

宁南山区旱地冬小麦品种(系)适应性鉴定与评价

邵千顺¹, 杨琳^{1*}, 辛娟², 张刚³

(1. 宁夏农林科学院固原分院, 宁夏 固原 756000; 2. 宁夏固原市种子管理站, 宁夏 固原 756000; 3. 固原市农业技术推广服务中心, 宁夏 固原 756000)

摘要:本研究针对宁夏南部山区落后的生产条件及特殊的气候生态类型,对选育的16个小麦品种进行适应性、丰产性、抗逆性鉴定,其目的是筛选出特征特性良好,丰产性状突出,适合宁夏南部雨养条件下不同生态区域的旱地冬小麦品种(系)。结果表明,陇中1号、NB9667-13、陇鉴107、陇鉴103、Z0229-4-3、9924、Z0231-3-1、2007-1-113和Z0228-2-2九个品种(系)在两点试验中都较对照增产,增幅1.11%~31.95%;Z0349-4、Z0230-2、Z0229-4-113、X0309-14-3和Z0309-18-2五个品种(系)在两点都较对照减产,减幅100%~0.49%,沧2007-1-1-1-1在一个点表现减产。通过聚类分析,将16个品种(系)分为5大类。4个品种(系)在E₁点适应性好(较好),5个品种(系)在两点适应性好(较好),其他在E₁、E₂点都表现较差或不好。

关键词:宁夏;冬小麦;生态育种;产量

中图分类号:S512.1+1

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2023)05-0021-06

Effects of Different Ecological Regions on Winter Wheat Yield and Component Factors

SHAO Qianshun¹, YANG Lin^{1*}, XIN Juan², ZHANG Gang³

(1. Guyuan Branch of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Guyuan 756000; 2. Guyuan Seed Management Station of Ningxia, Guyuan 756000; 3. Guyuan Agricultural Technology Extension Service Center, Guyuan 756000, China)

Abstract: This study focuses on the disadvantaged production conditions and unique climate ecotypes in the southern mountainous region of Ningxia. It evaluates the adaptability, productivity, and stress resistance of 16 selected wheat varieties. The objective is to identify dryland winter wheat varieties (lines) with favorable characteristics and prominent yield traits that suit different ecological regions under rain-fed conditions in southern Ningxia. The results indicate that nine varieties (lines), namely Longzhong 1, NB9667-13, Longjian 107, Longjian 103, Z0229-4-3, 9924, Z0231-3-1, 2007-1-113, and Z0228-2-2, show increased yields compared to the control group in two-point experiments, with an increase ranging from 1.11% to 31.95%. On the other hand, five varieties (lines), namely Z0349-4, Z0230-2, Z0229-4-113, X0309-14-3, and Z0309-18-2, exhibit decreased yields at two points, with a reduction ranging from 100% to 0.49%. However, Cang2007-1-1-1-1 shows reduced yields at one point but increased yields at another. Through cluster analysis, 16 varieties (lines) are divided into 5 major categories. Four varieties (lines) have good adaptability at point E₁ (better), five varieties (lines) have good adaptability at two points (better), and the others all show poor or bad performance at points E₁ and E₂.

Key words: Ningxia; Winter wheat; Ecological breeding; Yield

收稿日期: 2020-02-04

基金项目: 宁夏回族自治区自然科学基金项目(2020AAC03327);
宁夏回族自治区小麦育种专项(2018NYYZ02-06);
宁夏农林科学院科技创新平台提升项目(NKYP-19-19)

作者简介: 邵千顺(1986-),男,助理研究员,硕士,主要从事小麦遗传育种研究。

通讯作者: 杨琳,女,研究员, E-mail: nxgyyl@126.com

宁夏南部地区气候类型多样,最南部的泾源属温带、湿润半湿润气候区,有春寒无夏、秋短冬长的特点,降雨量达650 mm以上,年平均气温5.7℃,全年日照2 236 h,无霜期132 d。到中部的彭阳县,属典型的温带半干旱大陆性季风气候,降雨量350~550 mm,年平均气温7.4~8.5℃,无霜期140~170 d。再到北部的同心县,属典型的温带

