7977$ 。

Note: * means significant difference at $P < 0.05$, $P_{0.05} = 0.6664$; ** means significant difference at $P < 0.01$, $P_{0.01} = 0.7977$.

2.3 燕麦品种主要农艺性状与产量的通径分析

通过对相关系数的分解,可以看出各性状对产量的贡献大小。通径分析结果表明(见表3),各性状对产量的直接通径系数从大到小顺序为:成穗数>千粒重>穗粒数>生育期>旗叶长>基本苗>株高>主穗长。成穗数、千粒重和穗粒数对籽粒产量的影响较大,但株高、主穗长对产量直接贡献小,为负值。

在所分析的农艺性状中,成穗数对产量的直接通径系数居第1位($P = 1.0196$)。成穗数通过千粒重($P = 0.0852$)、基本苗($P = 0.0581$)、主穗长($P = 0.0331$)对产量的正向间接效应较大,通过生育期($P = -0.0029$)、株高($P = -0.0046$)、穗粒数($P = -0.104$)、旗叶长($P = -0.1288$)对产量有不同程度的负向间接效应。最终表现为成穗数与产量的相关系数最大($r = 0.9557$)。因此,成穗数高的品种容易获得高产,所以在选育燕麦高产品种时应将成穗数的选择放在优先地位。

千粒重对产量的直接通径系数为($P = 0.2413$),仅次于成穗数,与产量的相关系数也较高($r = 0.5186$)。千粒重通过成穗数($P = 0.3600$)、基本苗($P = 0.0358$)、主穗长($P = 0.0262$)、生育期($P = 0.0192$)和株高($P = 0.0006$)对产量有不同程度的正向间接效应;通过旗叶长($P = -0.0585$)、穗粒数(P

$= -0.1061$)对产量有不同程度的负向间接效应。所以在性状选择时,较高的千粒重也是高产的必要条件,应作为重点选择的性状之一。

穗粒数对产量的直接通径系数为($P = 0.1992$)。穗粒数通过千粒重($P = -0.1285$)、主穗长($P = -0.0300$)、基本苗($P = -0.0329$)、成穗数($P = -0.5322$)的负向间效应比通过旗叶长($P = 0.0638$)、株高($P = 0.0050$)、生育期($P = 0.0003$)的正向间接效应大,与产量呈负相关($r = -0.4552$)。因此,在选择品种时对穗粒数这一性状应有一定限制。

生育期、旗叶长、基本苗对产量的直接作用比较小,直接通径系数分别为 $P = 0.1444$ 、 $P = 0.1349$ 和 $P = 0.0895$ 。结合间接效应分析得出:通过延长生育期来增加燕麦的籽粒产量时必须协调好与其他性状的关系,选育高产的燕麦品种应严格控制旗叶的长度,保证基本苗基数也是选育高产品种应该注重的一个重要因素。株高、主穗长对产量的直接作用均为负值,直接通径系数分别为 $P = -0.0149$ 和 $P = -0.0565$ 。结合间接效应分析得出:对株高的选择范围可以适当放宽,以考虑其抗倒伏性为重,主穗长的选择要在优先成穗数的前提下进行,主穗不宜太长。

表 3 燕麦品种主要农艺性状与产量的通径系数

Table 3 Path analysis of the main traits and yield of oat varieties

性状 Character	直接通径系数 Direct pass coefficient	基本苗 Basic seedling	成穗数 Spike number	穗粒数 Grains per spike	千粒重 1000-seed weight	生育期 Growth period	株高 Plant height	主穗长 Main spike length	旗叶长 Flag leaf length
基本苗 Basic seedling	0.0895		0.6616	-0.0733	0.0965	-0.0491	0.0004	0.0334	-0.0829
成穗数 Spike number	1.0196	0.0581		-0.1040	0.0852	-0.0029	-0.0046	0.0331	-0.1288
穗粒数 Grains per spike	0.1992	-0.0329	-0.5322		-0.1285	0.0003	0.0050	-0.0300	0.0638
千粒重 1000-seed weight	0.2413	0.0358	0.3600	-0.1061		0.0192	0.0006	0.0262	-0.0585
生育期 Growth period	0.1444	-0.0304	-0.0205	0.0004	0.0321		-0.0084	-0.0167	-0.0044
株高 Plant height	-0.0149	-0.0025	0.3158	-0.0675	-0.0098	0.0818		-0.0122	-0.0272
主穗长 Main spike length	-0.0565	-0.0528	-0.5975	0.1059	-0.1121	0.0426	-0.0032		0.0759
旗叶长 Flag leaf length	0.1349	-0.055	-0.9735	0.0943	-0.1048	-0.0047	0.0030	-0.0318	

