

播期、密度、氮肥对豌豆产量和品质的影响

高小丽¹, 杨文才^{2*}

(1. 西藏自治区农牧科学院农业研究所, 西藏 拉萨 850000; 2. 西藏自治区农牧科学院草业科学研究所, 西藏 拉萨 850000)

摘要:以‘藏豌豆 1 号’为供试品种, 研究不同播期、密度和氮肥用量对其产量、经济性状和品质的影响。结果表明: 随着播期的推迟, 豌豆的各个生育期也相应延迟。不同播期下豌豆籽粒产量呈现先增加后降低的趋势, 其中 4 月 11 日播种, 产量最高可达 2291.3 kg/hm²。豌豆产量随着播种密度、氮肥使用量的增加而增加, 当密度为 150 万株/hm² 时, 产量为 2295.7 kg/hm²; 氮肥施用量 112.5 kg/hm² 时, 产量达 2255.2 kg/hm²。4 月 18 日播种, 藏豌豆 1 号粗淀粉、粗蛋白含量最高, 分别为 47.17 %, 26.53 %, 当氮肥用量为 37.5 kg/hm² 时, 粗纤维含量最高为 7.03 %, 当氮肥用量为 112.5 kg/hm² 时, 粗脂肪含量最低为 1.35 %。播期和施肥量对豌豆品质影响较大, 要获得高蛋白、高淀粉、低脂肪含量的最佳试验组合为 A₃B₂C₃, 即藏豌豆 1 号在 4 月 18 日播种, 密度为 125 万株/hm², 氮肥施用量为 112.5 kg/hm²。

关键词: 藏豌豆 1 号; 播期; 密度; 氮肥; 产量; 品质

中图分类号: S643.3 **文献标识码:** A

Influence of Different Sowing Time, Density and Nitrogen Fertilizer Application on Yield and Quality of Pea

GAO Xiao-li¹, YANG Wen-cai^{2*}

(1. Agricultural Institute, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850000, China; 2. Institute of Pratacultural, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850000, China)

Abstract: ‘Tibet pea No. 1’ was used as the test variety. The effects of sowing time, density and nitrogen fertilizer application amount on yield, economic characteristics and quality were studied to explore high-yield and high-efficient cultivation techniques in Lhasa peripheral. Results showed that with the delay of sowing time, growth and development period decreased. The grain yield of pea increased first and then decreased under different sowing dates. The highest yield was 2291.3 kg/hm² on April 11. The yield of pea increased with the increase of sowing density and nitrogen application. The yield is 2295.7 kg/hm² When the density is 1.5 million plants per hm². The yield is 2255.2 kg/hm² when the nitrogen application is 112.5 kg per hm². The highest content of cross starch and protein content was 47.17 % and 26.53 % respectively when seeded on April 18. The highest cross fibre content was 7.03 % when the amount of nitrogen fertilizer was 37.5 kg/hm². The lowest cross lipid content was 1.35 % when the amount of nitrogen fertilizer was 112.5 kg/hm². Sowing time and the amount of fertilizer had a great influence on the quality of pea. The best design of experiments was A₃B₂C₃ to obtain high cross protein content, high gross starch content and low gross lipid content. That is Tibetan pea No. 1 seeded on April 18, with a density of 1.25 million plants hm⁻², and the amount of nitrogen fertilizer was 112.5 kg/hm².

Key words: Tibet pea No. 1; Sowing time; Density; Nitrogen fertilizer; Yield; Economic character; Quality

豌豆 (*Pisum sativum*) 一年生或越年生草本植物, 是集粮、菜、肥、饲于一体的多用途作物, 其耐寒

力强, 生育期短, 适应性强, 在西藏地区从海拔 1000 ~ 4300 m 均有不同程度的种植^[1]。豌豆青干草和豆秸的蛋白质含量比禾谷类作物多 1 倍以上, 是藏区牛羊等反刍家畜的高蛋白饲料。豌豆生长日期短, 可以在冬青稞、冬小麦、冬油菜收割后, 利用剩余的光、热、水资源等生产绿肥^[2]。此外, 豌豆根瘤菌自身具有固氮作用, 每公顷豌豆田可增加纯氮 75 ~ 90 kg, 相当于 25 kg 硫酸铵, 对改良土壤和对下茬非

