

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2015.01.010

不同荞麦品种抗倒伏能力与根系及茎秆性状的关系^①

汪 灿^{1,2}, 阮仁武^{1,2}, 袁晓辉^{1,2},
王诗雪¹, 李 蔓¹, 易泽林^{1,2}

1. 西南大学 农学与生物科技学院, 重庆 400716; 2. 重庆市荞麦产业体系创新团队, 重庆 400716

摘要: 以抗倒性不同的 2 个荞麦品种为材料, 观测了不同时期根系和茎秆性状指标以及茎秆抗折力参数和倒伏指数的变化, 探讨抗倒伏能力与根系及茎秆性状的关系. 不同荞麦品种间倒伏指数和茎秆抗折力参数存在差异; 在根系性状中, 倒伏指数与根粗呈极显著负相关($r = -0.999, p < 0.01$), 与侧根数目和根系干鲜比呈显著负相关($r = -0.985, -0.988, p < 0.05$), 而与主根长呈极显著正相关($r = 0.999, p < 0.01$), 与根体积和最长侧根长呈不显著的正相关($r = 0.918, 0.842, p > 0.05$); 在茎秆性状中, 倒伏指数与茎秆质量呈显著负相关($r = -0.973, p < 0.05$), 与第 1 节间长呈极显著正相关($r = 0.999, p < 0.01$), 而与根冠比和第 1 节间粗呈不显著的负相关($r = -0.827, -0.855, p > 0.05$). 研究表明: 根系粗壮, 根系干鲜比大, 侧根数目多, 茎秆质量大, 茎秆第 1 节间长度较短的荞麦品种, 其倒伏指数小, 茎秆抗折力参数大, 抗倒伏能力强.

关键词: 荞麦; 根系性状; 茎秆性状; 抗倒伏能力; 倒伏指数

中图分类号: Q949.744

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2015)01-0065-07

荞麦是蓼科 Polygonaceae 荞麦属 *Fagopyrum* 植物, 有苦荞 *F. tataricum* 和甜荞 *F. esculentum* 2 个栽培种^[1]. 荞麦在中国粮食作物中虽属小宗作物, 但却具有其他作物所不具备的优点和成分, 它全身是宝, 经济价值高, 幼叶嫩叶、成熟秸秆、茎叶花果、米面皮壳无一废物. 在现代农业中, 荞麦作为特用作物, 在发展中西部地方特色农业和帮助贫困地区脱贫致富中有着特殊的作用, 在中国区域经济发展中占有重要地位^[2]. 倒伏是作物高产、稳产、优质的重要限制因素之一. 近年来, 关于水稻^[3-7]、小麦^[8]、油菜^[9-10]、大豆^[11]、玉米^[12]等作物的抗倒性研究已有相关报道, 目前我国荞麦生产上存在一个致命的弱点, 遇强风雨容易倒伏, 造成巨大损失, 甚至绝收, 极大地制约了我国荞麦生产的发展及农民种植荞麦的积极性, 使荞麦生产难以满足国内和国际市场逐渐增长的需求^[13]. 但针对荞麦抗倒伏能力与根系及茎秆性状关系的研究很少, 甚至没有. 本研究以抗倒伏能力不同的 2 个荞麦品种为试验材料, 研究其茎秆抗折力参数、倒伏指数、根系及茎秆性状的变化规律, 探讨抗倒伏能力与根系及茎秆性状的相关关系, 从而为荞麦的抗倒伏栽培和品种选育提供理论依据.

① 收稿日期: 2013-06-33

基金项目: 重庆市荞麦产业体系创新团队建设项目的(CQCYT2011001); 重庆市科技计划应用开发重点项目(CSTC2013yykfb0118).

作者简介: 汪 灿(1989-), 男, 贵州道真人, 硕士研究生, 主要从事作物高产栽培研究.

通信作者: 易泽林, 副研究员.

