

## 播期对苦荞生长发育及产量的影响

李春花<sup>1</sup> 吴晗<sup>1</sup> 加央多拉<sup>1</sup> 杨志雪<sup>1</sup> 王艳平<sup>2</sup> 冯博<sup>1</sup>  
王春龙<sup>1</sup> 李雪英<sup>1</sup> 卜瑞<sup>1</sup> 郭来春<sup>1</sup> 任长忠<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>吉林省白城市农业科学院, 137000, 吉林白城; <sup>2</sup>山东省青岛市黄岛区农业农村事业发展中心, 266400, 山东青岛)

**摘要** 选用9个苦荞品种, 设置3个播期(5月25日、6月15日和7月6日), 基于14个农艺性状及产量相关性状进行综合评价。结果表明, 9个苦荞品种的生育期、株高和主茎节数随播期的延迟而缩短, 其他2个株型性状、6个粒形性状和3个产量相关性状的平均值呈逐渐增高的趋势。相关性分析表明, 籽粒周长与长宽比、籽粒长、籽粒直径、千粒重, 长宽比与籽粒长, 籽粒长与籽粒直径, 籽粒直径与千粒重, 株粒数与株粒重均呈极显著正相关, 长宽比与籽粒圆度呈极显著负相关。聚类分析分为3大类, 类群I为生育期较长、植株较高且产量相关性状较小的小粒型群体; 类群II为植株较高且产量相关性状较大的长粒型群体; 类群III为生育期较短、植株较矮且产量相关性状均值中等的短粒型群体。综上, 通苦荞1号、云荞2号和晋荞麦6号适合早播, 贵米苦18号、凉山苦荞、黔苦6号、西荞1号、六农1号和晋荞麦6号适合中期播种, 云荞2号和昭苦5号适合晚播。

**关键词** 苦荞; 播期; 农艺性状; 产量; 聚类分析

苦荞 (*Fagopyrum tataricum* L. Gaertn) 属蓼科 (Polygonaceae) 荞麦属 (*Fagopyrum*), 为药食同源植物<sup>[1]</sup>, 其籽粒中含有较高的蛋白质、矿物质、维生素、膳食纤维以及其他粮食作物不具备或稀缺的特殊营养素和药用成分, 如黄酮类化合物芦丁, 其具有抗过敏、降血脂、降血压和降血糖等功效<sup>[2-4]</sup>。同时, 苦荞具有生育期短和适应性强等特点, 也是很好的救灾、填闲作物和重要的轮作作物<sup>[5-8]</sup>。吉林省西部地区是小杂粮的主要商品生产基地, 随着经济不断发展和人民生活水平不断提高, 人们对绿色食品和保健食品愈加青睐。然而, 由于荞麦属于小宗杂粮作物而未受重视, 且吉林省荞麦研究与生产上起步较晚, 缺乏能在生产上广泛推广应用的苦荞品种。适宜的播期是农作物获得高产与稳产的重要途径<sup>[9-11]</sup>, 尤其是荞麦在早播或晚播时易遭遇晚霜或早霜, 因此, 根据当地积温情况实施播种是荞麦栽培的关键措施<sup>[11]</sup>。

农作物的适时播种不仅能够使其稳产、高产, 而且还能更加丰富其营养物质的积累, 使其品质更优, 从而充分发挥其品种潜力<sup>[12-13]</sup>。葛维德等<sup>[14]</sup>发现, 沈阳地区苦荞的适宜播期在7月中下旬, 而

且株高、分枝数、株粒重和千粒重等性状均随播种期变化而变化, 播种期越早则生育期越长。李春花等<sup>[15]</sup>发现, 随着播期的延迟, 3个苦荞品种的生育期均明显缩短, 而株高、主茎节数和一级分枝数等株型性状没有规律性地减少或增加, 株粒数、千粒重、株粒重及产量及其相关性状则随着播期的推后呈降低趋势, 并且云南省的最佳夏播时期是6月下旬。王炎等<sup>[16]</sup>发现播期对苦荞的生长发育、产量和品质均有一定的影响, 并且在贵州毕节地区秋播的适宜时间为8月28日左右。刘伟春等<sup>[17]</sup>发现第一播期的产量、黄酮含量和干物质积累量最高, 但出苗率低; 第二播期出苗率最高, 产量最低, 黄酮含量和干物质积累量居中; 第三播期的产量和出苗率居中, 黄酮含量和干物质积累量最低, 并且通辽地区荞麦的适宜播期为5月27日。在吉林省, 关于玉米<sup>[18]</sup>、花生<sup>[19]</sup>、小麦<sup>[20]</sup>、甜荞<sup>[21]</sup>、大豆<sup>[22]</sup>和水稻<sup>[23]</sup>等农作物的播期对产量影响的研究均有报道, 但播期对苦荞农艺性状及产量的影响未见报道。本研究以9个苦荞品种为材料, 在吉林省西部地区研究不同播期对苦荞农艺性状及产量的影响, 为确定合理的播期、提高结实率与产量, 并为开展品种选

作者简介: 李春花, 主要从事荞麦遗传育种、栽培及杂草防控研究, E-mail: lichunhua2007@hotmail.com

任长忠为通信作者, 主要从事燕麦荞麦遗传育种、栽培及综合利用研究, E-mail: renchangzhong@163.com;

郭来春为共同通信作者, 主要从事燕麦荞麦遗传育种、栽培及综合利用研究, E-mail: guolaichun@126.com

基金项目: 吉林省现代农业产业技术体系 (JLARS-2025-050202); 国家自然科学基金 (31860412); 财政部和农业农村部“国家燕麦荞麦产业技术体系” (CARS-07)

