

金花菜主要农艺性状和产量关系的研究

任海龙^{1,2} 魏臻武^{1*} 陈祥¹ 王小山¹ 乔志宏¹

(¹扬州大学动物科学与技术学院, 江苏扬州 225009; ²新疆农业科学院海南三亚农作物育种试验中心, 海南三亚 572014)

摘要: 为了分析金花菜产量构成因素及农艺性状和产量的关系, 以来自金花菜主产区的 7 份金花菜为试材, 采用方差分析、相关分析及灰色关联度分析法, 对叶长、叶宽、株高、根长、分枝数、第 1、2、3、4 次收割产量和总产量等 10 个主要农艺性状进行分析和评价。结果表明, 不同来源的金花菜在株高、分枝数、叶长、叶宽和收割产量上普遍存在差异。金花菜总产量与第 2 次收割产量呈极显著正相关, 不同收割茬次间存在互补作用。金花菜的主要农艺性状对产量的影响以第 2 次收割产量最大, 其后依次为株高、第 3 次收割产量、第 1 次收割产量、分枝数、叶长、叶宽、第 4 次收割产量、根长。

关键词: 金花菜; 产量; 农艺性状; 灰色关联度分析

金花菜 (*Medicago polymorpha* L.) 别名南苜蓿 (徐驰等, 2007a)、秧草 (曹德明等, 2012)、草头 (惠苏丹, 2008) 等, 是苜蓿属一年生草本植物, 以其地上嫩茎和叶片作蔬菜 (图 1)。金花菜在我国有悠久的栽培历史 (鄂有祥和张备, 2013), 侯祥川和李建新 (1951) 对金花菜的营养成分进行了测定, 发现金花菜的蛋白质、钙、磷等含量远高于菠菜。近年来, 随着人们对天然绿色食品的青睐, 被视为田间野菜的金花菜受到前所未有的关注, 其营养价值也被重新发现 (赵廉等, 2002)。研究表明, 每 100 g 金花菜嫩茎叶中含有蛋白质 25.16 g、脂肪 0.1 g、碳水化合物 9.7 g、钙 168 mg、磷 64 mg、铁 7.6 mg、胡萝卜素 3.48 mg 和 VC、B₁、B₂、B₁₂、VE、VK, 还含有植物皂素、苜蓿酚、苜蓿素、大豆黄酮、瓜氨酸、刀豆酸和果胶酸等有益物质 (徐驰等, 2007b; 曹德明等, 2012; 王华等, 2012)。除此之外, 金花菜耐寒、抗旱、抗病虫能力强, 所以整个生长过程无需施化肥农

药, 是真正意义上的绿色食品 (石庭山, 2011)。金花菜可炒食、腌渍及拌面蒸食, 味道鲜美, 营养丰富 (瞿廷广, 2002), 亦可加工制作成金花菜包子、金花菜汤圆、金花菜汁、杀青速冻保鲜金花菜等, 日益受到消费者的喜爱和政府的重视 (干光磊, 2012)。



图 1 金花菜

目前, 金花菜已成为长江下游地区常见的时鲜蔬菜之一 (干光磊, 2012)。仅江苏省扬中市每年就有近 667 hm² (1 万亩) 的栽培面积, 其中包括 200~333 hm² (3 000~5 000 亩) 设施金花菜。相比于其他作物, 金花菜在产量形成因素等方面缺乏研究, 本试验以 7 份不同来源的金花菜为试材, 分析其主要农艺性状与产量之间的相互关系, 以为金花菜的高效栽培和新品种选育提供理论参考。

任海龙, 男, 博士研究生, 助理研究员, 专业方向: 金花菜遗传育种,
E-mail: renhailong_2006@163.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 魏臻武, 男, 教授, 博士生导师,
专业方向: 牧草遗传育种, E-mail: zhenwu_wei@hotmail.com

收稿日期: 2016-10-22; 接受日期: 2016-11-29

基金项目: 江苏省科技支撑计划项目 (BE2012340)

致谢: 感谢扬中市绿野秧草专业合作社曹德明为本试验提供帮助

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试7份金花菜材料来源于金花菜的主产区江苏、浙江、云南(表1),2013年10月至2014年5月在扬州大学扬子津校区试验地繁种纯化。