1 材料与方法

1.1 供试品种

供试品种为西大花荞(抗倒)、乌克兰大粒荞(不抗倒),由重庆市荞麦产业体系创新团队提供。

1.2 试验设计

试验在西南大学歇马科研基地进行。试验地土壤为沙壤土,含有机质 12.60 g/kg、碱解氮 73.20 mg/kg、有效磷 21.00 mg/kg、速效钾 106.00 mg/kg、全氮 0.84 g/kg、全磷 0.46 g/kg、全钾 17.50 g/kg、pH 值为 5.80。2013 年 3 月 5 日播种,随机区组排列,小区面积为 10 m²(2 m×5 m),人工条播,基本苗 60 万株/hm²,行距 33 cm,种植 6 行,3 次重复,小区之间留一空行,区组间走道 50 cm,播种行与区组走向垂直,试验地四周播种 3 行保护行;施用肥料为总养分超过 45% 的高浓度硫酸钾复合肥,含氮(N)15%、磷(P₂O₅)15%、钾(K₂O)15%,施肥量为 300 kg/hm²,一次性施入作为种肥;常规管理。分别于分枝期、开花期、成熟期在各小区随机选择连续未倒伏植株 3 株,先将植株半径 30 cm 以外的土垂直刨开至 50 cm 深处,再用小锄头将包裹根系的土逐层刨开,取出整株根系后用小水流冲洗干净,将根系与地上部分分开,测定茎秆抗折力参数、倒伏指数、根系及茎秆性状指标。在收获前调查荞麦倒伏发生率,并测量实际倒伏面积。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 倒伏分级和实际倒伏率

在田间于荞麦籽粒成熟收获前 3 d 调查各小区的倒伏情况。参照乔春贵^[14]的方法,根据主茎与地面的夹角度数将倒伏程度分为 0~5 级:0 级为 75°~90°、1 级为 60°~75°、2 级为 45°~60°、3 级为 30°~45°、4 级为 15°~30°、5 级为 0°~15°;统计各小区发生倒伏的株数和总株数,计算实际倒伏率。实际倒伏率=倒伏株数/总株数×100%;记录不同荞麦品种发生倒伏的时期。

1.3.2 茎秆抗折力参数和倒伏指数

参照陈晓光等^[8]和魏凤珍等^[15]的方法。取基部第 1 节间,剥除叶鞘,两端置高 50 cm、间隔 5 cm 的支撑木架凹槽内,在其中部悬挂一容器,向容器内匀速倒入细沙,至茎秆折断时停止,用弹簧秤称取容器和细沙质量(g),即为茎秆抗折力参数(SRPS);量取茎秆基部至该茎(含穗、叶和鞘)平衡支点的距离(cm),即为茎秆重心高度;先剪去样品的根部,将地上部洗净,用滤纸吸干水分后称质量(g),即为茎秆鲜质量。倒伏指数(LI)=(茎秆重心高度×茎秆鲜质量)/茎秆抗折力参数。

1.3.3 根系性状指标

在刘唐兴等^[9]的基础上略有改进。将材料从子叶节处截断主茎,风干 30 min 计量各性状。用直尺测量主根长(MRL)、最长侧根长(MLRL);计算侧根数目(NLR);在第 1 侧根发根处用游标卡尺量根粗(RT),每株纵横量 2 次,计算平均数;用电子天平称量根的鲜质量(g);将根浸水 5 min(防止根吸水),装入 500 mL 量筒,在量筒中注水,将根全部淹没,读取体积 V₁,再将水倒入另一 500 mL 量筒,读取体积 V₂,V₂-V₁ 即为根体积(RV);将根晾干后放入干燥箱中,在 105 °C 条件下 2 h 后调至 80 °C 恒温,烘至稳定干质量后称质量得根系干质量,单株干质量与鲜质量的比值即为根系干鲜比(FW/DW)。