收稿日期: 2025-04-11; 修回日期: 2025-04-18; 网络出版日期: 2025-10-16

育和高产栽培技术研究提供理论依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验材料

供试的 9 个苦荞品种名称及来源见表 1。

表 1 供试苦荞品种名称及来源  
Table 1 Names and origins of the tested tartary buckwheat varieties

编号 Number	品种 Variety	来源 Origin
1	贵米苦 18	贵州
2	凉山苦荞	四川
3	黔苦 6 号	贵州
4	通苦荞 1 号	内蒙古
5	西荞 1 号	四川
6	云荞 2 号	云南
7	昭苦 5 号	云南
8	六农 1 号	贵州
9	晋荞麦 6 号	山西

### 1.2 试验设计

试验于 2023 年在吉林省白城市农业科学院试验基地 (45°37' N, 122°47' E) 进行, 该地区海拔 155.4 m。根据生产实际, 设 3 个播期, 播种日期间隔 21 d, 分别为 5 月 25 日 (B1)、6 月 15 日 (B2) 和 7 月 6 日 (B3)。试验采用完全随机区组设计, 3 次重复, 小区长 4.0 m, 行距 0.6 m, 每小区 4 行, 小区面积 9.6 m<sup>2</sup>。播种方式为机械开沟人工条播, 播种量为 20.0 kg/hm<sup>2</sup>, 田间正常管理。

### 1.3 测定项目与方法

待籽粒 70%~80%成熟时收获, 每小区随机选取 5 个单株, 参照《荞麦种质资源描述规范和数据

标准》<sup>[24]</sup>测定株高、主茎节数、分枝数和茎粗等株型相关性状, 之后单株脱粒, 经 2 周风干后利用万深 SC-G 自动考种分析系统及千粒重仪测定株粒数、千粒重、株粒重、籽粒面积、籽粒周长、长宽比、籽粒长、籽粒宽、籽粒直径和籽粒圆度等产量与籽粒相关性状。

### 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2007 和 JMP 9.0.2 软件进行方差分析与多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 播期对苦荞生育期及株型性状的影响

由表 2 可知, 苦荞品种的生育期与株型性状均会因播期不同而受到不同程度的影响。随着播期延迟, 苦荞生育期、株高和主茎节数缩短, 分枝数和茎粗增加。9 个苦荞品种在 B1 播期的平均生育期 (119.28 d) 大于 B2 播期 (109.60 d) 和 B3 播期 (96.95 d), 而且 B3 播期均显著小于其他播期, 除编号 1 和 4 外, 其余 7 个品种的生育期均随着播期的推迟而缩短。9 个苦荞品种 B1 播期的株高和主茎节数均与其他播期存在显著性差异。9 个苦荞品种的分枝数和茎粗随着播期的推迟所受影响程度不同。从变异系数来看, 生育期、主茎节数和分枝数随着播期的推迟而增大, 株高和茎粗则随着播期推迟而减小。生育期及株型性状中, 生育期和株高的变异系数较小, 均小于 10.00%, 分枝数的变异系数最大, 3 个播期的平均值为 32.05%, 主茎节数和茎粗的变异系数均在 10.00%~20.00% 之间。

表 2 播期对苦荞生育期及株型性状的影响  
Table 2 Effects of sowing date on the growth period and plant architecture traits of tartary buckwheat

编号 Number	生育期 Growth period (d)			株高 Plant height (cm)			主茎节数 Node number of main stem		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1	116cB	121bA	100bC	134.60eA	113.00fC	120.88dB	24.60cA	23.75bA	18.25dB
2	116cA	107dB	100bC	151.10dA	142.25cB	126.11cC	28.75aA	28.40aA	20.67abcB
3	116cA	107dB	88cC	156.90cdA	130.71dB	123.67cdC	25.10cA	20.43eB	19.33cdB
4	116cB	125aA	100bC	182.27aA	144.50cB	154.00aB	26.18bcA	23.17bB	22.75aB
5	116cA	107dB	100bC	167.90bA	123.00eB	123.57cdB	26.10bcA	21.00deB	19.57cdC
6	124bA	103eB	88cC	159.13cA	149.43bB	133.83bC	25.63bcA	23.00bB	22.17abB
7	114cA	107dB	88cC	138.40eA	126.50eB	133.75bA	25.40bcA	22.50bcdB	19.25cdC
8	128aA	113cB	100bC	176.56aA	131.88dB	126.00cB	26.89abA	21.25cdeB	21.40abcB
9	124bA	104eB	103aC	168.69bA	153.00aB	112.50eC	25.54bcA	22.44bcB	19.67bcdC
平均值 Mean	119.28	109.60	96.95	162.77	136.33	126.69	26.09	22.51	20.20
变异系数 CV (%)	3.97	6.10	6.55	9.71	9.34	8.02	10.31	10.57	11.98

续表 2 Table 2 (continued)

编号 Number	分枝数 Number of branches			茎粗 Stem diameter (mm)		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1	4.80dC	11.25aA	9.00cB	6.34gC	9.69bcA	7.46cB
2	7.30bB	6.75cdB	10.67bA	8.15eB	9.98bA	9.52cA
3	6.30cA	4.43fB	4.67fB	10.01cA	7.84eC	9.48cB
4	5.00dC	8.17bA	6.25eB	8.17eC	12.71aA	9.48cB
5	5.20dB	6.38dB	8.00dA	12.03aA	7.75eC	10.34bB
6	5.38cdA	5.57deA	4.67fB	8.04eC	9.36cB	11.56aA
7	5.20cdB	5.50defB	8.00dA	7.21fC	8.80dB	9.69cA
8	9.00aAB	7.75bcC	13.40aA	8.57dA	8.68dB	8.72dA
9	5.38dA	5.00efAB	4.33fB	10.34bA	9.77bB	9.60cB
平均值 Mean	6.10	6.51	7.82	9.08	9.30	9.49
变异系数 CV (%)	26.96	31.34	37.85	17.06	16.00	12.12

同列不同小写字母表示品种间差异显著 ( $P < 0.05$ )；同一性状中，同行不同大写字母表示播期间差异显著 ( $P < 0.05$ )。下同。  
Different lowercase letters in the same column indicate significant differences among varieties ( $P < 0.05$ ); in the same trait, different capital letters in the same line indicate significant differences during sowing dates ( $P < 0.05$ ). The same below.