大陆性气候,四季分明,日照充足,昼夜温差大,年均降雨量 259 mm 左右,而蒸发量却高达 2 325 mm 以上,干旱缺水是最大的自然特征。小麦是宁夏南部山区重要的粮食作物,也是第一大口粮作物。截至目前播种面积达 6.67 万 hm² 左右,占宁夏小麦种植面积的 50% 以上。但由于山区落后的生产条件及特殊的气候生态类型,该地区小麦总产值仅占宁夏小麦产值的 30% 左右,平均单产 2 730 kg/hm²。受生态气候差异影响,同一品种在不同区县种植,产量、生育期、农艺性状等差异较大,因此,针对不同生态区域,选育不同适应性品种是有效提高产量的重要路径^[1]。

针对特定的生态区域选育相适应的品种的研究,在不同地区不同作物中均有所报道。肖步阳等^[2]早在二十世纪就开始了春小麦的生态育种。李超等^[3]在云南省不同生态区域对 50 份甘蔗材料进行研究,筛选出适宜保山区域种植的、表现较好的 7 个材料。邓英毅等^[4]针对马铃薯冬作区特定的气候生态条件与耕作栽培制度,构建与之相适应的生态育种技术,能够培育出适合该区域种植的聚合耐寒、抗晚疫病、早熟、高产等多个特性的马铃薯新品种。尚占江^[5]对黑龙江玉米生态区及玉米生态育种进行了研究,认为在玉米栽培过程中要根据当地的气候、地理条件进行生态区域规划,并且在区域内进行玉米生态育种,选择合适的品种,提高玉米生产水平。龚金龙等^[6]提出了超级稻生态育种,认为超级稻生态育种,就是探索和选育适合不同生态条件种植的水稻品种(组合),最大限度地利用生态气候资源,优化个体生长(壮个体),构建高光效群体,从而提高水稻生物产量和经济产量。高凤梅^[7]根据生态育种理论,采用阶梯式复合杂交方式,培育出了高产、优质、适应性强的春小麦新品种克旱 16 号。赵小光等^[8]通过春性和半冬性甘蓝型油菜在春油菜区的光合性状的比较,使各自生态区的优良光合性状聚合起来,从而为提高油菜的光合能力提供参考,最终使获得高产油菜成为可能。

本研究针对宁夏南部山区特定气候类型,以原州区中河点和彭阳县玉洼点为试点,对 16 个冬小麦品种(系)进行适应性、丰产性、抗逆性鉴定,其目的是筛选出特征特性良好,丰产性状突出,适合宁夏南部各区县种植的旱地冬小麦品种(系),助力宁南脱贫事业。

1 材料与方法

1.1 供试品种

供试品种 16 个(表 1),宁冬 7 号为对照品种。

表 1 2018 年冬小麦品种比较试验参试品种

序号	品种名称	品种来源
1	NB9667-13	宁夏农林科学院固原分院
2	陇鉴 107	甘肃农科院旱地农业研究所
3	Z0349-4	宁夏农林科学院固原分院
4	Z0230-2	宁夏农林科学院固原分院
5	陇鉴 103	甘肃农科院旱地农业研究所
6	Z0229-4-113	宁夏农林科学院固原分院
7	陇中 1 号	甘肃省陇东学院
8	X0309-14-3	宁夏农林科学院固原分院
9	沧 2007-1-1-1-1	宁夏农林科学院固原分院
10	Z0229-4-3	宁夏农林科学院固原分院
11	9924	宁夏农林科学院固原分院
12	Z0309-18-2	宁夏农林科学院固原分院
13	Z0231-3-1	宁夏农林科学院固原分院
14	2007-1-113	宁夏农林科学院固原分院
15	Z0228-2-2	宁夏农林科学院固原分院
16	宁冬 7 号(对照)	宁夏固原市农技推广中心

1.2 田间设计

试验采取随机区组排列,3 次重复,小区面积 12.19 m²(6.7 m×1.82 m),12 行区,行距 16.5 cm,区距 30 cm,排距 50 cm,播种量依千粒重、发芽率每 667 m²按 30 万有效粒数计算,采用人力四行小区播种机分行称量播种。