1.3.4 茎秆性状指标

用直尺测量植株株高、第 1 节间长(FIL);用游标卡尺测量第 1 节间中部的粗度,即为第 1 节间粗(FID);地下部(根系)与地上部(茎秆)鲜质量的比值即为根冠比(RSR);将植株地上部分放入干燥箱中,在 105 °C 条件下杀青 2 h 后调至 80 °C 恒温,烘至稳定干质量后称质量,即为茎秆干质量,再按李木英等^[3]的方法计算茎秆质量(SQ),茎秆质量(mg/cm)=茎秆干质量(mg)/株高(cm)。

1.4 数据分析

用 Microsoft Excel 2003 整理数据和作图,用 DPS v3.01 专业版软件统计分析,采用 Duncan 氏新复极差(SSR)法检测显著性。

2 结果与分析

2.1 不同品种倒伏发生情况及茎秆抗折力参数和倒伏指数比较

2 个品种均发生倒伏现象,西大花荞在成熟期发生倒伏,乌克兰大粒荞在开花期发生倒伏。乌克兰大粒

荞倒伏程度严重, 倒伏分级和实际倒伏率均大于西大花荞(表 1), 表明荞麦品种间植株抗倒伏能力的差异较大, 品种倒伏时间越早, 倒伏程度越严重, 倒伏分级和实际倒伏率越大。

在荞麦分枝至成熟阶段, 茎秆抗折力参数和倒伏指数均呈逐渐增大趋势, 在成熟期达最大值。在同一生育时期, 西大花荞的茎秆抗折力参数高于乌克兰大粒荞, 在开花期和成熟期, 二者茎秆抗折力参数之间的差异达显著水平, 而在分枝期, 差异不显著。不同荞麦品种的倒伏指数存在一定的差异, 在分枝期, 乌克兰大粒荞的倒伏指数高于西大花荞, 但差异不显著, 在开花期和成熟期, 乌克兰大粒荞的倒伏指数显著高于西大花荞(表 2), 表明乌克兰大粒荞的抗倒伏能力较差, 易发生倒伏; 同一荞麦品种在不同生育时期的倒伏指数不同, 西大花荞和乌克兰大粒荞的倒伏指数在成熟期达最大值(表 2), 说明荞麦最容易在成熟期发生倒伏, 这可能与成熟期荞麦生殖生长旺盛导致茎秆质量心高度上移有关。

表 1 不同荞麦品种倒伏发生情况

品种	发生时期	倒伏分级	实际倒伏率/%
西大花荞	成熟期	1	5.17±0.17b
乌克兰大粒荞	开花期	4	85.27±0.44a

注: 表 1 中数据为 3 次重复的平均值±标准误差, 不同字母表示在 $p=0.05$ 水平差异显著。下同。

表 2 不同荞麦品种茎秆抗折力参数和倒伏指数变化

品 种	茎秆抗折力参数/g			倒伏指数		
	分枝期	开花期	成熟期	分枝期	开花期	成熟期
西大花荞	215.7±5.1a	294.0±1.5a	359.7±0.9a	0.106±0.004a	0.575±0.251b	1.190±0.053b
乌克兰大粒荞	209.1±5.8a	262.6±14.3b	308.9±18.7b	0.125±0.004a	0.617±0.067a	1.247±0.090a