## 2.2 播期对苦荞粒形性状的影响

由表 3 可知，苦荞品种的粒形性状均不同程度地受播期影响。随着播期的延迟，苦荞 6 个粒形相关性状的平均值均增大。除编号 2 的籽粒周长、籽粒长、籽粒直径和编号 7 的籽粒长在 3 个播期间存

在显著性差异以外，大部分品种的粒形性状在不同播期间不存在显著性差异。变异系数则随着播期的延迟先减后增，籽粒周长、籽粒宽和籽粒直径的变异系数较小，均小于 10.00%，长宽比、籽粒长和籽粒圆度在 10.00%~20.00%之间。

表 3 播期对苦荞粒形性状的影响  
Table 3 Effects of sowing date on the grain shape traits of tartary buckwheat

编号 Number	籽粒周长 Grain perimeter (mm)			长宽比 Length-to-width ratio			籽粒长 Grain length (mm)		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1	11.03dA	11.48eA	11.13eA	1.41dA	1.37cA	1.33cA	3.97dA	4.11dA	3.92eA
2	11.69cC	12.40dB	12.91dA	1.22eB	1.26dAB	1.33cA	3.91dC	4.21dB	4.51dA
3	13.61aA	13.13bcA	13.51bcA	1.66abA	1.60bA	1.69abA	5.06aA	4.85bcA	5.07bA
4	11.66cA	11.50eA	11.44eA	1.16eA	1.17eA	1.15dA	3.77dA	3.75eA	3.70eA
5	12.80bA	12.96cA	13.23cdA	1.61abcA	1.67aA	1.65bA	4.79bcA	4.86bcA	4.96bcA
6	12.63bA	13.26bcA	12.88dA	1.57cA	1.66bA	1.63bA	4.69cA	4.97bcA	4.81cA
7	12.59bB	12.87cB	13.41bcA	1.60abcB	1.64abAB	1.68abA	4.69cC	4.83cB	5.06bA
8	13.44aA	13.76aA	13.85abA	1.60bcB	1.61bB	1.65bA	4.95abB	5.09aAB	5.16bA
9	13.71aAB	13.47abB	14.14aA	1.67aB	1.66abB	1.78aA	5.14aB	5.02abB	5.40aA
平均值 Mean	12.59	12.75	12.95	1.49	1.51	1.54	4.55	4.63	4.73
变异系数 CV (%)	7.63	6.51	8.03	12.75	12.58	14.29	11.65	10.15	12.26

编号 Number	籽粒宽 Grain width (mm)			籽粒直径 Grain diameter (mm)			籽粒圆度 Grain circularity		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1	2.83eB	3.00cdA	2.97dA	3.21dB	3.37eA	3.29dAB	0.75cA	0.76cA	0.78bA
2	3.21abB	3.36aA	3.42aA	3.39cC	3.60dB	3.71bcA	0.85bA	0.82bAB	0.78bB
3	3.07cdA	3.03cdA	3.04cdA	3.75aA	3.70bcdA	3.77abA	0.61efA	0.63dA	0.60cdA
4	3.24aA	3.20bA	3.22bA	3.34cA	3.35eA	3.34dA	0.90aA	0.88aA	0.89aA
5	2.98dA	2.92dA	3.03cdA	3.62bB	3.64bcdAB	3.73bcA	0.64deA	0.61dA	0.62cA
6	2.99dA	3.00cdA	2.98dA	3.58bA	3.73bcA	3.65cA	0.65dA	0.61dA	0.63cA
7	2.95deA	2.96cdA	3.02cdA	3.55bB	3.62cdB	3.74bcA	0.63defA	0.61dA	0.60cdA
8	3.12bcA	3.18bA	3.14bcA	3.78aA	3.87aA	3.87aA	0.63deA	0.63dA	0.61cB
9	3.08cdA	3.04cA	3.05cdA	3.80aA	3.74bA	3.87aA	0.60fA	0.60dA	0.56dB
平均值 Mean	3.06	3.08	3.10	3.56	3.62	3.66	0.68	0.70	0.71
变异系数 CV (%)	4.90	4.87	5.16	5.90	4.97	6.01	15.71	14.71	16.18

### 2.3 播期对苦荞产量相关性状的影响

由表 4 可知，苦荞品种的产量相关性状均不同程度地受播期影响。随着播期的延迟，苦荞 3 个产量相关性状的平均值均增大。从株粒数和株粒重来看，除编号 9 在 B1 和 B2 播期间不存在显著差异外，其他品种均在不同播期间存在显著差异，而且编号 1、2 和 3 在 B2 播期中，4、5、6、7 和 9 在

B3 播期中，8 在 B1 播期中均表现出最高值。对于千粒重而言，除编号 1、3、4、6、7 和 9 在 3 个播期间存在显著差异以外，其他 4 个品种在其中 2 个播期间存在显著差异，而且编号 1、2、3、4 和 8 在 B2 播期中，5、6、7 和 9 在 B3 播期中均表现出最高值。变异系数则随着播期的延迟先减后增，千粒重的变异系数小于株粒数和株粒重。