1.3 试验地基本情况

试验在原州区中河高坡村和固原市彭阳县玉洼村设置 2 个点,原州区冬季寒冷漫长,春季气温多变,夏季短暂凉爽,秋季降温迅速,差异性大,春季和夏初雨量偏少,灾害性天气多,区域降水差异大。年平均气温 6.8 ℃,无霜期 120~140 d,年平均降水量在 300~550 mm,自南向北递减,降水量大多集中在 7~9 月,平均蒸发量 1 200~1 800 mm,一年四季晴天多,阴天少,日照充足,年平均日照时间 2 250~2 700 h,昼夜温差大,在 10~20 ℃。彭阳县海拔 1 248~2 418 m,年降水量 450~550 mm,年平均气温 7.4~8.5 ℃,日照时数 2 311.2 h,无霜期 140~170 d,属典型的温带半干旱大陆性季风气候。

1.4 测定项目与方法

调查指标主要包括产量、生育期、农艺性状(株高、穗长、穗下节长、穗粒数、单株粒重及千粒

重等)、抗性(抗旱性、抗寒性、抗青秆、抗倒伏)、越冬率等。农艺性状主要通过室内考种测定,抗性强弱主要通过田间比例确定。数据整理采用Excel 2007,数据分析采用DPS 10.1软件。

2 结果及分析

2.1 不同生态区域品种间产量结果分析

因试验点生态差异及各品种遗传因素,参试的16个品种(系)产量在两点差异较大(见表2)。原州区中河试验点平均产量208.97 kg/667 m²,变幅152.04~259.79 kg。平均产量较对照增产6.64%,其中NB9667-13、2007-1-113等9个品种较对照宁冬7号增产,增幅1.11%~31.95%,较对照

增产最大的是陇中1号,产量259.79 kg/667 m²。品种间差异显著,但与对照品种间差异不显著。彭阳县玉洼试验点平均产量362.02 kg/667 m²,产量最高的是陇鉴107,为394.78 kg/667 m²,产量最低的是Z0230-2,为298.13 kg/667 m²。从两点对比来看,陇中1号、NB9667-13、陇鉴107、陇鉴103、Z0229-4-3、9924、Z0231-3-1、2007-1-113和Z0228-2-2九个品种(系)在两点试验中都较对照增产,增幅1.11%~31.95%;Z0349-4、Z0230-2、Z0229-4-113、X0309-14-3和Z0309-18-2五个品种(系)在两点都较对照减产,减幅100%~0.49%,沧2007-1-1-1-1在原州区中河点表现减产29.17%,在彭阳县玉洼点增产1.49%。

表2 不同生态区域品种产量性状表

品种名称	原州区中河点			彭阳县玉洼点			
	产量(kg/667 m ²)			平均值 (kg/667 m ²)	比对照增减 (%)	产量 (kg/667 m ²)	较对照增产(%)
	重复 I	重复 II	重复 III				
NB9667-13	226.97	249.39	265.26	247.21ABa	25.56	362.02	9.41
陇鉴107	283.31	153.14	300.26	245.57ABa	24.72	394.78	19.31
Z0349-4	—	—	—	—	-100.00	311.24	-5.94
Z0230-2	202.36	120.32	148.22	156.97ABbcd	-20.28	298.13	-9.90
陇鉴103	255.42	137.28	241.74	211.66ABabcd	7.50	394.78	19.31
Z0229-4-113	—	—	—	—	-100.00	321.06	-2.97
陇中1号	278.93	270.73	229.71	259.79Aa	31.95	376.76	13.86
X0309-14-3	—	—	—	—	-100.00	329.25	-0.49
沧2007-1-1-1-1	76.57	199.63	141.65	139.47Bd	-29.17	335.81	1.49
Z0229-4-3	199.63	186.50	272.37	219.32ABabcd	11.39	360.38	8.91
9924	191.42	219.86	186.50	199.08ABabcd	1.11	360.38	8.91
Z0309-18-2	128.53	175.56	152.04	152.04ABcd	-22.78	307.96	-6.93
Z0231-3-1	255.41	189.24	247.76	230.80ABabc	17.22	345.64	4.46
2007-1-113	224.24	276.20	226.97	242.29ABab	23.06	384.95	16.34
Z0228-2-2	257.60	218.77	169.55	215.49ABabcd	9.45	335.81	1.49
宁冬7号(对照)	219.32	150.40	221.50	196.89ABabcd	—	330.89	0.00
平均值	215.49	195.80	215.49	208.97	6.64	362.02	9.41

注:同列小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$)