表1 供试金花菜材料及其来源

材料名称	来源	类型
海门	江苏省海门市	直立型
扬中	江苏省扬中市	直立型
温岭	浙江省温岭市	直立型
江都	江苏省江都市	直立型
楚雄	云南省楚雄市	直立型
扬州	江苏省扬州市	直立型
海安	江苏省海安县	匍匐型

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验地位于江苏省扬中市绿野秧草专业合作社生产大棚内(E119°50'55"、N32°10'12"),海拔5 m,属亚热带季风气候区,年均气温15.1℃,年日照时长2 135 h。试验地为常年种植金花菜的生产田,地力均匀。采用人工撒播,小区面积5 m²,随机区组排列,3次重复。2014年10月12日播种,播种当日气温为:25℃/14℃(昼/夜),10 cm地温20℃左右。2015年1月8日、2月7日、2月26日和3月22日分4次进行收割,收割高度为地上部12 cm。田间管理措施:种植前,清理干净前茬作物残株;播种前15 d每667 m²施腐熟农家肥1 500 kg,深翻10~15 cm,做畦,畦宽2 m,畦面高15 cm,畦面平整不积水。每次采收2 d后追肥45%三元复合肥(N-P-K为15-15-15)水溶液100 kg·hm⁻²。人工拔除杂草,以确保每次收割时田间没有杂草。金花菜耐旱不耐涝,在出苗阶段要保持土壤湿润,生长期应保持适宜墒情,及时排灌水;其他管理与生产田一致。

1.2.2 农艺性状的测定 叶长、叶宽、株高、根长和分枝数的测定:第1次收割前,每个小区随机选取30株植株,每株选3组位于枝条顶端3~4轮的叶片用直尺测量叶长(从叶基部到叶尖,不含叶柄)、叶宽(叶片上与主脉垂直方向上的最宽处),株高为主茎基部到生长点的绝对高度,分枝数为茎基部的分枝个数(包括主茎),根长为茎基部到根尖生长点的距离。采用4YC-110型秧草收获机进

行机械采收测产;以4次收割产量之和计为总产量。

1.2.3 数据处理 采用Excel 2003软件进行数据统计与计算,采用SAS 9.2软件进行方差分析,采用SPSS 17.0软件进行标准化处理和相关分析。

采用灰色关联度分析法分析各农艺性状与产量间的相关性:将金花菜的所有农艺性状视为1个灰色系统,叶长(X_1)、叶宽(X_2)、株高(X_3)、根长(X_4)、分枝数(X_5)、第1次收割产量(X_6)、第2次收割产量(X_7)、第3次收割产量(X_8)和第4次收割产量(X_9)作为系统的比较数列,总产量(X_0)作为参考数列。在进行灰色关联度分析时,首先要将各数据进行数据标准化处理;其次,根据公式 $\Delta_{i(k)} = |X_{i(k)} - X_{0(k)}|$ 求绝对差值($i=2, 3, \dots, n$);最后,求各比较数列与参考数列(总产量)间的关联系数(徐麟等,2013),计算公式为:

$$Y_{i(k)} = \frac{\min_i \min_k \Delta_{i(k)} + \rho \max_i \max_k \Delta_{i(k)}}{\Delta_{i(k)} + \rho \max_i \max_k \Delta_{i(k)}}$$

其中 $\max_i \max_k \Delta_{i(k)}$ 为两极最大差, $\min_i \min_k \Delta_{i(k)}$ 为两极最小差, $\Delta_{i(k)}$ 为对应的绝对差值,通常取 $\rho = 0.5$ 。

2 结果与分析

2.1 不同材料间的农艺性状比较

从表2可以看出,7份金花菜材料的株高、分枝数和第1次收割产量在不同材料间差异较大,其次是叶长、叶宽和第4次收割产量,根长、第2、3次收割产量和总产量则差异不显著。7份金花菜材料的平均株高在8.79~14.27 cm之间,最高的江都是最矮的海安的1.6倍;而在分枝数上,只有海安的分枝数超过了3个,扬州和楚雄最少,均不到2个分枝;第1次收割产量是所有统计性状中差异最大的,最高的江都与最低的海安相差3倍多;在叶长和叶宽方面,温岭最大,海安最小,两者之间差异显著;海安和海门的第4次收割产量显著高于江都。