3 讨 论

近年来,随着人们对营养保健食品的日益重视,燕麦的商品价值不断提高。如何实现燕麦高产稳产成为人们关注的重点。开展灌溉条件下燕麦品种选育是实现“旱作进水地、低产变高产”的重要创新途径^[6]。科研及生产实践证明,灌溉条件下燕麦研究的重点在于解决高水肥条件下的严重倒伏问题,技术关键是选择出矮秆抗倒伏、适应高水肥生态型的高产品种,难点在于做好燕麦各性状的协调统一,以达到高产的目标^[7]。

开展燕麦产量与主要农艺性状相关性研究是确立各生态类型育种目标的重要依据。燕麦在旱地的育种目标与灌溉条件下有显著不同,杨才等研究结果表明^[8-9],旱地低水肥型燕麦品种的育种目标是:植株高大、主穗长、穗粒数多、生育期长、叶片数多且长,而灌溉条件下高水肥型燕麦品种的育种目标是:矮秆抗倒、株型紧凑、生育期短、叶片数少且小、群体结构好、成穗率高,要想获得高产,产量构成各要素配置必须协调一致。

本研究结果表明,在灌溉条件下选育燕麦高产品种时应将成穗数的选择放在优先地位,即成穗数高、群体结构好;同时,适宜的株高、基本苗、千粒重、生育期是实现高产的重要保证;而主穗长、穗粒数和旗叶长与产量呈现负相关,应选择较小的穗长、较少的穗粒数、短小上举的旗叶。实践证明,选育适宜灌区高水肥条件下种植的燕麦品种是可行的^[10]。

本研究从国外引进的大量燕麦品种资源中筛选出了矮秆、抗倒、综合性状优良的品种资源材料,在灌溉条件下进行试验种植,12个参试品种均未出

现倒伏现象,株高在 105~118 cm 之间,产量在 3 706.2~5 106.3 kg·hm⁻²。其中燕麦品种 MF9521-281 籽粒产量达 5 106.3 kg·hm⁻²,位居第 1;另据测试,MF9521-281 在开花期鲜产量可达 51 000 kg·hm⁻²,矮秆抗倒,粮草双丰。经农业农村部谷物及制品质量监督检验测试中心(哈尔滨)检测,MF9521-281 籽粒蛋白质含量 16.47%,脂肪含量 5.7%;经北京市营养源研究所检测,不饱和脂肪酸含量 78.47%,其中亚油酸含量 1.43%,品质优良。在该试验条件下,MF9521-281 的成穗数 552.75×10⁴·hm⁻²、穗粒数 46.75 粒、千粒重 22.81 g、株高 118.8 cm、主穗长 18.9 cm、旗叶长 16.5 cm、生育期 85 d。这些数据可作为目前灌溉条件下燕麦品种选育的参考指标。

参 考 文 献:

- [1] 杨才.有机燕麦生产[M].北京:中国农业大学出版社,2010:70-72.
- [2] 任瑞玉,何继红,董孔军,等.甘肃省小杂粮产业竞争力分析及对策建议[J].中国农业资源与区划,2014,35(4):141-144.
- [3] 王景才.苜蓿主要农艺性状相关分析[J].甘肃农业科技,2009,12(4):5-7.
- [4] 张文彤,董伟.SPSS 统计分析[M].北京:高等教育出版社,2004:26-33.
- [5] 张仲保.农业田间试验统计方法软件[EB/OL].(2011.08.01).
http://www.zhongbao.any2000.com
- [6] 杨克理,田长叶,赵世峰等.燕麦优质高产栽培技术与综合开发利用问答[M].北京:中国农业出版社,2000:10-11.
- [7] 张克厚,张平珍,魏孔梅,等.燕麦新品种航燕 1 号选育报告[J].甘肃农业科技,2015,469(1):25-27.
- [8] 彭远英,颜红梅,郭来春,等.燕麦属不同倍性种质资源抗旱性状评价及筛选[J].草业学报,2011,37(4):723-728.
- [9] 杨才.燕麦论[M].北京:农业出版社,2005:124-127.
- [10] 杨才.燕麦论[M].北京:中国农业大学出版社,2015:58-59.