2.2 不同品种根系及茎秆性状指标比较

随着荞麦的生长发育进程, 各荞麦品种的根粗、侧根数目、根体积、根系干鲜比、最长侧根长及主根长均呈上升趋势(图 1, a-f)。西大花荞的根粗明显高于乌克兰大粒荞, 并且在每个时期的差别不大(图 1, a), 说明增加根粗有利于提高荞麦品种的抗倒伏能力。在分枝期, 西大花荞的侧根数目少于乌克兰大粒荞, 而在开花期和成熟期, 西大花荞的侧根数目多于乌克兰大粒荞; 在成熟期, 西大花荞的侧根数目较分枝期提高 131.0%, 乌克兰大粒荞的侧根数目较分枝期提高 72.5%(图 1, b), 表明西大花荞的侧根生长比乌克兰大粒荞旺盛。西大花荞的根体积小于乌克兰大粒荞, 其中在分枝期差别最大, 而在开花期和成熟期, 二者之间的差异逐渐缩小(图 1, c), 说明西大花荞的根系在其生长发育后期较旺盛。西大花荞和乌克兰大粒荞的根系干鲜比差异不显著, 尤其是在分枝期和开花期, 二者基本没有差异(图 1, d)。乌克兰大粒荞的最长侧根长要大于西大花荞, 并且二者的变化幅度保持基本一致(图 1, e)。西大花荞的主根长小于乌克兰大粒荞, 其中在成熟期差别最大(图 1, f)。由此可见, 粗壮的根系和庞大的侧根数目有利于提高荞麦品种的抗倒伏能力。

茎秆第 1 节间长、第 1 节间粗、茎秆质量随荞麦生育进程呈现出上升的趋势(图 1, h-j)。在同一时期, 不同抗倒伏能力荞麦品种相比, 茎秆第 1 节间长表现为乌克兰大粒荞大于西大花荞(图 1, j); 第 1 节间粗和茎秆质量表现为西大花荞大于乌克兰大粒荞(图 1, h, i); 说明长势矮小、粗壮的茎秆第 1 节间和较大的茎秆质量是提高荞麦品种抗倒伏能力的保障。根冠比是表征植物地下部和地上部是否协调生长的重要指标^[16], 随着荞麦的生长发育进程, 各荞麦品种的根冠比呈下降趋势(图 1, g), 这与地上部鲜物质的增量远远大于根系鲜质量增量有关。

2.3 抗倒伏能力与根系及茎秆性状的相关性

倒伏指数与根粗呈极显著负相关, 与侧根数目和根系干鲜比呈显著负相关; 而与主根长呈极显著正相关; 茎秆抗折力参数与根系干鲜比呈极显著正相关, 与主根长呈极显著负相关, 与根粗和侧根数目呈显著正相关; 而根体积和最长侧根长与倒伏指数和茎秆抗折力参数的相关性不显著(表 3)。说明侧根数目、根粗、根系干鲜比、主根长与荞麦抗倒伏能力密切相关。