2.2 不同农艺性状间的相关性分析

相关系数反映了各农艺性状间的密切程度。从表3可以看出,叶长和叶宽呈极显著正相关,并且均与株高呈显著正相关,说明叶面积大的金花菜材料植株高度较高。第1次收割产量与株高呈显著正相关,与第4次收割产量呈显著负相关,说明株高越高,首次收割的产量就越高,却伴随着第4次收割产量的降低,使总产量上无显著差异。在总产量

表 2 不同金花菜材料间的农艺性状比较

材料	叶长/cm	叶宽/cm	株高/cm	根长/cm	分枝数/个
海门	1.70 ± 0.07 ab	1.85 ± 0.06 ab	11.36 ± 0.81 c	7.36 ± 0.12 a	2.74 ± 0.22 ab
扬中	1.72 ± 0.10 ab	1.84 ± 0.08 ab	11.98 ± 0.27 bc	7.14 ± 0.05 a	2.00 ± 0.45 bc
温岭	1.93 ± 0.25 a	2.06 ± 0.21 a	13.40 ± 1.52 ab	7.48 ± 0.13 a	2.22 ± 0.45 bc
江都	1.79 ± 0.14 ab	1.91 ± 0.14 ab	14.27 ± 1.29 a	7.53 ± 0.79 a	2.22 ± 0.55 bc
楚雄	1.76 ± 0.06 ab	1.87 ± 0.07 ab	11.68 ± 0.34 bc	7.11 ± 0.16 a	1.95 ± 0.62 bc
扬州	1.85 ± 0.07 ab	1.94 ± 0.06 ab	13.32 ± 0.62 ab	7.37 ± 0.30 a	1.89 ± 0.20 c
海安	1.64 ± 0.18 b	1.75 ± 0.19 b	8.79 ± 1.50 d	7.44 ± 0.85 a	3.10 ± 0.18 a

材料	产量/kg · (667 m ²) ⁻¹				
	第 1 次收割	第 2 次收割	第 3 次收割	第 4 次收割	总产量
海门	171.56 ± 37.46 bc	209.78 ± 27.76 a	480.00 ± 51.43 a	520.00 ± 41.91 a	1 381.34 ± 101.30 a
扬中	269.33 ± 46.27 ab	174.22 ± 28.51 a	423.11 ± 42.78 a	450.67 ± 80.13 ab	1 317.34 ± 102.87 a
温岭	160.00 ± 39.46 bc	173.33 ± 64.72 a	446.22 ± 114.93 a	510.22 ± 62.56 ab	1 289.78 ± 265.66 a
江都	343.11 ± 44.97 a	160.00 ± 23.70 a	380.45 ± 64.07 a	389.34 ± 4.62 b	1 272.90 ± 126.28 a
楚雄	191.11 ± 85.06 bc	186.67 ± 40.27 a	526.22 ± 50.69 a	464.00 ± 21.83 ab	1 368.01 ± 82.15 a
扬州	265.78 ± 77.35 ab	174.22 ± 30.79 a	417.78 ± 61.81 a	505.78 ± 60.83 ab	1 363.56 ± 36.98 a
海安	93.33 ± 68.09 c	139.56 ± 32.15 a	398.22 ± 106.84 a	544.00 ± 116.15 a	1 175.12 ± 273.47 a

注：表中同列数据后不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著。

表 3 不同农艺性状间的相关性分析

性状	叶长	叶宽	株高	根长	分枝数	第 1 次收割产量	第 2 次收割产量	第 3 次收割产量	第 4 次收割产量	总产量
叶长	1									
叶宽	0.982**	1								
株高	0.798*	0.796*	1							
根长	0.278	0.307	0.229	1						
分枝数	-0.619	-0.547	-0.728	0.430	1					
第 1 次收割产量	0.290	0.253	0.778*	-0.002	-0.664	1				
第 2 次收割产量	0.116	0.218	0.218	-0.397	-0.259	0.055	1			
第 3 次收割产量	0.022	0.073	-0.135	-0.629	-0.202	-0.346	0.732	1		
第 4 次收割产量	-0.144	-0.136	-0.629	0.085	0.544	-0.858†	0.040	0.195	1	
总产量	0.282	0.311	0.417	-0.497	-0.593	0.313	0.901**	0.655	-0.122	1