2.2 两点产量及农艺性状对比分析

由于彭阳县与原州区在降雨量及气温方面均

有所差异,导致同一参试材料在产量和农艺性状各方面都有差异。从表3可知,原州区中河点穗

表3 两个试验点产量及农艺性状表

地点	平均产量 (kg/667 m ²)	比对照增减 (%)	穗数 (万穗/667 m ²)	穗粒数 (个)	千粒重 (g)	株高 (cm)	穗长 (cm)
原州区中河	208.97	6.64	26.21	37.14	37.86	85.30	8.24
彭阳玉洼	346.87	4.83	23.69	41.64	35.49	98.96	8.84

数和千粒重较彭阳县玉洼点高,穗粒数、株高、穗长都较彭阳玉洼点低。通过一年多点试验统计分析(表4),两试验点间差异达到极显著水平,品种间、品种×地点间互作均不显著。

2.3 参试品种的丰产性及稳定性分析

通过对16个参试品种(3个在原州区中河点未收获产量的除外)在2个试验点的数据分析(表5),陇鉴107具有较高的产量水平,且回归系数b

表 4 一年多点试验统计分析

变异来源	df	SS	MS	F	Prob.
地点内区组	2	0.828 4	0.414 2	0.900 6	0.419 6
地点	1	33.504 4	33.504 4	72.849 4	0.000 0
品种	12	8.964 0	0.747 0	1.624 2	0.150 6
品种×地点	12	4.861 4	0.405 1	0.880 8	0.576 2
试验误差	24	11.037 9	0.459 9		
总的	51	59.196 0			

表 5 品种丰产性及其稳定性分析

丰产性参数				稳定性参数			综合评价
品种	产量	效应	方差	变异度	回归系数(b)	适应地区	等级
陇中1号	300.55	0.705 2	0.627	21.616	1.697 4	E ₁	好
2007-1-113	306.99	0.505 2	0.192	12.654	1.386 0	E ₁	较好
NB9667-13	230.10	0.325 2	0.146	11.624	1.336 1	E ₁	较好
Z0228-2-2	296.05	0.245 2	0.245	15.447	1.435 8	E ₁	较好
陇鉴 107	326.26	0.242 7	0.000	0.561	0.984 2	E ₁ ~E ₂	好
Z0231-3-1	237.37	0.130 2	0.061	8.007	1.217 8	E ₁ ~E ₂	较好
陇鉴 103	277.17	0.042 7	0.090	10.026	0.735 0	E ₁ ~E ₂	较好
9924	283.45	0.022 7	0.001	1.077	0.971 7	E ₁ ~E ₂	较好
Z0229-4-3	230.38	-0.092 3	0.038	6.797	0.828 5	E ₁ ~E ₂	较好
宁冬 7 号(CK)	284.41	-0.257 3	0.030	6.426	0.847 1	E ₁ ~E ₂	一般
Z0230-2	318.06	-0.572 3	0.113	14.094	0.703 9	E ₂	较差
Z0309-18-2	287.41	-0.627 3	0.249	21.407	0.560 6	E ₂	不好
沧 2007-1-1-1-1	258.28	-0.669 8	0.639	34.942	0.295 9	E ₂	不好

注：E₁为彭阳县玉洼点，E₂为原州区中河点

接近于1(b=0.984 2)，说明陇鉴 107 属高产稳产类型，有较为广泛的适应区域。陇中 1 号产量较高，回归系数最大，变异度较高，说明该品种在彭阳地区有较高的适应性。2007-1-113、NB9667-13、Z0228-2-2 和 Z0231-3-1 产量不算太高，但回归系数较大(b>1)，表明这几个品种具有特殊适应性，即在彭阳地区有较大的增产潜力。陇鉴 103、9924、Z0229-4-3 和宁冬 7 号(CK)产量较低，但回归系数较小(b<1)，变异度也较低，说明这几份材料在不利的环境条件下，能有一定的产量，而在有利的环境条件下，也不会获得很高产量，属于低产稳产类型。Z0230-2、Z0309-18-2 和沧 2007-1-1-1-1 综合评价较差。

2.4 参试冬小麦品种聚类分析

16 个品种(系)根据两点产量及农艺性状等 20 个指标，采用类平均聚类法(UPGMA)进行系统聚类分析(见图 1、表 6)，在欧氏距离 6.004 6 处将 16 个品种(系)分为 5 大类，第 1 类为 NB9667-13，单独成 1 类，说明该材料与其他参试材料遗传聚类较远，从性状来看，产量、株高、穗长、穗下节长