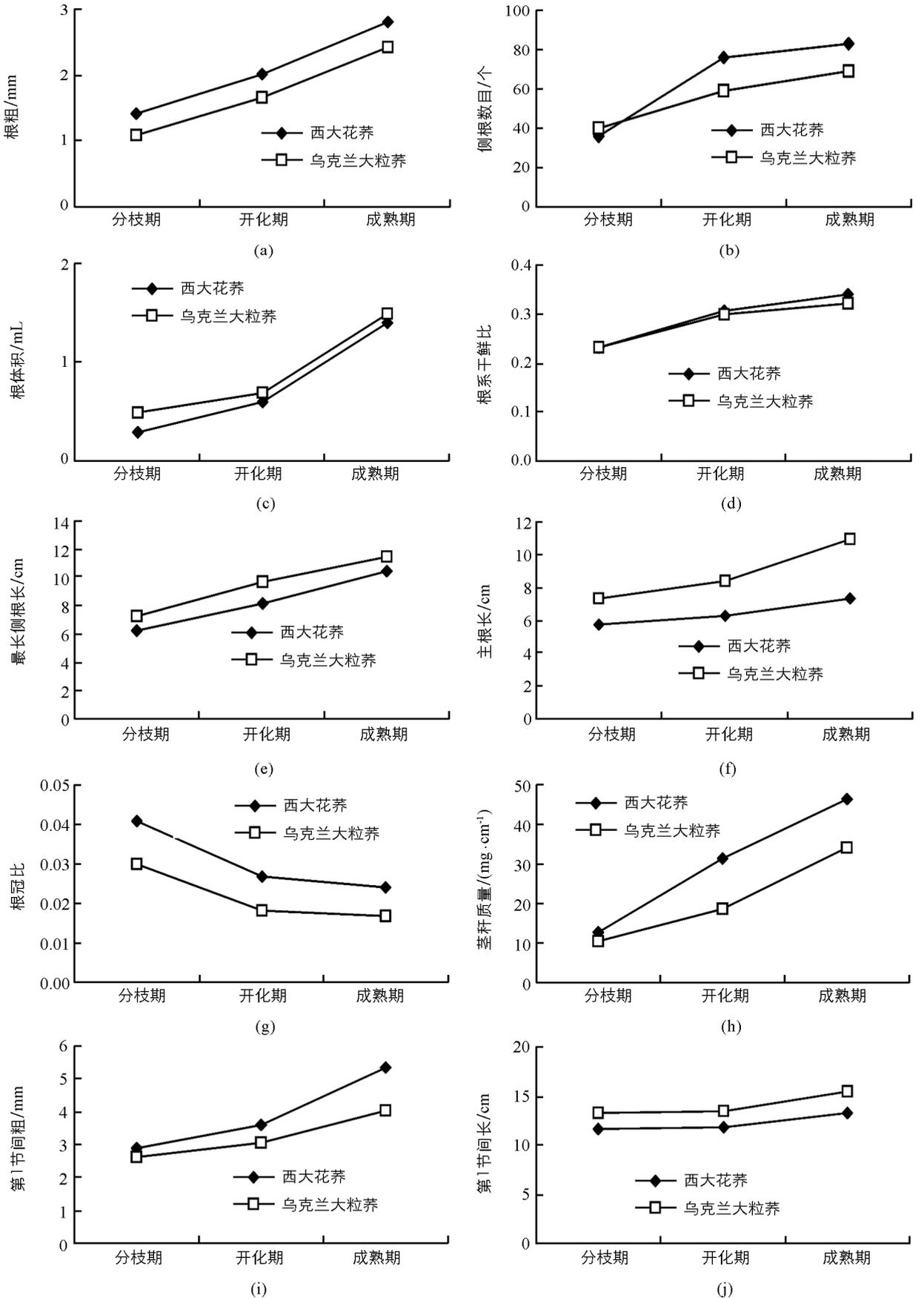


图 1 不同荞麦品种根系及茎秆性状指标变化

茎秆第 1 节间长与倒伏指数呈极显著正相关, 与茎秆抗折力参数呈极显著负相关; 茎秆质量与倒伏指数呈显著负相关, 与茎秆抗折力参数呈显著正相关; 而茎秆第 1 节间粗和根冠比与倒伏指数和茎秆抗折力参数的相关性不显著(表 3). 说明荞麦的抗倒伏能力受茎秆第 1 节间长和茎秆质量的影响最大.

表 3 荞麦抗倒伏能力与根系及茎秆性状的相关系数

	<i>NLR</i>	<i>RT</i>	<i>RV</i>	<i>FW/DW</i>	<i>MRL</i>	<i>MLRL</i>	<i>FID</i>	<i>FIL</i>	<i>RSR</i>	<i>SQ</i>
<i>LI</i>	-0.985*	-0.991**	0.918	-0.988*	0.999**	0.842	-0.855	0.999**	-0.827	-0.973*
<i>SRPS</i>	0.971*	0.980*	-0.942	0.999**	-0.998**	-0.780	0.795	-0.996**	0.767	0.976*

注: * 表示 $p=0.05$ 水平差异显著, ** 表示 $p=0.01$ 水平差异极显著; *SRPS*: 茎秆抗折力参数; *LI*: 倒伏指数; *NLR*: 侧根数目; *RT*: 根粗; *FW/DW*: 根系干鲜比; *RV*: 根体积; *MRL*: 主根长; *MLRL*: 最长侧根长; *FIL*: 第 1 节间长; *FID*: 第 1 节间粗; *RSR*: 根冠比; *SQ*: 茎秆质量.