豆科作物增产有良好作用。豌豆的产量和品质是在基因型和环境条件共同作用下通过复杂的生理生化活动和生化代谢过程完成的。同一品种,通过适宜的栽培措施,可以使该品种的优良特性得到最大的发挥,播期和密度影响豌豆的生长发育,在不受冻情况下,提前播种,增加播量,可以实现增产^[3-4];晚播可使豆科作物种子质量下降^[5]。不同的栽培措施可以改善豌豆的生长环境或直接作用于豌豆本身而对其生长和产量产生影响。播期、密度、施氮量和运筹方式是影响作物生长的主要限制因子,对作物群体发育及产量形成具有重要作用^[6-8],在密植的情况下,高肥水可以使豌豆产量大幅度增加^[9],在施用氮肥的基础上配施磷钾肥增产效果显著^[10],因此,研究优良品种配套的高产高效栽培技术至关重要^[11]。本研究设置播期、密度、氮肥施用量三因素三水平配合试验,以期探索环境因子对西藏地区豌豆产量和品质的影响,明确最佳因子组合,为优质豌豆高产栽培及技术配套提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试豌豆品种为藏豌 1 号,该品种与 2011 年通过西藏自治区品种审定委员会审定。

1.2 试验地概况

试验设在西藏拉萨市,西藏农牧科学院农业研究所 4 号实验地内,试验地为水浇地,土质为沙壤土。

1.3 试验方法

试验于 2016 - 2017 年在西藏自治区农牧科学院农业研究所试验田进行,试验采用 $L_9(3^3)$ 3 因子 3 水平的正交试验设计,共 9 个处理,3 次重复,小区面积 10 m²,试验设计及处理见表 1。播前施有机肥 1500 t/hm²,过磷酸钙 375 kg,氯化钾 120 kg。氮肥为尿素,1/3 用作底肥,2/3 用作追肥,分别在拔节期和开花期进行追肥。播种方式采用人工开沟条播,

行距 33 cm,播种深度 6 ~ 8 cm。

1.4 调查性状与测定指标

1.4.1 豌豆生育期的观察 在豌豆生育过程中,主要调查出苗期、分枝期、见花期、盛花期、终花期和成熟期。

1.4.2 产量构成因素 在豌豆成熟期,每小区随机取植株样 10 株,带回实验室考种,主要考察有效株高、分枝数、单株荚数、单荚粒数、单株产量、百粒重。按小区进行单打单收,脱粒后测定产量。

1.4.3 品质 每个处理精选种子 200 g,测定其粗蛋白质、粗淀粉、粗脂肪,粗纤维等。

1.5 数据处理与分析

采用 Excel 2010 及 SPSS22.0 对数据进行处理、方差分析和显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同播期对藏豌 1 号生育期的影响

由表 2 可知,播期对藏豌 1 号的生育期有明显影响。随着播期的延迟,豌豆的各个生育期也相应的延迟,但成熟日期最终趋于一致。4 月初的拉萨昼夜气温变化较大,晚上有霜冻,越早播种,播种至出苗时间越长,4 月 4 日播种至出苗天数与 4 月 11 日、4 月 18 日播种有极显著差异。5 - 6 月,整体气温回升,分枝至开花日期逐渐一致。4 月 18 日播种藏豌 1 号整个生育期为 116 d,比 4 月 11 号(整个生育期为 119 d)播种晚熟 3 d,比 4 月 6 日播种(整个生育期为 125 d)晚熟 4 d。

2.2 播期、密度、氮肥用量对豌豆产量的影响

由表 3 可知,单考虑不同外界因素时,不同播期时,藏豌 1 号产量差异极显著($P < 0.01$);不同密度条件下,其产量也差异极显著($P < 0.01$);不同肥料用量时间的差异不显著($P > 0.05$), F 检验结果表明,不同播期、密度对藏豌 1 号产量有极显著影响,不同的氮肥用量作用不显著,故只考虑不同播期、密度的多重比较结果,选出最优组合。