等在两个试验点都表现较高。第 2 类为 Z0230-2，单独成 1 类，这个品种在参试材料中产量最低，穗长、穗下节长等农艺性状也最低，但千粒重在所有参试材料中最高，因此可作为一份特殊育种资源保存。第 3 类为陇鉴 103、Z0229-4-3、9924、Z0231-3-1 和宁冬 7 号(CK)，第 4 类为 Z0349-4、Z0229-4-113、X0309-14-3、沧 2007-1-1-1-1、

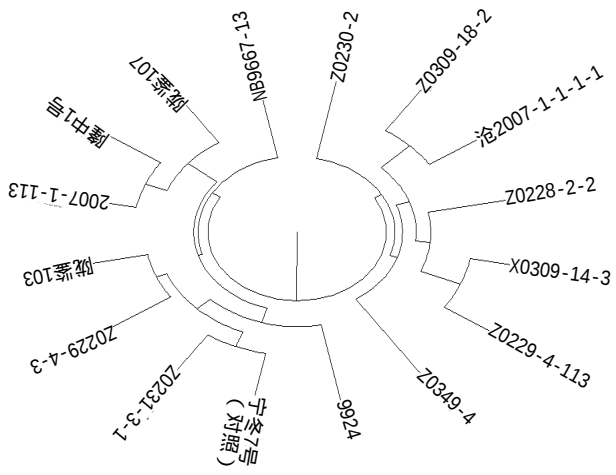


图 1 参试品种(系)聚类图

表6 聚类分析各组别产量及农艺性状

原州区点	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗下 节长(cm)	苗数 (万株/667 m ²)	茎数 (万个/667 m ²)	单株 粒重(g)	穗数 (万穗/667 m ²)	穗粒数 (个)	千粒重 (g)	产量 (kg/667 m ²)
第1类	88.60	7.38	34.90	33.86	31.65	0.70	33.45	25.00	28.20	247.21
第2类	67.90	7.15	27.70	21.55	19.75	1.54	18.57	37.00	45.70	156.97
第3类	83.83	8.09	36.54	30.21	27.34	1.43	26.28	36.80	38.54	211.55
第4类	87.01	8.72	36.88	25.23	22.76	1.59	21.86	41.25	38.18	169
第5类	90.17	8.48	39.48	32.61	31.79	1.37	30.60	36.33	36.90	249.22

彭阳县点	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗下 节长(cm)	苗数 (万株/667 m ²)	结实小穗数 (个)	单株 粒重(g)	穗数 (万穗/667 m ²)	穗粒数 (个)	千粒重 (g)	产量 (kg/667 m ²)
第1类	102.50	8.75	42.10	35.40	14.00	1.47	—	34.00	30.20	362.02
第2类	81.20	8.23	29.90	22.65	16.00	1.53	—	39.00	40.00	298.13
第3类	98.32	8.26	39.02	26.96	13.80	1.17	—	33.20	35.60	358.41
第4类	96.23	8.76	40.78	21.07	16.83	1.65	—	49.00	34.28	323.52
第5类	110.23	10.20	44.50	19.93	17.33	1.68	—	44.33	37.97	385.50

Z0309-18-2 和 Z0228-2-2,第3类和第4类都属于中间型材料,产量和农艺性状表现都相对居中,但从产量和产量构成因子来看,第3类较第4类佳。第5类为陇鉴107、陇中1号、2007-1-113,这3个品种(系)产量和株高最高,农艺性状和产量构成因子在两点都表现较好。

3 讨 论

作物品质和产量受基因、环境、基因×环境互作^[9-13]以及栽培措施^[14]等的综合影响。在灌水条件下选育的品种若引到雨养区种植,其抗旱性是影响产量和品种的关键因素;低海拔地区选育的品种引到高海拔地区种植,其抗寒性是影响产量和品种的关键,因此,新品种的选育应根据生态区的立地条件,选择与其相适应的品种。生态育种就是根据不同自然环境特点选育和推广相适应的品种^[1]。多位学者已在不同作物上开展过相关研究^[1, 15-21]。宁夏南部山区地处黄河宁夏段以南,包含7县一区,从南至北气候差异较大,生态类型多样。降雨量为200~650 mm,海拔1 100~2 200 m,无霜期120~170 d,各区县气候因素变化跨度较大,具备开展生态育种的基础和必要性。因此,本研究根据各区县特定的立地条件,选育与其相适应的新品种,配套适宜的栽培措施,提高基因、环境与栽培措施的最大乘积,使品种发挥其最大潜力。