注：* 表示在 5% 水平显著相关，** 表示在 1% 水平极显著相关。

方面，总产量与第 2 次收割产量呈极显著正相关，说明第 2 次收割产量可作为衡量金花菜总体生产性能的重要指标之一。

2.3 不同农艺性状与产量的灰色关联度分析

灰色关联度是关联度系数的算术平均值。根

据灰色关联度分析原理，系统中各因子的重要性以关联度表示，关联度越大，则表示该因子越重要，即与参考数列的关系越密切；反之，关联度越小的因子与参考数列的关系越疏远。由表 4 可以看出，金花菜总产量与各农艺性状的关联度大小顺序为：

表 4 金花菜主要农艺性状与产量的灰色关联度分析

材料	叶长 (X ₁)	叶宽 (X ₂)	株高 (X ₃)	根长 (X ₄)	分枝数 (X ₅)	第 1 次收割产量 (X ₆)	第 2 次收割产量 (X ₇)	第 3 次收割产量 (X ₈)	第 4 次收割产量 (X ₉)
海门	0.520 7	0.572 7	0.569 5	0.673 3	0.998 8	0.555 4	0.741 8	0.924 5	0.870 8
扬中	0.754 3	0.757 6	0.920 7	0.575 3	0.708 9	0.772 9	0.962 2	0.822 0	0.721 6
温岭	0.491 4	0.474 6	0.655 1	0.631 8	0.962 8	0.843 7	0.890 9	0.820 7	0.705 8
江都	0.725 8	0.721 1	0.521 8	0.532 7	0.857 7	0.474 3	0.942 1	0.743 8	0.592 5
楚雄	0.674 0	0.652 5	0.641 5	0.450 3	0.539 6	0.635 7	0.902 1	0.668 1	0.613 7
扬州	0.970 5	0.906 1	0.970 6	0.758 9	0.528 6	0.948 7	0.720 5	0.616 2	0.860 6
海安	0.784 4	0.819 4	1.000 0	0.432 2	0.337 3	0.818 0	0.878 4	0.640 2	0.379 9
关联度	0.703 0	0.700 6	0.754 2	0.579 2	0.704 8	0.721 3	0.862 6	0.747 9	0.677 8

第2次收割产量>株高>第3次收割产量>第1次收割产量>分枝数>叶长>叶宽>第4次收割产量>根长。说明金花菜生长中期的收割对其总产量的影响很大,株高对金花菜产量的形成也起到了不可忽视的作用。

3 结论与讨论

3.1 金花菜农艺性状的多样性

遗传多样性是植物育种和遗传改良的基础(陈立强和师尚礼,2015)。Graziano等(2010)对意大利西西里岛上自然分布的金花菜群体表型和农艺性状的调查结果表明,金花菜不同群体间存在显著的遗传变异。Paredes等(2002)对智利全境金花菜资源的多样性研究认为,金花菜的表型多样性要高于基因型的多态性。本试验对7份不同地区金花菜材料的农艺性状进行分析,发现金花菜材料在不同批次的收割产量、株高、分枝数、叶长和叶宽等性状上均表现出显著的差异,这还不包括荚果、种子等性状的调查,表明我国金花菜资源的表型变异也比较丰富。金花菜在我国江苏、浙江、安徽、江西、湖北、福建、云南、台湾、四川和上海等地均有分布(陈一吾和吴仁润,1987),地方资源十分丰富,可为今后的品种改良工作提供广泛的遗传基础。

3.2 金花菜产量构成因素分析

魏臻武等(2007)的研究认为,构成苜蓿产量的因素包括单株生物量、种植密度、收割期等,这些因素又可以划分为株高、叶片大小、分枝数、茎粗、节间数、茎叶比、适宜收割期、收割频次、留茬高度等。本试验结果表明,金花菜的产量受收割操作和株高的影响较大:在相同生产条件下,不同金花菜材料的总产量无显著差异,但在不同收割茬次间存在差异,说明金花菜在产量形成上具有一定互补作用,前期收割产量较低的材料,往往后期收割产量较高。灰色关联分析的结果表明,金花菜总产量与各农艺性状的关联度大小顺序为:第2次收割产量>株高>第3次收割产量>第1次收割产量>分枝数>叶长>叶宽>第4次收割产量>根长。说明中期收割产量和株高是影响金花菜总产量的重要指标。需要注意的是,设施栽培金花菜一个生长季可刈割6~8次,不同时期的价格有较大差别。金花菜的总产量并不是越高越好,还应结合不