表 1 试验设计

Table 1 Trial design

水平 Levels	因素 Factors		
	播期 (A) Sowing time	种植密度 (C) (万株/hm ²) Seeding density	氮肥使用量 (B) (kg/hm ²) Nitrogen fertilizer application
1	4 月 4 日	100	纯氮 37.5
2	4 月 11 日	125	纯氮 75.0
3	4 月 18 日	150	纯氮 112.5

表 2 播期对藏豌豆 1 号生育阶段持续时间的影响

Table 2 Effect of sowing date on the duration of growth stage of Tibet pea No. 1

播期(月/日) Sowing date	播种至出苗 Sowing to emergence (d)	出苗至分枝 Emergence to branch (d)	分枝至见花 Branch to florescence (d)	见花至盛花 Florescence to flowering (d)	盛花至终花 Flowering to final flowering (d)	终花至成熟 Final flowering to maturity (d)	生育日期 Growth period (d)
4/4	21aA	18aA	18aA	15aA	31aA	23aA	125aA
4/11	17bB	18aA	17aA	15aA	31aA	22aA	119bB
4/18	13bB	19aA	16aA	15aA	32aA	21aA	116bB

注:表中数字后的大、小写字母分别表示 1 %、5 % 水平显著和极显著水平,下同。
Note: Different upper and lower case letters after the numbers in the table represent very significant and significant at 1 % , 5 % level respectively. The same as below.

表 3 资料的方差分析表(主体间效应的检验)

Table 3 Analysis of variance of data (test of inter subject effect)

源	第 III 类平方和	df	均方	F	Sig.
修正的模型	491.196 ^a	8	61.399	7.421	0.000
截距	600679.253	1	600 679.253	72 598.844	0.000
X ₁ (播期)	186.480	2	93.240	11.269	0.001
X ₂ (密度)	244.667	2	122.333	14.785	0.000
X ₃ (肥料)	47.420	2	23.710	2.866	0.083
重复组	12.629	2	6.314	0.763	0.481
误差	148.931	18	8.274		
总计	601319.380	27			
校正后总数	640.127	26			

注:A; $R^2=0.767$ (调整的 $R^2=0.664$)。

播期、密度、氮肥用量对藏豌豆 1 号产量有极显著影响($P<0.01$)。处理 6 条件下藏豌豆 1 号产量最高,达 2353.5 kg/hm²,显著地高于其他处理,与处理 3、5、9 下产量没有极显著差异,但和处理 2、4、7 之间达极显著差异(表 4)。A₁B₁C₁ 处理下,藏豌豆 1 号产量最低,产量仅为 2102.0 kg/hm²,4 月初拉萨地区还未解冻,不易过早播种。综合以上分析,说明 A₂B₃C₂ 处理是藏豌豆 1 号在拉萨地区的高产栽培的

最佳处理组合,即 4 月 11 日播种,密度为 125 万株/hm²,氮肥 75 kg/hm²。前人研究表明,适宜的播期、密植、高肥水可以促进豌豆增产^[12],本实验结论与前人一致。关于密度对作物群体质量及产量的影响,结果表明适宜密度随品种、播期、土壤、栽培管理状况而有所不同^[13],本实验结论仅供参考。

表 5 可以看出随着播种日期的推迟,藏豌豆 1 号产量呈现先增加后降低的趋势,方差分析结果表明,

表 4 不同处理藏豌豆 1 号产量比较

Table 4 Comparison of yield of Tibet pea No. 1 with different treatments

处理 Treatments	播期(月/日) Sowing time A	种植密度(万株/hm ²) Seeding density B	氮肥用量 (kg/hm ²) Nitrogen fertilizer application C	产量(kg/hm ²) Yield	显著性水平 Level of significance	
					5 %	1 %
1 A ₁ B ₁ C ₁	4/6	100	37.5	2102.0	d	C
2 A ₁ B ₂ C ₂	4/6	125	75.0	2221.0	bc	B
3 A ₁ B ₃ C ₃	4/6	150	112.5	2272.0	c	AB
4 A ₂ B ₁ C ₂	4/11	100	112.5	2241.0	bc	B
5 A ₂ B ₂ C ₃	4/11	125	37.5	2279.5	b	AB
6 A ₂ B ₃ C ₁	4/11	150	75.0	2353.5	a	A
7 A ₃ B ₁ C ₃	4/16	100	75.0	2214.0	bc	B
8 A ₃ B ₂ C ₁	4/16	125	112.5	2191.5	c	BC
9 A ₃ B ₃ C ₂	4/16	150	37.5	2261.5	bc	AB