从产量结果来看,陇中1号、NB9667-13、陇鉴107、陇鉴103、Z0229-4-3、9924、Z0231-3-1、2007-1-113和Z0228-2-2九个品种(系)在两点试验中都较对照增产,陇中1号、2007-1-113、

NB9667-13和Z0228-2-2适应E₁点,综合评价达到好或较好,与田间表现一致,所以,这四个品种(系)在该区域有较好的发展潜力,可作为E₁点生态适应性潜力品种重点选育。陇鉴107、Z0231-3-1、陇鉴103、9924和Z0229-4-3在E₁和E₂点产量较对照增产幅度相当,通过丰产性和稳定性分析显示,在两点都有较好的适应性,综合评价达到好或较好水平,因此这五个品种广适性较好,可作为日后广适性品种选育的重要储备品种(系)。对照品种宁冬7号在两点都表现一般。其余三个品种(系)Z0230-2、Z0309-18-2、沧2007-1-1-1-1在E₂点适应性较好,但产量表现较差或不好,但个别农艺性状表现较好,可作为资源继续保存。

原州区和彭阳县都是宁夏冬小麦重要产区,从方差分析来看,两点间产量和农艺性状差异明显,达到极显著水平。从同一组别内品种(系)产量和农艺性状数据来看,彭阳县点的数据都高于原州区点。造成这种差异的主要原因是两点气候差异,日后应根据两点气候差异,有针对性地选育与其更加适应的品种;另外,还可能与土壤肥力有关,但这种土壤差异对两点间产量和农艺性状差异的贡献有多大还需进一步研究。

本研究重点针对原州区及彭阳县两个区域选育,具有一定局限性,为选育针对多种生态区域的适应性品种,日后试验点布置应当更加广泛。

参考文献:

[1] 肖步阳.春小麦生态育种三十年[J].黑龙江农业科学,1982(3):1-7.

- [2] 肖步阳,祁适雨,孙光祖,等.春小麦生态育种[M].北京:农业出版社,1990:151-171.
- [3] 李超,段兆祜,白志刚,等.云南甘蔗品种第四轮生态育种试验保山试点总结[J].中国糖料,2018,40(1):21-24.
- [4] 邓英毅,郑虚,覃维治,等.冬种马铃薯生态育种技术的构建与实践[J].黑龙江农业科学,2017(9):9-18.
- [5] 尚占江.黑龙江玉米生态区与玉米生态育种目标[J].农业工程技术,2017,37(23):76.
- [6] 龚金龙,张洪程,李杰,等.超级稻生态育种及超高产栽培特征与途径的研究进展[J].中国农业科技导报,2011,13(1):25-33.
- [7] 高凤梅.高产、优质、抗旱春小麦新品种克旱16号的选育研究[J].小麦研究,2001(3):11-12.
- [8] 赵小光,张耀文,陈文杰,等.春性和半冬性甘蓝型油菜在春油菜区的光合性状比较[J].中国农学通报,2019,35(34):34-39.
- [9] 郭世华,王洪刚.基因型和环境及其互作对我国冬小麦部分品质性状的影响[J].麦类作物学报,2006,26(1):45-51.
- [10] 郭天财,马冬云,朱云集,等.冬播小麦品种主要品质性状的基因型与环境及其互作效应分析[J].中国农业科学,2004,37(7):948-953.
- [11] 邓志英,田纪春,胡瑞波,等.基因型和环境对小麦主要品质性状参数的影响[J].生态学报,2006,26(8):2757-2763.
- [12] 王晨阳,郭天财,马冬云,等.环境、基因型及其互作对小麦主要品质性状的影响[J].植物生态学报,2008,32(6):1397-1406.
- [13] 马静,严长虹,谷增辉,等.多点鉴定试验中玉米品种稳定性和试点分辨力分析[J].东北农业科学,2019,44(4):5-8,28.
- [14] 陈丽,贺奇,王兴盛,等.不同直播栽培方式对水稻产量及其构成的影响[J].东北农业科学,2021,46(3):1-8.
- [15] 陈学求,李殿申,何文安,等.关于作物生态育种涉及的若干问题的探讨[J].吉林农业大学学报,1999(2):102-105.
- [16] 唐永金,邢国凤.生态育种在绵农2号及其姊妹品种选育中的应用[J].绵阳经济技术高等专科学校学报,1996(3):7-10.
- [17] 王德轩,刘冠军,梁银,等.黄土区小麦抗旱生态育种模式的探讨[J].陕西农业科学,1987(2):1-3.
- [18] 李如仁.小麦抗旱生态育种的体会[J].甘肃农业科技,1982(2):14-16.
- [19] 陈笑.宁夏中部干旱带谷子适宜性分析[D].银川:宁夏大学,2018.
- [20] 易鹏.紫花苜蓿气候生态区划初步研究[D].北京:中国农业大学,2004.
- [21] 郭斌.新疆北部农区麦田套种玉米生态区划及高产栽培技术的研究[D].北京:中国农业大学,2005.