同茬次的价格进行综合考量。

相比快速发展的产业化进程,我国金花菜的遗传育种工作明显滞后,目前仍以地方乡土品种为主,缺乏优质、高产育成品种。引进品种往往表现出较差的适应性,因此贴近实际生产条件下的资源筛选被认为是行之有效的方法(Graziano et al., 2010)。本试验在大棚生产条件下,对金花菜主要农艺性状和产量的关系进行了探讨,以期为今后金花菜高产育种和栽培提供帮助。

参考文献

- 曹德明,魏臻武,虞珍萍,曹呈. 2012. 扬中金花菜产业发展新模式——南方草业的新亮点. 草原与草坪, 32(5): 79-82.
- 陈立强,师尚礼. 2015. 42份紫花苜蓿种质资源遗传多样性的SSR分析. 草业科学, 32(3): 372-381.
- 陈一吾,吴仁润. 1987. 华中和华南的苜蓿与南苜蓿的生产. 草与畜杂志, (6): 30-31.
- 鄂有祥,张备. 2013. 秧草播种期试验研究. 中国园艺文摘, (3): 29-30.
- 干光磊. 2012. 小秧草成就致富大产业. 村委主任, (4): 53.
- 侯祥川,李建新. 1951. 富有营养的野菜苜蓿. 人民军医, (5): 5-7.
- 惠苏丹. 2008. 金花菜. 散文选刊, (11): 62.
- 瞿廷广. 2002. 特色蔬菜——金花菜冬春栽培技术. 中国农技推广, (5): 35.
- 石庭山. 2011. 身价不菲的小秧草. 农家致富, (20): 14-15.
- 王华,金文娟,姚松廷,朱爱云,王文群,何文娟. 2012. 大棚秧草长季节栽培试验. 现代农业科技, (1): 128.
- 魏臻武,符昕,曹致中,王晓俊,耿小丽,赵艳. 2007. 苜蓿生长特性和产草量关系的研究. 草业学报, 16(4): 1-8.
- 徐驰,杨培昌,陈兴才,薛世明,匡崇义. 2007a. 云南冬闲田种植的优良豆科牧草——楚雄南苜蓿. 草业与畜牧, 143(10): 61-62.
- 徐驰,袁福锦,薛世明,匡崇义. 2007b. 金花菜——农民致富菜. 农村实用技术, (3): 50.
- 徐麟,任海龙,李益,曹庆,符小发,陈积豪,王琪. 2013. 海南黑豆单株产量与主要农艺性状的灰色关联分析. 作物杂志, 156(5): 55-58.
- 赵廉,杨柏,蔡志翔. 2002. 几种野菜的营养成分分析. 扬州大学烹饪学报, (3): 28-30.
- Graziano D, Giorgio G D, Ruisi P, Amato G, Giambalvo D. 2010. Variation in pheno-morphological and agronomic traits among burr medic (*Medicago polymorpha* L.) populations collected in Sicily, Italy. Crop and Pasture Science, 61(1): 59-69.
- Paredes M, Becerra V, Rojo C, Pozo A D, Ovalle C, Aronson J. 2002. Ecotypic differentiation in *Medicago polymorpha* L. along an environmental gradient in central Chile. RAPDs studies show little genetic divergence. Euphytica, 123(3): 431-439.

The Relationship between Major Agronomic Traits and Yield of Burr Medic (*Medicago polymorpha* L.)