表 5 播期、密度、肥料对藏豌豆 1 号产量的影响

Table 5 Effects of sowing time, density and fertilizer on the yield of Tibet pea No. 1

播期(月/日) Sowing time	产量(kg/hm ²) Yield	密度(万株·hm ⁻²) Seeding density	产量(kg/hm ²) Yield	氮肥用量(kg/hm ²) Nitrogen fertilizer application	产量(kg/hm ²) Yield
A ₁	2198.33 ± 87.24aA	B ₁	2185.67 ± 73.70bB	C ₁	2214.33 ± 97.70bB
A ₂	2291.33 ± 57.14aA	B ₂	2230.67 ± 44.79aA	C ₂	2262.83 ± 78.60abA
A ₃	2222.33 ± 35.74bB	B ₃	2295.67 ± 50.36aA	C ₃	2234.83 ± 40.60aA

4 月 11 日播种与 4 月 4 日播种藏豌豆 1 号产量之间没有极显著差异,但均极显著低高于 4 月 18 日播种,说明早播种有利于干物质的运转与积累,其中 4 月 11 日播种,产量最高可达 2291.33 kg/hm²。密度对藏豌豆 1 号产量的影响,产量随着播种密度的增加而增加,方差分析结果表明,播种密度为 150 万株/hm² 时,藏豌豆 1 号产量达 2295.67 kg/hm²,与播种密度为 120 万株/hm² 之间没有极显著差异,极显著地高于播种密度为 105 万株/hm²,出现这种现象主要是因为密植增加了每 667 m² 穗数,导致了产量的增加。氮肥使用量对藏豌豆 1 号产量的影响,产量随着氮肥使用量的增加而增加,方差分析结果表明,氮肥使用量为 75.0 与 112.5 kg/hm² 之间产量没有极显著差异,但极显著地高于氮肥使用量 37.5 kg/hm² 时的产量。从单因素对藏豌豆 1 号的产量的影响可知,藏豌豆 1 号高产栽培的最佳处试验组合为 A₂B₃C₃,即,即 4 月 11 日播种,密度为 125 万株/hm²,施氮肥 112.5 kg/hm²。这和 A₂B₃C₁ 处理不符,在实际生产中,应遵循生态保护优先,根据当地的地力条件和品种本身特性来确定最佳施肥量,豌豆一般推荐多施农家肥,少施化肥。

2.3 播期、密度、氮肥用量对豌豆产量构成的影响

不同播期下,藏豌豆 1 号株高随着播期的延迟呈

逐渐降低的趋势,A₁ 处理显著地高于 A₂ 和 A₃ ($P < 0.05$),单株荚数、单荚粒数、单株产量、百粒重之间无显著差异 ($P > 0.05$) (表 6)。

不同密度下,株高、单荚粒数、单株产量、百粒重之间差异不显著 ($P > 0.05$),仅单株荚数有极显著差异 ($P < 0.01$),B₂、B₃ 处理极显著地多于 B₁ 处理。

不同氮肥施用量时,株高、单株荚数、单荚粒数、单株产量、百粒重差异不显著 ($P > 0.05$),说明外界的氮肥用量对藏豌豆 1 号产量构成影响较小。

2.2 播期、密度、氮肥用量对豌豆品质的影响

食用豆类是具有粮食、蔬菜、饲料、医药和肥料等多种用途的作物,以其丰富的植物蛋白质、多种维生素和矿质元素著称,对提高国民体质起着重要作用^[14],在我国的食物构成和种植业结构中占有特殊地位。食用豆种子的蛋白质含量显著地高于其他植物,蛋白资源达到 20 % ~ 40 % 左右,蛋白质含量比谷类至少要高 2 ~ 3 倍,赖氨酸含量也比谷类高 2 ~ 3 倍^[15],豌豆是一种富含蛋白质、碳水化合物、各种矿物质元素和维生素等及能量均较高的谷物类作物,适口性好,从中提取蛋白质、纤维素可以制成不同的加工食品、家畜饲料添加原料^[16]。