表 4 播期对苦荞产量相关性状的影响  
Table 4 Effects of sowing date on the yield-related traits of tartary buckwheat

编号 Number	株粒数 Grain number per plant			千粒重 1000-grain weight (g)			株粒重 Grain weight per plant (g)		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1	254.40fB	737.00cA	114.60hC	14.49gB	15.66gA	13.32iC	2.76iB	8.18eA	1.27iC
2	607.00cB	722.60dA	563.60cC	18.82dB	20.99dA	20.85gA	8.90dC	12.25cA	11.71dB
3	647.00cC	804.20bA	698.60bB	21.12aC	22.32bA	21.84eB	12.24cC	15.04aA	14.00cB
4	331.20eC	346.00hB	545.20dA	17.76fC	19.30fA	18.74hB	4.90gC	5.92hB	9.39gA
5	751.60bB	214.60iC	875.20aA	19.25cB	19.25fB	20.96fA	14.12bB	3.83iC	14.33bA
6	327.00eC	406.40fB	532.75eA	18.44deC	21.48cB	22.00cA	5.74fC	7.70fB	11.38eA
7	265.00fC	845.60aB	878.50aA	18.28eC	19.84eB	21.94dA	4.83hC	13.80bB	16.29aA
8	932.80aA	666.50eB	472.75gC	20.76bB	22.85aA	22.36bA	17.06aA	12.07dB	8.95hC
9	390.40dB	373.80gB	520.80fA	21.18aC	22.13bB	22.94aA	8.62eB	6.66gC	11.31fA
平均值 Mean	506.07	566.30	570.33	18.92	20.37	20.44	8.91	9.44	10.75
变异系数 CV (%)	46.30	39.54	50.28	10.73	10.46	14.19	51.96	39.62	49.77

### 2.4 不同播期苦荞农艺性状的相关性分析

由表 5 可知，在 3 个播期中籽粒周长与长宽比、籽粒长、籽粒直径、千粒重，长宽比与籽粒长，籽粒长与籽粒直径，籽粒直径与千粒重，株粒数与株粒重均达到极显著正相关；籽粒圆度与籽粒周长、长宽比、籽粒长均达到极显著负相关；籽粒直径与长宽比达到显著正相关，与籽粒圆度达到显著负相关。其中籽粒周长与籽粒直径、长宽比与籽粒长和籽粒圆度、籽粒长与籽粒圆度的相关系数的绝对值在 3 个播期中均大于 0.95。生育期与株高、主茎节数、茎粗、籽粒宽、千粒重、株粒数、株粒重，株高与主茎节数和籽粒宽以外的 11 个性状，主茎节数与株高和籽粒宽以外的 11 个性状，分枝数与茎粗、长宽比、籽粒长、籽粒宽、籽粒直径、籽粒圆度，茎粗与籽粒周长、籽粒宽、籽粒直径、株粒数，籽粒周长与籽粒宽，长宽比与株粒数、株粒重，籽粒长与籽粒宽、株粒数和株粒重，籽粒宽与籽粒直径、籽粒圆度、株粒数、千粒重、株粒重，籽粒圆度与株粒重在 3 个播期中均无显著性差异。其他性状随着播期不同呈现不同的相关程度。

### 2.5 不同播期对苦荞产量的影响

由表 6 可知，播期、品种以及两者间互作效应

对苦荞产量均产生显著影响，其中播期的影响最大，其次为两者间互作效应，品种效应较小。再利用 Student's *t*-test 比较法进行产量在各播期不同品种间的显著性差异分析。在 B1 播期中编号 4 和 6 的产量分别为 1857.99 和 1944.79 kg/hm<sup>2</sup>，显著高于其他品种，而编号 1 和 7 的产量分别为 825.35 和 880.21 kg/hm<sup>2</sup>，显著低于其他品种；在 B2 播期中编号 8 的产量为 2634.38 kg/hm<sup>2</sup>，显著高于其他品种，而编号 6 的产量为 1147.22 kg/hm<sup>2</sup>，显著低于其他品种；在 B3 播期中编号 6 和 7 的产量分别为 1758.33 和 1705.21 kg/hm<sup>2</sup>，显著高于其他品种，而编号 2 和 9 的产量分别为 948.96 和 995.49 kg/hm<sup>2</sup>，显著低于其他品种。另外，3 个播期 9 个苦荞品种产量的平均值为 B2>B1>B3，变异系数为 B3>B1>B2（表 7）。

### 2.6 不同播期苦荞品种的主成分分析

对 9 个苦荞品种在 3 个播期的 14 个农艺性状进行主成分分析，结果（表 8）表明，前 4 个因子对总方差的贡献最大，累计贡献率为 83.745%。PC1 特征值为 6.150，贡献率为 43.929%；PC2 特征值为 2.554，贡献率为 18.242%；PC3 特征值为 2.008，贡献率为 14.340%；PC4 特征值为 1.013，

表 5 不同播期苦荞农艺性状的相关系数  
Table 5 Correlation coefficients of agronomic traits of tartary buckwheat at different sowing dates