(责任编辑:刘洪霞)

(上接第20页)和根际微生物多样性,提升了荞麦对肥料的养分利用效率,荞麦在拔节期与灌浆期得到了充足的养分供给,增加了氮素积累并增加了实际产量。至于生物菌肥对于其他荞麦品种的影响、生物菌肥与传统化肥对土壤及荞麦根系的影响机理还需进一步探讨。

综上所述,对于米苦荞、多苦荞及甜荞,施加生物菌肥可以替代不同比例的氮肥,可减少土壤氮肥施用量,促进荞麦生长发育、改善品质、提高产量,在辽宁地区荞麦生产中具有重要的指导意义和广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] 何巧,王锐,周云.荞麦研究进展综述[J].现代农业科技,2011(2):46-49.
- [2] 林汝法.中国荞麦[M].北京:中国农业出版社,1994:31-76.
- [3] 任长忠,赵钢.中国荞麦学[M].北京:中国农业出版社,2015:178-184.
- [4] Kim S J, Zaiduli S M, Suzuki T, et al. Comparison of phenolic compositions between common and tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts[J]. Food Chemistry, 2008, 110(4): 814-820.
- [5] 谭玉荣,巧兵兵,关郁芳,等.苦荞类黄酮的研究现状及展望[J].食品工业科技,2012,33(18):377-381.
- [6] 张璟,欧仕益.荞麦的营养价值和保健作用[J].粮食与饲料工业,2000,(11):44-45.
- [7] 尹万利,雷绪芳,王敬昌,等.甜荞的食用价值与高产栽培措施[J].山西农业科学,2009,55(3):207-209.
- [8] 冯佰利,姚爱华,高金峰,等.中国荞麦优势区域布局与发展研究[J].中国农学通报,2005,21(3):375-377.
- [9] 梁莉红.辽西地区杂粮生产现状及发展对策[J].内蒙古农业科技,2010(2):101-113.
- [10] 李乐,孙海,刘政波,等.微生物肥料的作用、机理及发展方向[J].东北农业科学,2016,41(4):63-69.
- [11] 陈翔兰.生物菌肥的作用及推广应用前景[J].内蒙古农业科技,2008(4):96.
- [12] 常庆涛,刘荣甫,胡跃高,等.生物菌肥对荞麦生长发育和产量的影响[J].江苏农业科学,2016,44(4):161-162.
- [13] 陈文晋.叶面喷施对荞麦生长发育、产量及品质的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2015.
- [14] 刘荣甫,常庆涛,马小凤,等.生物菌肥在春荞麦上的应用效果研究[J].农业科技通讯,2016(11):113-116.
- [15] 郝志萍,吕慧卿,高翔.生物菌肥促进荞麦生长发育和产量提高[J].农业工程技术,2018,38(26):10-11.
- [16] 姚拓.饲用燕麦和小麦根际促生菌特性研究及其生物菌肥的初步研制[D].兰州:甘肃农业大学,2002.
- [17] 何永梅,孔志强,陈胜文,等.生物菌肥及其在蔬菜生产上的应用[J].科学种养,2019(9):33-35.
- [18] Jing Q, Bouman B A M, Hengsdijk H. Exploring options to combine high yields with high nitrogen use efficiencies in irrigated rice in China[J]. European Journal of Agronomy, 2007, 26(2): 166-177.
- [19] 张春华,呼瑞梅,胡跃高,等.微生物菌肥对通荞2号生育动态的影响[J].农业与技术,2017,37(20):5-6.

(责任编辑:范杰英)