表 6 不同处理藏豌豆 1 号产量构成比较

Table 6 Comparison of yield components of Tibet pea No. 1 with different treatments

处理 Treatment		株高 (cm) Plant height	单株荚数(个) Pods per plant	单荚粒数(个) Seeds per plant	单株产量(g) Dry seed yield per plant	百粒重(g) 100-seed weight
播期	A ₁	94.62 ± 2.74aA	13.16 ± 1.55aA	4.50 ± 0.13aA	11.60 ± 0.83aA	18.87 ± 0.43bA
	A ₂	89.61 ± 2.21bAB	13.38 ± 0.91aA	4.52 ± 0.22aA	12.19 ± 1.87aA	20.01 ± 0.54abA
	A ₃	83.04 ± 4.10bB	13.48 ± 1.40aA	4.48 ± 0.14aA	12.18 ± 0.59aA	20.74 ± 1.24aA
密度	B ₁	88.48 ± 9.18aA	11.91 ± 0.47bB	4.47 ± 0.19aA	10.83 ± 0.68bB	20.19 ± 1.77aA
	B ₂	89.01 ± 5.82aA	13.79 ± 0.47aA	4.58 ± 0.13aA	12.52 ± 0.10aA	19.59 ± 0.20aA
	B ₃	89.79 ± 3.30aA	14.31 ± 0.16aA	4.46 ± 0.15aA	12.61 ± 1.18aA	19.84 ± 1.12aA
施氮肥量	C ₁	89.46 ± 7.78aA	13.33 ± 1.62aA	4.52 ± 0.10aA	12.36 ± 1.47aA	19.69 ± 0.98aA
	C ₂	89.46 ± 2.73aA	13.38 ± 0.92aA	4.42 ± 0.19aA	11.74 ± 1.40aA	19.82 ± 0.49aA
	C ₃	88.37 ± 7.83aA	13.30 ± 1.33aA	4.56 ± 0.16aA	11.86 ± 0.67aA	20.11 ± 1.83aA

表 7 播期、密度、肥料对藏豌豆 1 号品质的影响

Table 7 The effects of sowing date, density and fertilizer on the quality of Tibet pea No. 1

	粗淀粉(%) Gross starch content	粗纤维(%) Crude fiber content	粗蛋白(%) Gross protein content	粗脂肪(%) Gross lipid content
A ₁	44.67 ± 1.06aA	6.30 ± 0.53aA	20.40 ± 0.74bA	1.48 ± 0.14aA
A ₂	45.07 ± 1.67aA	6.80 ± 0.44aA	24.23 ± 2.45abA	1.49 ± 0.14aA
A ₃	47.17 ± 2.16aA	6.53 ± 1.00aA	26.53 ± 2.81aA	1.59 ± 0.20aA
B ₁	45.83 ± 1.91aA	6.90 ± 0.40aA	22.09 ± 1.09aA	1.59 ± 0.20aA
B ₂	46.07 ± 3.01aA	6.27 ± 0.96aA	24.14 ± 3.79aA	1.45 ± 0.08bB
B ₃	45.00 ± 0.56aA	6.47 ± 0.51aA	24.93 ± 4.61aA	1.55 ± 0.18aA
C ₁	43.93 ± 0.87aA	7.03 ± 0.23aA	24.59 ± 3.63aA	1.61 ± 0.09aA
C ₂	46.27 ± 0.99aA	6.67 ± 0.60abA	23.44 ± 3.19aA	1.60 ± 0.13aA
C ₃	46.70 ± 2.36aA	5.93 ± 0.55aA	23.13 ± 4.26aA	1.35 ± 0.01bA