REN Hai-long^{1, 2}, WEI Zhen-wu^{1*}, CHEN Xiang¹, WANG Xiao-shan¹, QIAO Zhi-hong¹

(¹ College of Animal Science & Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China; ² Hainan Center of Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Sanya 572014, Hainan, China)

Abstract: In order to analyze the relationship between yield and main agronomic traits of burr medic (*Medicago polymorpha* L.), variance analysis, correlation analysis and grey relation analysis were carried out to evaluate the samples consist of 7 burr medic materials from the main producing areas. As the index, 10 agronomic traits including leaf length, leaf width, plant height, root length, branch number, the first cutting, the second cutting, the third cutting, the fourth cutting yield and total yield were analyzed. The results showed that materials were different in plant height, branch number, leaf length, leaf width and cutting yields. The second cutting yield was significant positive correlation to total yield, and compensation existed in different cutting yields. Among the main agronomic traits of burr medic, the second cutting yield was the most important factor to the yield, followed by plant height, the third cutting yield, the first cutting yield, branch number, leaf width, leaf length, the fourth cutting yield and root length.

Key words: Burr medic (*Medicago polymorpha* L.); Yield; Agronomic trait; Grey relation analysis

· 信息 ·

城镇居民对净菜偏好度明显提升

通过对城市居民家庭农产品消费模式数据库(简称HFCP)中核心家庭2015年10月21日至2016年10月31日蔬菜购买情况的分析,可发现北京市城镇居民家庭在户内蔬菜消费方面存在着一些基本特征、一般规律,并呈现出一些新的消费模式趋势。

首先,市民买菜渠道以超市为主。北京市城镇居民户内蔬菜的基本特征可以简要概括为以下5点:①消费呈现“1-7-2-10”模式。即北京市城镇居民平均每周购买1次蔬菜,每日户内蔬菜购买量(消费量)为7两(0.37 kg),每日蔬菜消费支出额为2元左右,蔬菜占到户内的食品支出额比例约为10%;②消费品种多元化。北京市城镇居民全年户内的蔬菜购买或消费品种至少达到10大类126个品种,且主要以茄果类、叶菜类和白菜类为主;③购买渠道以超市为主。北京市城镇居民家庭蔬菜购买的渠道仍以超市为主,其他购买渠道仅为辅助性渠道;④消费偏好以“本地-鲜菜-无公害”为主。北京市城镇居民对本地蔬菜更为偏好,主要以购买鲜菜为主,更加偏好于无公害蔬菜;⑤户内损耗比例较高。北京市城镇居民户内蔬菜的储藏时间平均为10余天,蔬菜储藏时间长、消费间隔时间长,可能意味着户内的蔬菜损耗比例较高。

其次,蔬菜消费呈季节性变化。北京市城镇居民户内蔬菜的购买量与消费量呈现季节性变化规律,一般是冬春季蔬菜消费量低、夏秋季蔬菜消费量高。具体来说:①主要受蔬菜价格变动影响,消费量呈现季节性变化。北京市城镇居民家庭蔬菜消费量变动与蔬菜零售价格之间呈现显著的反向关系,居民家庭月度蔬菜购买量变动呈现随季节变化的规律;②受多重因素影响,蔬菜购买频率呈现季节性变化。受蔬菜供应结构、居民消费方式、储存习惯、在外饮食、节日生活方式和相关商品价格变动的多重因素影响,北京市城镇居民家庭蔬菜购买频率呈现季节性变化的规律;③主要受市场供应结构影响,蔬菜消费结构呈现季节性变化。受本地供给总量和结构约束,北京市城镇居民内在蔬菜消费结构方面呈现规律性的变化。

第三,新型蔬菜购买模式渐现。北京市城镇居民户内蔬菜的消费模式也呈现出一些新的变化趋势,主要为:①超市和电子商务平台渠道购买的比例增加。与2012年对北京市城镇居民家庭蔬菜购买渠道比例的调查资料比较,在过去的5年中,北京市城镇居民通过超市和电子商务平台购买蔬菜的比例分别增加了约13和0.35个百分点,而农贸市场的比例下降了约11个百分点;②居民新型蔬菜购买模式渐现。北京市城镇居民在蔬菜购买模式上逐步呈现出一些新的趋势,即家庭团购、观光采摘和农场配送方式逐步增加;③居民日益关注蔬菜产地。与2012年相比,北京市城镇居民关注蔬菜产地的户数比例提高了约19个百分点;④居民对净菜的偏好度增加。与2012年净菜的比例8%相比,北京市城镇居民所购蔬菜中净菜的比例提高了约13个百分点,达到了20.65%。(农民日报)