性状 Traits	播期 Sowing date	生育期 Growth period	株高 Plant height	主茎节数 Node number of main stem	分枝数 Number of branches	茎粗 Stem diameter	籽粒周长 Grain perimeter	长宽比 Length-to-width ratio	籽粒长 Grain length	籽粒宽 Grain width	籽粒直径 Grain diameter	籽粒圆度 Grain circularity	株粒数 Grain number per plant	千粒重 1000-grain weight
株高 Plant height	B1	0.488												
	B2	-0.325												
	B3	-0.213												
主茎节数 Node number of main stem	B1	0.096	0.271											
	B2	0.058	0.237											
	B3	0.016	0.698*											
分枝数 Number of branches	B1	0.523	0.286	0.624										
	B2	0.812**	-0.507	0.261										
	B3	0.374	-0.056	0.001										
茎粗 Stem diameter	B1	0.109	0.532	0.065	0.031									
	B2	0.641	0.441	0.453	0.391									
	B3	-0.454	0.230	0.476	-0.490									
籽粒周长 Grain perimeter	B1	0.525	0.400	-0.122	0.344	0.638								
	B2	-0.772*	0.296	-0.438	-0.696*	-0.643								
	B3	-0.154	-0.502	-0.090	-0.018	0.368								
长宽比 Length-to-width ratio	B1	0.380	-0.061	-0.489	0.054	0.449	0.809**							
	B2	-0.726*	-0.040	-0.654	-0.580	-0.787*	0.836**							
	B3	-0.342	-0.599	-0.324	-0.220	0.351	0.868**							
籽粒长 Grain length	B1	0.486	0.170	-0.310	0.216	0.569	0.948***	0.954***						
	B2	-0.777*	0.101	-0.551	-0.632	-0.765*	0.955***	0.957***						
	B3	-0.236	-0.594	-0.229	-0.079	0.354	0.972***	0.956***						
籽粒宽 Grain width	B1	0.143	0.678*	0.702*	0.456	0.194	0.121	-0.484	-0.198					
	B2	0.251	0.394	0.690*	0.170	0.518	-0.198	-0.696*	-0.461					
	B3	0.391	0.265	0.418	0.425	-0.065	-0.053	-0.533	-0.265					
籽粒直径 Grain diameter	B1	0.576	0.419	-0.048	0.407	0.639	0.995***	0.797*	0.941***	0.139				
	B2	-0.744*	0.287	-0.341	-0.631	-0.633	0.986***	0.761*	0.915***	-0.071				
	B3	-0.134	-0.504	-0.067	0.071	0.361	0.992***	0.827**	0.953***	0.029				
籽粒圆度 Grain circularity	B1	-0.401	0.081	0.460	-0.087	-0.413	-0.805**	-0.998***	-0.952***	0.482	-0.798*			
	B2	0.732*	0.045	0.642	0.585	0.796*	-0.840**	-0.998***	-0.961***	0.683	-0.769*			
	B3	0.346	0.613	0.339	0.173	-0.329	-0.867**	-0.998***	-0.958***	0.526	-0.831**			
株粒数 Grain number per plant	B1	0.348	0.461	0.483	0.788*	0.553	0.482	0.242	0.384	0.339	0.535	-0.244		
	B2	0.012	-0.405	0.189	0.080	-0.248	-0.043	-0.082	-0.019	0.172	0.031	0.031		
	B3	-0.401	0.149	0.018	-0.187	0.603	0.540	0.444	0.499	0.014	0.530	-0.430		
千粒重 1000 grain-weight	B1	0.454	0.543	0.242	0.504	0.680*	0.913***	0.524	0.752*	0.483	0.920***	-0.523	0.607	
	B2	-0.597	0.627	-0.196	-0.757*	-0.251	0.821**	0.425	0.633	0.262	0.840**	-0.435	-0.007	
	B3	-0.282	-0.101	0.300	-0.157	0.658	0.891**	0.683*	0.810**	0.111	0.885**	-0.671*	0.677*	
株粒重 Grain weight per plant	B1	0.421	0.513	0.350	0.715*	0.672*	0.666	0.429	0.578	0.291	0.710*	-0.427	0.971***	0.737*
	B2	-0.215	-0.151	0.073	-0.269	-0.332	0.247	0.070	0.195	0.244	0.316	-0.118	0.910***	0.376
	B3	-0.476	0.075	0.070	-0.270	0.681*	0.665	0.530	0.611	0.064	0.654	-0.515	0.960***	0.813**

“\*”、“\*\*”和“\*\*\*”分别表示在  $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$  和  $P < 0.001$  水平显著相关。  
“\*”, “\*\*” and “\*\*\*” indicate significant correlations at  $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$  and  $P < 0.001$  levels, respectively.

表 6 9 个苦荞品种产量的方差分析  
Table 6 Analysis of variance for yield of nine tartary buckwheat varieties

变异来源 Source of variation	自由度 df	平方和 SS	均方 MS	F 值 F-value
品种 Variety	8	3 010 703.00	376 337.90	47.83 **
播期 Sowing date	2	2 527 207.00	1 263 603.00	160.59 **
播期×品种 Sowing date×Variety	16	7 797 472.00	487 342.00	61.94 **
误差 Error	54	424 893.30	7868.40	

“\*\*”表示在  $P < 0.01$  水平影响显著。  
“\*\*” indicates significant influence at  $P < 0.01$  level.

表 7 产量在不同播期和苦荞品种间的差异  
Table 7 Differences in yield among different sowing dates and tartary buckwheat varieties kg/hm<sup>2</sup>

编号 Number	B1	B2	B3
1	825.35dB	1604.51bcA	744.10fB
2	1317.36cB	1761.11bcA	948.96cC
3	1215.63cC	1717.19bcA	1630.21bB
4	1857.99aA	1496.53cdB	1126.39dC
5	1633.68bB	1733.85bcA	770.31fC
6	1944.79aA	1147.22eB	1758.33aA
7	880.21dC	1353.13deB	1705.21abA
8	1594.10bB	2634.38aA	1224.65cC
9	1615.28bA	1512.85cdA	995.49eB
平均值 Mean	1431.59	1657.25	1228.49
变异系数 CV (%)	27.42	25.73	30.91