不同播期对藏豌豆 1 号品质影响方差分析显示,粗淀粉、粗纤维、粗脂肪之间差异不显著 ($P > 0.05$),粗蛋白存在显著差异 ($P < 0.05$), A₃ 处理显著地高于 A₁ 处理。粗纤维随着播期的延迟呈现增加后降低的趋势,而粗淀粉、粗蛋白、粗脂肪随播期的推迟逐渐增加(表 7)。

不同种植密度对藏豌豆 1 号品质含量方差分析显示,粗淀粉、粗纤维、粗蛋白、粗脂肪之间均没有显著差异 ($P > 0.05$)。粗淀粉随着种植密度的增加先增加后降低,粗纤维、粗脂肪,呈先降低后增加的趋势,粗蛋白随密度的增加而增加。

不同氮肥用量对藏豌豆 1 号品质含量方差分析显示,粗淀粉、粗纤维、粗蛋白、粗脂肪之间没有差异 ($P > 0.05$)。粗淀粉随着氮肥使用量的增加而增加,粗纤维、粗蛋白、粗脂肪则随着氮肥使用量的增加逐渐下降,这主要是由于过多的施用氮肥促进植物营养生长,生殖生长较缓慢。

3 讨论与结论

3.1 讨论

播种时期是作物重要的栽培因子,适时播种能够使作物充分利用光、热、水等气候资源,促进作物高产稳产^[17],许莹等研究表明,随着播期的延迟,气温增高等使豌豆生育期缩短^[18],导致作物产量的下降,但是可以通过提高种植密度来弥补晚播的产量损失。大量研究结果表明,增加种植密度有利于提高晚播的作物的产量^[19-20],但玉米在迟播条件下种植密度的增加并不能使籽粒产量增加^[21]。氮肥是直接影响作物产量最活跃的因素之一,合理施用氮肥是实现作物高产优质高效的重要栽培措施,豆科作物自身具有固氮功能,适当施用氮肥有助于产量

的提高,但是过多的氮施用会造成营养生长旺盛,产量降低^[22],张巧凤研究结果表明,增施氮肥和增加中后期氮肥运筹比例能够促进小麦植株对氮素的吸收,提高小麦籽粒产量^[8],申晓慧等认为不同氮肥施用处理下,早播和晚播大豆产量均低于正常播期^[23]。不同施肥水平对作物品质也有显著影响,张洪刚等研究结果表明,增施氮肥可显著提高大豆籽粒中可溶性氨基酸和蛋白质含量,降低脂肪含量^[24]。本研究中,随着播期的延迟,豌豆生育期缩短,不同播期和种植密度对豌豆产量影响有显著影响,而氮肥使用量对产量没有明显影响。播期、密度、氮肥用量对豌豆产量构成因子也有一定的影响,不同播期下,藏豌豆 1 号株高随着播期的延迟呈逐渐降低的趋势,不同种植密度下仅单株荚数有极显著差异,氮肥使用量对豌豆产量构成影响较小。

3.2 结论

本研究结果表明,随着播期的推迟,豌豆生育期逐渐缩短。不同播期下,藏豌豆 1 号整个生育期差异极显著。处理 A₂B₃C₂ (即 4 月 11 日播种,密度为 125 万株/hm²,施氮肥 75 kg/hm²) 条件下,藏豌豆 1 号产量最高达 2353.5 kg/hm²,显著地高于其他处理。播期、密度、氮肥用量对产量构成因子也有一定的影响,早播株高高于晚播,单株荚数随着种植密度的增加而增加,但氮肥使用量对豌豆产量构成影响较小。4 月 18 日播种时,藏豌豆 1 号粗淀粉、粗蛋白含量最高,分别为 47.17 %、26.53 %;当氮肥用量为 37.5 kg/hm² 时,粗纤维含量最高为 7.03 %;当氮肥用量为 112.5 kg/hm² 时,粗脂肪含量最低为 1.35 %。藏豌豆 1 号要获得优异品质,播期和施肥量对其影响较大,密度影响较小。获得高蛋白、高淀粉、低脂肪含量的最佳试验组合为 A₃B₂C₃,即藏豌豆 1 号在 4 月

