

华北薏苡新品种‘太空 I 号’产量构成及最佳施肥配方的研究

郭欣慰 杨念婉 李艾莲*

(中国医学科学院 药用植物研究所,北京 100193)

摘要 为解析适宜华北种植的薏苡优良品种的产量构成,以薏苡早熟高产新品种‘太空 I 号’为研究对象,通过分蘖数、穗着粒数等主要农艺性状与产量的相关性分析、通径分析和主成分分析及‘太空 I 号’最佳施肥配方,解析薏苡高产构成。结果表明:1)相关分析显示,株高、总节数、单株穗数和分蘖数与薏苡高产最相关;2)通径分析显示,单株穗数、分蘖数和穗着粒数对薏苡高产的贡献最高;3)主成分分析显示,‘太空 I 号’的高产构成主要由单株穗数多、分蘖数多、穗着粒数和百粒重适中组成;4)最适于‘太空 I 号’的施肥配方为氮肥 15 kg/667 m²、磷肥 50 kg/667 m² 和钾肥 20 kg/667 m²,在北京地区的单产可达 280 kg/667 m² 以上。综上所述,‘太空 I 号’单株穗数多、分蘖数多、穗着粒数和百粒重适中、早熟高产,是适合中国华北种植的优良薏苡品种。

关键词 薏苡; 产量构成; 主成分分析; 中国华北; 最佳施肥配方

中图分类号 S567.239

文章编号 1007-4333(2019)04-0041-08

文献标志码 A

Yield components and optimal fertilization of the new Coix species ‘Space No. I’ in North China

GUO Xinwei, YANG Nianwan, LI Ailian*

(Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract The aim of this study was to investigate the yield components of Coix species suitable for planting in North China. An early maturing and high yield Coix species ‘Space No. I’, which was selected from space breeding, was used as study material. The correlation analysis, path analysis and principal component analysis of main agronomic traits of ‘Space No. I’ were conducted. The results showed that plant height, number of nodes, number of spikes and number of tillers were most related to the Coix high yield; The number of spikes, grain number per spike contributed most to high yield; The yield component of ‘Space No. I’ was related to high levels of spike numbers and tiller numbers, moderate level of grain number per spike and hundred-grain weight; The optimum fertilization formula of ‘Space No. I’ was 15 kg/667 m² nitrogenous fertilizer, 50 kg/667 m² phosphate fertilizer and 20 kg/667 m² potash fertilizer. Under the optimum fertilization condition, the average yield of ‘Space No. I’ was over 280 kg/667 m². In conclusion, the high levels of both spike numbers and tiller numbers, and the moderate level of grain number per spike and hundred-grain weight were the characters most suitable for Coix species planting in North China.

Keywords *Coix lachryma-jobi* L.; yield component; principal component analysis; North China; the optimum fertilization condition

薏苡(*Coix lachryma-jobi* L.)是禾本科薏苡属一年生或多年生的 C4 草本植物,是中国传统药食兼用作物^[1],具有较高药用价值和营养价值,享有“世界禾本科植物之王”的美誉^[2]。薏苡仁收载于

《中华人民共和国药典》(2015 版)^[3],具有健脾渗湿、调节糖脂代谢紊乱、降血压和提高免疫力等功效,中医用于治疗水肿、小便不利、脾虚泄泻、肺癆和肠痈等^[3]。

收稿日期:2019-05-30

基金项目:科技部 2015 年科技基础性工作专项(2015FY111500-042)

第一作者:郭欣慰,助理研究员,主要从事中药材栽培与育种研究,E-mail:gwgbty@126.com

通讯作者:李艾莲,研究员,主要从事中药材栽培与育种研究,E-mail:ailianli163@163.com

中国薏苡种质资源分布广泛,随着市场需求量的增加,各地陆续开展了薏苡新品种选育工作。贵州省选育的‘黔薏1号’通过国家审定,‘黔薏2号’和‘薏苡03-2’分别进入国家和省区生产试验,‘YY01-01’等8个品系已参加国家和贵州省区域试验;福建省选育的‘蒲薏6号’、‘龙薏1号’、‘仙薏1号’和‘翠薏1号’等优良新品种在福建省内大面积推广;浙江省选育的‘浙薏1号’通过了浙江省新品种认定,在浙江省低海拔地区推广种植^[4];广西壮族自治区选育出氮高效利用品种“西林1号”^[5]。

现代薏苡育种中,诱变育种是快速获得优良性状的育种手段之一。沈晓霞等^[6]以浙江省本地薏苡品种为试材,通过⁶⁰Co- γ 辐射诱变育种,选育出2个优质、高产和矮秆薏苡新品系;Kiidi等^[7]以薏苡和川谷杂交F₁为试材,经⁶⁰Co- γ 辐射诱变育种获得了矮秆和早熟等突变体。