3 讨 论

由于倒伏指数综合考虑了作物株高、鲜质量等形态特性和茎秆抗折力等力学特性, 因此具有较强的综合评价性能^[3]. 马均等^[17]和 杨长明等^[18]在水稻上的研究表明, 倒伏指数越小, 茎秆的抗倒伏能力越强; 反之, 倒伏指数越大, 则茎秆的抗倒伏能力就越弱. 本研究结果表明, 与不抗倒品种乌克兰大粒荞相比, 抗倒品种西大花荞的茎秆抗折力参数大、倒伏指数小, 抗倒伏能力强, 这与两者的研究结果一致. 由此推断, 倒伏指数可作为荞麦茎秆抗倒伏能力的一个重要评价指标.

3.1 荞麦抗倒伏能力与根系性状的关系

根系是植物体的地下部分, 是植物长期适应陆地条件而形成的一个重要器官, 具有固定植物、吸收输导土壤中的水分养分、合成和储藏营养物质等生理功能^[19]. 刘唐兴等^[9]在油菜上的研究发现, 倒伏指数与最长侧根长、侧根数目、根粗、根体积呈负相关, 与主根长和根系干鲜比呈正相关, 但都未达到显著水平; 李木英等^[3]在直播水稻品种上的研究表明, 茎秆抗倒性强弱可以用根系固持力的大小来衡量, 且根系固持力与根系干质量呈显著正相关, 与根粗呈不显著的正相关, 与根的数目呈极显著的正相关. 本研究结果表明, 倒伏指数与根粗呈极显著负相关, 与侧根数目呈显著负相关, 与主根长呈极显著正相关(表 3), 这与两者的研究结果有相似之处, 不同的是本研究达显著或极显著水平; 倒伏指数与根系干鲜比呈显著负相关, 与根体积和最长侧根长呈不显著的正相关(表 3), 这与前者的研究结果相反. 此外, 在各性状中, 与倒伏指数负相关程度最高的是根粗($r=-0.991$, $p<0.01$), 其次是根系干鲜比($r=-0.988$, $p<0.05$), 再次是侧根数目($r=-0.985$, $p<0.05$), 这就表明在选育抗倒伏荞麦品种时, 对于根系各性状中, 根粗、根系干鲜比和侧根数目可作为判断抗倒性强弱的主要参考指标.

3.2 荞麦抗倒伏能力与茎秆性状的关系

茎秆支持着叶和枝条, 并使花、果实处于适当的位置, 具有支持、输导等生理功能^[20]. 张志才^[21]认为作物倒伏性与茎秆基部节间长度呈显著正相关, 而与基部节间茎粗呈显著负相关; 李木英等^[3]认为水稻植株的抗倒伏性与茎基粗度呈显著正相关, 与第 1 伸长节间长度呈显著负相关, 与茎秆质量呈不显著的负相关; Hagiwara 等^[22]发现荞麦植株的田间倒伏级数与基部节间直径呈极显著的负相关($r=-0.431$, $p<0.001$); 马跃芳等^[23]认为大麦植株的倒伏程度与茎秆直径和根冠比呈极显著的负相关; 丰光等^[24]认为玉米的倒伏性与节间平均长度呈不显著的正相关, 与茎秆粗呈显著的负相关; 董琦等^[25]认为小麦茎秆倒伏指数与第 1 节间长度呈显著负相关, 与第 1 节间外径呈不显著的正相关, 与茎秆壁厚呈显著的负相关. 本研究结果表明, 倒伏指数与茎秆质量呈显著负相关($r=-0.973$, $p<0.05$), 这与李木英等^[3]在水稻上的研究结果存在一定差异; 倒伏指数与根冠比呈不显著的负相关($r=-0.827$, $p>0.05$), 这与马跃芳等^[23]在大麦上的研究结果有相似之处, 但本研究未达到显著水平; 茎秆第 1 节间长与倒伏指数呈极显著正相关($r=0.999$, $p<0.01$), 这与张志才^[21]、李木英等^[3]、董琦等^[25]的结果一致, 而与丰光等^[24]在玉米上的结果有差异; 另外, 与前人^[3, 21-24]