表 8 9 个苦荞品种在 3 个播期下的农艺性状主成分分析  
Table 8 Principal component analysis of agronomic traits of nine tartary buckwheat varieties at three sowing dates

主成分 Principal component	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate (%)	累计贡献率 Cumulative contribution rate (%)
PC1	6.150	43.929	43.929
PC2	2.554	18.242	62.171
PC3	2.008	14.340	76.511
PC4	1.013	7.234	83.745

贡献率为 7.234%。

由载荷矩阵(表 9)可知,籽粒周长、长宽比、籽粒长、籽粒宽、籽粒直径和籽粒圆度是 PC1 的主要指标,其特征向量所表达的生物学信息主要与籽粒形状相关;株粒数、千粒重和株粒重是 PC2 的主要指标,其特征向量所表达的生物学信息主要与产量相关性状有关;株高、主茎节数、分枝数

表 9 旋转后的因子载荷矩阵  
Table 9 Rotated component matrix

性状 Trait	主成分 Principal component			
	PC1	PC2	PC3	PC4
生育期 Growth period	-0.401	0.268	0.347	0.633
株高 Plant height	-0.227	0.515	0.692	-0.036
主茎节数 Node number of main stem	-0.415	0.507	0.638	0.072
分枝数 Number of branches	-0.086	0.196	0.671	-0.563
茎粗 Stem diameter	0.243	-0.137	0.523	-0.333
籽粒周长 Grain perimeter	0.951	0.090	0.140	0.202
长宽比 Length-to-width ratio	0.887	-0.350	0.266	0.026
籽粒长 Grain length	0.961	-0.126	0.187	0.145
籽粒宽 Grain width	0.769	-0.164	-0.342	0.267
籽粒直径 Grain diameter	0.944	0.147	0.056	0.244
籽粒圆度 Grain circularity	-0.884	0.344	-0.266	-0.055
株粒数 Grain number per plant	0.493	0.565	-0.207	-0.250
千粒重 1000-grain weight	0.372	0.831	-0.026	0.006
株粒重 Grain weight per plant	0.558	0.671	-0.161	-0.256

和茎粗是 PC3 的主要指标,其特征向量所表达的生物学信息主要与株型性状相关;生育期是 PC4 的主要指标,其特征向量所表达的生物学信息主要与生育期相关。

### 2.7 不同播期苦荞品种的聚类分析

对 9 个苦荞品种在 3 个播期下的 14 个农艺性状进行聚类分析(图 1),在欧式距离为 15 处,可将其分为 3 大类群。类群 I 中包含 10 个处理,其生育期、株高和主茎节数的平均值较大,分枝数、茎粗、籽粒周长、长宽比、籽粒长、籽粒宽、籽粒直径、株粒数、千粒重和株粒重的平均值较小。综合各性状,该类群为生育期较长,植株较高,产量相关性状较小的小粒型群体。类群 II 包含 5 个处理,其生育期、分枝数和茎粗的平均值中等,株高、株粒数、千粒重、株粒重、籽粒周长、长宽比、籽粒长和籽粒直径的平均值较大。综合各性状,该类群为植株较高、产量相关性状较大的长粒型群体。类群 III 包含 12 个处理,其生育期和株高的平均值较小,分枝数、茎粗和籽粒宽的平均值较大,主茎节数、株粒数、千粒重、株粒重、籽粒周长、长宽比、籽粒长和籽粒直径的平均值中等。综合各性状,该类群为生育期较短、植株较矮且产量相关性状平均值中等的短粒型群体(表 10)。

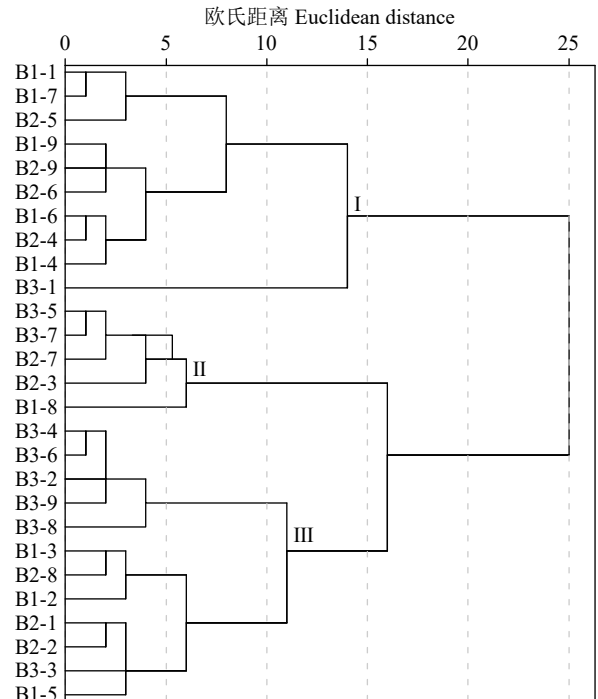


图 1 不同播期下 9 个苦荞品种聚类分析  
Fig.1 Cluster analysis of nine tartary buckwheat varieties under different sowing dates

表 10 不同类群苦荞农艺性状的统计参数  
Table 10 Statistical parameters of agronomic traits of different groups of tartary buckwheat