18日播种,密度为125万株/hm²,氮肥施用量为112.5 kg/hm²。

参考文献:

- [1] 强小林. 西藏小杂粮豆作物生产现状与优势区域布局研究[J]. 西藏科技, 2008(7): 15-20.
- [2] 金涛, 尼玛扎西, 关卫星. 西藏发展复种潜力研究[J]. 西藏农业科技, 2007(2): 17-25.
- [3] 钱爱萍, 赵永峰, 牛永岐, 等. 播期对不同熟性豌豆品种生育进程及种子产量的影响[J]. 种子, 2016, 35(6): 85-87.
- [4] 沈姣姣, 王靖, 潘学标, 等. 播期对农牧交错带豌豆生长发育、产量形成和水分利用效率的影响[J]. 中国农业大学学报, 2013, 18(3): 55-60.
- [5] 胡小文, 王彦荣, 南志标, 等. 播期对春箭筈豌豆种子质量的影响[J]. 生态学报, 2004(3): 409-413.
- [6] 王丹英, 汪自强. 播期、密度、氮肥用量对菜用大豆产量和品质的效应[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2001(1): 71-74.
- [7] 周羊梅, 顾正中, 王安邦, 等. 播期、密度和氮肥运筹对高产品种‘淮麦33’产量和品质的调控[J]. 中国农学通报, 2019, 35(19): 1-5.
- [8] 张巧凤, 陈明堂, 付必胜, 等. 不同播期、密度及氮肥运筹对耐迟播小麦新品种宁麦资126生长及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(16): 123-126.
- [9] 刘欣雨. 播期、密度和施肥量对寒地豌豆产量和生育的影响[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2018.
- [10] 李玲, 杨涛, 宗绪晓. 豌豆氮磷钾肥效研究[J]. 作物杂志, 2016(2): 145-150.
- [11] 苗保河, 张为社, 李战国, 等. 栽培因子对高油大豆品种产量及其生理指标的影响[J]. 大豆科学, 2004, 23(4): 307-310.
- [12] 刘欣雨. 播期、密度和施肥量对寒地豌豆产量和生育的影响[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2018.
- [13] 李金才. 品种和播种密度对小麦灌浆特性及产量影响的研究[J]. 安徽农业大学学报, 1996(4): 16-20.
- [14] 傅翠真, 李安智, 张丰德, 等. 食用豆种质资源品质鉴定及营养特性[J]. 中国农业科学, 1994(5): 33-38.
- [15] 宗绪晓, 关建平. 食用豆类的植物学特征、营养特点及产业化[J]. 中国食物与营养, 2003(11): 33-36.
- [16] 朱建华. 豌豆蛋白质的特性[J]. 商业科技开发, 1996(4): 32-33.
- [17] 吴海英, 于晓波, 梁建秋, 等. 播期对套作专用高蛋白大豆农艺性状、产量及品质的影响[J]. 大豆科学, 2015, 34(5): 801-807.
- [18] 程乾生, 王汉文, 等. 豌豆生长发育特性的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 1981(1): 51-58.
- [19] 马宗斌, 李伶俐, 房卫平, 等. 短季棉豫早73适宜播期与密度研究[J]. 河南农业科学, 2005(4): 30-32.
- [20] 李筠, 王龙, 任立凯, 等. 播期、密度和氮肥运筹对冬小麦连麦2号产量与品质的调控[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(2): 303-308.
- [21] Van Roekel R J, Coulter J A. Agronomic responses of corn to planting date and plant density[J]. Agron J, 2011, 103: 1414-1422.
- [22] 高锦旭, 赵绪明, 蒋树怀, 等. 密度和肥料对旱地芸豆品种经济性状及产量的效应[J]. 西北农业学报, 2016, 25(3): 378-385.
- [23] 申晓慧, 姜成, 刘婧琦, 等. 播期和肥料对大豆新品种合农63生长发育和产量构成因素的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2012(9): 27-29.
- [24] 张洪刚, 周琴, 何小红, 等. 播期、密度和肥料对菜用大豆南农9610产量和品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2008(5): 662-667.