的研究存在差异之处是倒伏指数与茎秆第 1 节间粗存在不显著的负相关,这可能与荞麦茎秆茎壁厚度、茎秆微观结构、茎秆化学成分等有关,有待下一步研究。

4 结 论

荞麦品种间茎秆和根系性状存在差异。在根系性状中,根粗、根系干鲜比和侧根数目是影响荞麦植株抗倒伏性最重要的因素;在茎秆性状中,茎秆质量和茎秆第 1 节间长对荞麦抗倒伏能力的影响最大。根系粗壮,根系干鲜比大,侧根数目多,茎秆质量大,茎秆第 1 节间长度较短的荞麦品种,其倒伏指数小,茎秆抗折力参数大,抗倒伏能力强。

参考文献:

- [1] 林汝法. 中国荞麦 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 1-3.
- [2] 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.
- [3] 李木英, 陈 关, 潘晓华, 等. 直播稻不同品种茎秆和根系性状与抗倒伏性关系 [J]. 中国稻米, 2011, 18(2): 17-21.
- [4] 杨艳华, 朱 镇, 张亚东, 等. 不同水稻品种(系)抗倒伏能力与茎秆形态性状的关系 [J]. 江苏农业学报, 2011, 27(2): 231-235.
- [5] 张秋英, 欧阳由南, 戴伟民, 等. 水稻基部伸长节间性状与倒伏相关性分析及 QTL 定位 [J]. 作物学报, 2005, 31(6): 712-717.
- [6] 包灵丰, 林 纲, 赵德明, 等. 水稻亲本、杂交后代的成熟期倒伏指数及关系研究 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2009, 31(8): 28-33.
- [7] 霍中洋, 董明辉, 张洪程, 等. 不同粳稻品种倒伏指数及相关农艺性状分析 [J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2003, 25(3): 234-237.
- [8] 陈晓光, 史春余, 尹燕桦, 等. 小麦茎秆木质素代谢及其与抗倒性的关系 [J]. 作物学报, 2011, 37(9): 1616-1622.
- [9] 刘唐兴, 官春云. 不同密度的油菜根系特征和产量与倒伏之间的相关性初探 [J]. 西南农业学报, 2008, 21(1): 23-25.
- [10] 张 建, 陈金城, 唐章林, 等. 油菜茎秆理化性质与倒伏关系的研究 [J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2006, 28(5): 763-765.
- [11] 周 蓉, 王贤智, 陈海峰, 等. 大豆抗倒伏性及其相关性状的 QTL 分析 [J]. 作物学报, 2009, 35(1): 57-65.
- [12] 汪黎明, 李建生, 姚国旗, 等. 玉米茎秆与根系抗倒的特性研究 [J]. 玉米科学, 2012, 20(2): 69-74, 81.
- [13] 郭志利, 孙常青. 北方旱地荞麦抗倒栽培技术研究 [J]. 杂粮作物, 2007, 27(5): 364-366.
- [14] 乔春贵. 作物抗倒伏性的综合指标—倒伏指数 [J]. 吉林农业大学学报, 1988, 10(1): 7-10.
- [15] 魏凤珍, 李金才, 王成雨, 等. 氮肥运筹模式对小麦茎秆抗倒性能的影响 [J]. 作物学报, 2008, 34(6): 1080-1085.
- [16] 李 敏, 张洪程, 杨 雄, 等. 水稻高产氮高效型品种的根系形态生理特征 [J]. 作物学报, 2012, 38(4): 648-656.
- [17] 马 均, 马文波, 田彦华, 等. 重穗型水稻植株抗倒伏能力的研究 [J]. 作物学报, 2004, 30(2): 143-148.
- [18] 杨长明, 杨林章, 颜廷梅, 等. 不同养分和水分管理模式对水稻抗倒伏能力的影响 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(4): 646-650.
- [19] 未晓巍, 吕 杰, 武 慧, 等. 植物根系研究进展 [J]. 北方园艺, 2012(18): 206-209.
- [20] 李名扬. 植物学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 64-102.
- [21] 张志才. 作物倒伏成因分析及抗倒对策研究进展 [J]. 耕作与栽培, 2006(4): 1-2, 26.
- [22] HAGIWARA M, IZUSAWA H, INOUE N, et al. Varietal Differences of Shoot Growth Characters Related to Lodging in Tartary Buckwheat [J]. Fagopyrum, 1999(16): 67-72.
- [23] 马跃芳, 金晓平, 龚 辉. 大麦倒伏原因的初步研究 [J]. 作物研究, 1990, 4(4): 22-25.
- [24] 丰 光, 李妍妍, 景希强, 等. 夏玉米根茎主要性状与倒伏性的关系研究 [J]. 河南农业科学, 2010(11): 20-22.
- [25] 董 琦, 王爱萍, 梁素明. 小麦基部茎节形态结构特征与抗倒性的研究 [J]. 山西农业大学学报: 自然科学版, 2003, 23(3): 188-191.