类群 Group	统计参数 Statistical parameter	生育 期 Growth period (d)	株高 Plant height (cm)	主茎节数 Node number of main stem	分枝数 Number of branches	茎粗 Stem diameter (mm)	籽粒 周长 Grain perimeter (mm)	长宽比 Length- to-width ratio	籽粒长 Grain length (mm)	籽粒宽 Grain width (mm)	籽粒 直径 Grain diameter (mm)	籽粒 圆度 Grain circularity	株粒数 Grain number per plant	千粒重 1000- grain weight per plant (g)	株粒重 Grain weight (g)
I	平均值	113.30	147.39	23.52	5.99	8.72	12.39	1.49	4.48	3.02	3.52	0.70	302.34	18.56	5.22
	变异系数 CV(%)	8.27	13.18	10.59	24.21	21.33	7.99	14.09	12.50	3.97	5.97	17.14	29.93	15.46	42.53
II	平均值	106.00	138.22	21.73	6.99	9.05	13.22	1.63	4.93	3.03	3.71	0.62	867.26	21.16	15.30
	变异系数 CV(%)	13.72	15.76	14.50	27.61	10.83	1.74	1.84	1.83	1.98	1.62	1.61	5.45	4.68	8.82
III	平均值	105.67	136.60	23.28	7.38	9.74	12.87	1.50	4.65	3.14	3.65	0.70	622.12	20.62	11.21
	变异系数 CV(%)	10.44	13.05	13.70	39.57	11.40	7.38	14.00	11.83	4.78	5.48	15.71	15.22	10.38	17.48

### 3 讨论

前人<sup>[16]</sup>研究表明,由于不同播期的温度、光照和降水等环境因素的差异,苦荞的农艺性状和产量等受到一定的影响。在苦荞生产中,播期对苦荞的生育期有极显著影响,在一定范围内随着播期的推迟,生育期也随之缩短<sup>[15,25]</sup>。本研究结果表明,9个苦荞品种的生育期平均值从B1到B2和B3播期分别缩短9.68和22.33 d,与上述研究结果基本一致,而且生育期的变异系数随着播期的延迟逐渐增大,表明选择生育期差异较大的苦荞品种,可使晚播得到更为理想的效果。另外,4个株型性状、6个粒形性状和3个产量相关性状中,随着播期的推迟,除株高和主茎节数呈减小趋势外,其他性状均呈逐渐增高的趋势。这与苦荞株高、主茎节数和一级分枝数随着播期的延迟没有发生规律性减少或增加,株粒数、千粒重和株粒重随着播期的推后均有降低的趋势<sup>[15]</sup>,以及农艺性状和产量构成因子随播期的推迟呈先增后降<sup>[16]</sup>的结论不一致。这可能与进行试验的南北方生态环境差异有关。

本研究发现,在3个播期中,籽粒周长与长宽比、籽粒长、籽粒直径、千粒重,长宽比与籽粒长,籽粒长与籽粒直径,籽粒直径与千粒重,株粒数与株粒重均达到极显著正相关,长宽比与籽粒圆度均达到极显著负相关,这与李春花等<sup>[21]</sup>发现甜荞株粒数与株粒重均达到极显著正相关,长宽比与籽粒圆度均达到极显著负相关的结果一致,表明不管是甜荞还是苦荞,其性状间依然存在密切的相关性,改良其中一个性状时应考虑另外一个性状的变化。

本研究结果表明,播期对苦荞品种的产量有显著影响,而且3个播期的苦荞产量随着播期的推迟呈先增后减的趋势。这与张艳军等<sup>[26]</sup>和王炎等<sup>[16]</sup>的结果一致,表明播期是影响苦荞产量的重要因素

之一<sup>[27]</sup>。不同苦荞品种的适应性是各性状的综合体现,每个品种均具有其适宜的播期,因而需要将播期和品种成分进行综合分析。聚类分析是研究样本与指标分类问题的一种统计方法,可以将样本分类,使得同类个体具有较高的同质性,类间个体具有较大的差异性<sup>[28]</sup>。本研究通过分析9个品种在3个播期下的27个处理,将供试品种分为3大类,类群I为生育期较长、植株较高且产量相关性状较小的小粒型群体,类群II为植株较高且产量相关性状较大的长粒型群体,类群III为生育期较短、植株较矮和产量相关性状平均值中等的短粒型群体。

### 4 结论

在吉林西部地区,若以高产为目的,通苦荞1号、云荞2号和晋荞麦6号适合于5月25日种植(早播),贵米苦18号、凉山苦荞、黔苦6号、西荞1号、六农1号和晋荞麦6号适合于6月15日种植(中期播种),云荞2号和昭苦5号适合于7月6日种植(晚播)。

#### 参考文献

- [1] 陈庆富. 荞麦属植物科学. 北京: 科学出版社, 2012.
- [2] Awatsuhara R, Harada K, Maeda T. Antioxidative activity of the buckwheat polyphenol rutin in combination with ovalbumin. *Molecular Medicine Reports*, 2010, 3(1): 121-125.
- [3] Koyama M, Nakamura C, Nakamura K. Changes in phenols contents from buckwheat sprouts during growth stage. *Journal of Food Science and Technology-mysore*, 2013, 50(1): 86-93.
- [4] Kreft S, Knapp M, Kreft I. Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, 47(11): 4649-4652.
- [5] 尹万利, 雷绪劳, 王敬昌, 等. 甜荞的食用价值与高产栽培措施. *陕西农业科学*, 2009, 55(3): 207-209.
- [6] Gondola I, Papp P. Origin, geographical distribution and phylogenetic relationship of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Biology, Agricultural and Food Sciences, Environmental Science*, 2010, 4: 17-33.