Relationship Between Root and Stem Traits and Lodging Resistance in Different Buckwheat Cultivars

WANG Can^{1,2}, RUAN Ren-wu^{1,2}, YUAN Xiao-hui^{1,2},
WANG Shi-xue¹, LI Man¹, YI Ze-lin^{1,2}

1. School of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. Chongqing Buckwheat Industry System Innovation Team, Chongqing 400716, China

Abstract: Buckwheat products are regarded as health food due to their components of vitamin B1 and E, mineral elements, flavonoids (mainly rutin) and high content of proteins. However, lodging has restricted the production of buckwheat. In this study, we investigated the dynamic changes of root traits indicators, stem traits indicators, snapping resistance parameters and lodging index of buckwheat to disclose the relationship between root and stem traits and lodging resistance. The root diameter (*RT*), number of lateral root (*NLR*), root volume (*RV*), ratio of dry weight and fresh weight of root (*FW/DW*), maximum lateral root length (*MLRL*), taproot length (*MRL*), 1st internode length (*FIL*), 1st internode diameter (*FID*), root cap ratio (*RSR*) and stem quality (*SQ*) were tested with two cultivars with different lodging resistance. The snapping resistance parameters and stem lodging index were determined at branching, anthesis, and autumn stages. The snapping resistance parameters and stem lodging index varied among cultivars. In root traits indicators, the lodging index was negatively correlated with *RT*, *NLR*, and *FW/DW* with correlation coefficients of -0.999 ($p < 0.01$), -0.985 ($p < 0.05$), -0.988 ($p < 0.05$), respectively. and positively correlated with *MRL*, *RV*, and *MLRL* with correlation coefficients of 0.999 ($p < 0.01$), 0.918 ($p > 0.05$), 0.842 ($p > 0.05$), respectively. In stem traits indicators, the lodging index was positively correlated with *FIL* ($r = 0.999$, $p < 0.01$), and negatively correlated with *SQ*, *FID* and *RSR* with correlation coefficients of -0.973 ($p < 0.05$), -0.855 ($p > 0.05$), -0.827 ($p > 0.05$), respectively. Based on these results, we conclude that cultivars with short *FIL* and high *RT*, *FW/DW*, *NLR*, and *SQ* showed high resistance to stem snapping and lodging.

Key words: buckwheat; root traits; stem traits; lodging resistances; lodging index

责任编辑 夏 娟