- [7] Alamprese C, Casiraghi E, Pagani M A. Development of gluten-free fresh egg pasta analogues containing buckwheat. *European Food Research Technology*, 2007, 225(2): 205-213.
- [8] Wieslander G, Fabjan N, Vogrincic M, et al. Eating buckwheat cookies is associated with the education in serum levels of myeloperoxidase and cholesterol: a double blind crossover study in day-care centre staffs. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 2011, 225(2): 123-130.
- [9] 李少昆, 王克如, 肖春华, 等. 新疆玉米高产创建研究与实践. *新疆农垦科技*, 2010, 33(4): 13-15.
- [10] 陈晓威. 不同播期对玉米生长发育及产量的影响. *辽宁农业职业技术学院学报*, 2009, 11(1): 9, 11.
- [11] 陈益菊. 苦荞麦播期、密度二因子试验报告. *陕西农业科学*, 2012, 58(3): 109-110.
- [12] 蒋会利. 播期密度对不同小麦品种群体茎数及产量的影响. *西北农业学报*, 2012, 21(6): 67-73.
- [13] 温璐, 马小红, 马海霞, 等. 宁夏不同播期胡萝卜品种综合评价. *江西农业大学学报*, 2023, 45(5): 1166-1182.
- [14] 葛维德, 赵阳, 刘冠求. 播期对苦荞主要农艺性状及产量的影响. *杂粮作物*, 2009, 29(1): 36-37.
- [15] 李春花, 王艳青, 卢文洁, 等. 播期对苦荞品种主要农艺性状及产量的影响. *中国农学通报*, 2015, 31(18): 92-95.
- [16] 王炎, 周良, 李振宙, 等. 不同播期对苦荞生长发育及产量和品质的影响. *分子植物育种*, 2019, 17(10): 3456-3460.
- [17] 刘伟春, 谢锐, 金晓蕾. 不同播期对荞麦生物产量及品质影响的研究. *现代农业*, 2021(5): 43-46.
- [18] 程松, 展文洁, 袁静超, 等. 播期对吉林中部春玉米产量形成及氮素分配的影响. *玉米科学*, 2023, 31(1): 109-115.
- [19] 刘海龙, 宁洽, 吕永超, 等. 吉林省花生适时播种对产量及相关性状影响研究. *花生学报*, 2021, 50(4): 72-80.
- [20] 马一铭, 邓昆鹏, 窦忠玉, 等. 播期和密度对春小麦吉春 13 号产量及其构成因素的影响. *浙江农业科学*, 2020, 61(5): 993-994, 997.
- [21] 李春花, 吴晗, 加央多拉, 等. 播期对甜荞品种(系)农艺性状及产量的影响. *作物杂志*, 2024(4): 216-222.
- [22] 刘玉兰, 元明浩, 范文忠, 等. 播期对吉林小粒大豆生育进程、产量及品质的影响. *大豆科学*, 2019, 38(4): 542-547.
- [23] 孙琪, 耿艳秋, 金峰, 等. 播期对直播水稻产量、花后各器官干物质和氮素积累及转运的影响. *作物杂志*, 2020(5): 119-126.
- [24] 张宗文, 林汝法. 荞麦种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [25] 程国尧, 张素杰, 马智黠, 等. 不同播期对黔苦 7 号生长及产量的影响. *农技服务*, 2022, 39(7): 18-20.
- [26] 张艳军, 胡选江, 饶敏, 等. 不同播期对烟后苦荞主要经济性状及产量的影响. *农业科技通讯*, 2020(9): 139-141.
- [27] 邢志鹏, 曹伟伟, 钱海军, 等. 播期对不同类型机插稻产量及光合物质生产特性的影响. *核农学报*, 2015, 29(3): 528-537.
- [28] 王建芳, 高山, 牟德华. 基于主成分分析和聚类分析的不同品种燕麦品质评价. *食品工业科技*, 2020, 41(13): 85-91.

## Effects of Sowing Date on Growth, Development and Yield of Tartary Buckwheat

Li Chunhua<sup>1</sup>, Wu Han<sup>1</sup>, Jiayangduola<sup>1</sup>, Yang Zhixue<sup>1</sup>, Wang Yanping<sup>2</sup>, Feng Bo<sup>1</sup>, Wang Chunlong<sup>1</sup>, Li Xueying<sup>1</sup>, Bu Rui<sup>1</sup>, Guo Laichun<sup>1</sup>, Ren Changzhong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jilin Baicheng Academy of Agricultural Sciences, Baicheng 137000, Jilin, China;

<sup>2</sup>Agricultural and Rural Development Center of Huangdao District, Qingdao 266400, Shandong, China)

**Abstract** Nine tartary buckwheat varieties were selected, and three sowing dates (May 25, June 15, and July 6) were set to conduct a comprehensive evaluation based on 14 agronomic traits and yield-related traits. The results showed that the growth period, plant height, and main stem node number of the nine tartary buckwheat varieties were shortened with the delay of sowing dates, while the average values of the other two plant architecture traits, six grain shape traits, and three yield-related traits all showed a trend of gradual increase. Correlation analysis revealed extremely significant positive correlations between grain perimeter and length-to-width ratio, grain length, grain diameter, and 1000-grain weight; between length-to-width ratio and grain length; between grain length and grain diameter; between grain diameter and 1000-grain weight; and between grain number per plant and grain weight per plant. An extremely significant negative correlation was observed between length-to-width ratio and grain circularity. Cluster analysis divided the varieties into three groups: Group I was a small-grain type group with a longer growth period, taller plants, and smaller yield-related traits; Group II was a long-grain type group with taller plants and larger yield-related traits; Group III was a short-grain type group with a shorter growth period, shorter plants, and medium average values for yield-related traits. In summary, Tongkuqiao No.1, Yunqiao No.2, and Jinqiaomai No.6 are suitable for early sowing; Guimiku 18, Liangshankuqiao, Qianku No.6, Xiqiao No.1, Liunong No.1, and Jinqiaomai No.6 are suitable for medium sowing; and Yunqiao No.2 and Zhaoku No.5 are suitable for late sowing.

**Key words** Tartary buckwheat; Sowing date; Agronomic traits; Yield; Cluster analysis