本研究前期以河北省安国市薏苡地方种为试材,经神州一号飞船搭载((99)京证经字66390号)育成优良新品种‘太空1号’(京品鉴药2012022),为北方旱田早熟生态型,适宜在北京市平原地区(平均气温10℃以上)及以南的华北地区种植,在北京市、河北省和河南省的区域试验显示,单产可达280 kg/667 m²以上,有效成分甘油三油酸酯含量为0.90%~1.17%,是《中华人民共和国药典》(2015版)^[3]标准的近3倍。目前,北方地区薏苡栽种面积逐渐扩大,但关于北方薏苡品种选育及产量构成因素的研究鲜有报道,制约了薏苡在华北的生产发展^[8]。本研究即以‘太空1号’为试材,以同批太空搭载选育的另一薏苡品系为对照(前期区域试验单产199 kg/667 m²),通过调查主要农艺性状进行相关性分析、通径分析和主成分分析,旨在解析北方薏苡产量构成,并探究最利于高产优质的施肥配比,以期为中国华北薏苡优良品种选育提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验材料为本课题组前期以河北省安国市薏苡为材料、经航天搭载选育的优良高产品系‘太空1号’(京品鉴药2012022),其茎、节、种皮均为紫色(图1(a)),前期区域试验单产280 kg/667 m²;以航天搭载后仍为绿茎的品系为对照(图1(b)),其前期区域试验单产199 kg/667 m²。供试氮肥为尿素(中国石油宁夏石化公司,总氮 \geq 464 g/kg),磷肥为

粒状过磷酸钙(云南省安宁连然磷化工厂,有效磷P₂O₅ \geq 160 g/kg),钾肥为农业用硫酸钾(国投新疆维吾尔自治区罗布泊钾盐有限责任公司,K₂O \geq 510 g/kg)。



图1 ‘太空1号’(a)和对照品系(b)成熟籽粒部分(标尺=1 cm)

Fig. 1 Mature seeds of ‘Space No. 1’ (a) and the control lines (b) (scale bar=1 cm)

用于分析产量构成的试验田地势平坦,地力均匀,前茬决明,土质为沙壤土,基础肥力中等偏上,底施尿素15 kg/667 m²,磷肥7 kg/667 m²,钾肥10 kg/667 m²。

用于分析施肥配比的试验田土壤基本农化性状为有机质12.63 g/kg、全氮0.86 g/kg、有效磷42.55 mg/kg、速效钾124.23 mg/kg。

1.2 试验方法

1.2.1 产量构成测定

薏苡于5月17日在试验田中种植。采用前期研究得出的薏苡最优株行距60 cm \times 80 cm^[9],以直播方式穴播3粒。当幼苗长出2~3片真叶时,结合除草拔除密生苗和病弱苗,当苗具5~6片真叶时定苗,每穴留2苗。

成熟期时,每个品系随机取样60株进行考种,调查株高、分蘖数、总节数、穗节数、单株穗数、穗着粒数、百粒重、生物量和单株产量等农艺性状,每株调查4个分蘖。

1.2.2 施肥配比测定

设置氮、磷和钾3个因素,4个水平,共10个处理。氮肥4个水平的肥料用量分别为0、15、30和45 kg/667 m²;磷肥4个水平的肥料用量分别为0、25、50和75 kg/667 m²;钾肥4个水平的肥料用量分别为0、10、20和30 kg/667 m²(表1)。全部的磷、钾肥和2/5氮肥做底肥春播时施入,其余氮素在拔节期作为追肥施用。

试验设4次重复,每个重复包含14个小区,小

区长 8.0 m, 宽 2.2 m, 小区面积 17.5 m², 行距 75 cm。每小区 3 行, 株行距、播种方式和其他管理同 1.2.1, 最终栽培密度为 2 900 株/667 m²。

成熟期时各小区随机取样 5 株进行考种, 调查株高、分蘖数、总节数、穗节数、单株穗数、穗着粒数、百粒重和生物量等农艺性状, 并进行小区实割测产。

表 1 施肥试验处理方案

Table 1 The experiment treatments program kg/667 m²

处理 Treatment	N	P	K
N ₀ P ₂ K ₂	0	50	20
N ₁ P ₂ K ₂	15	50	20
N ₂ P ₂ K ₂	30	50	20
N ₃ P ₂ K ₂	45	50	20
N ₂ P ₀ K ₂	30	0	20
N ₂ P ₁ K ₂	30	25	20
N ₂ P ₃ K ₂	30	75	20
N ₂ P ₂ K ₀	30	50	0
N ₂ P ₂ K ₁	30	50	10
N ₂ P ₂ K ₃	30	50	30

1.3 统计分析

采用 SPSS 13.0 和 Excel 软件对以上数据进行方差分析、相关性分析、通径分析和主成分分析。

2 结果与分析

2.1 薏苡主要农艺性状的相关性分析

表 2 可知, 单株产量、生物量和单株穗数与多个性状间均呈极显著相关性, 其中单株穗数与分蘖数、单株产量与单株穗数、单株产量与生物量、单株产量与分蘖数以及生物量与单株穗数间的极显著正相关系数最高 ($r=0.948^{**}$, $r=0.825^{**}$, $r=0.821^{**}$, $r=0.812^{**}$, $r=0.767^{**}$); 穗着粒数与株高呈极显著负相关 ($r=-0.281^{**}$)、百粒重与总节数间呈显著负相关 ($r=-0.185^{*}$)。

在薏苡材料的 9 个农艺性状中, 株高、总节数和生物量这 3 个性状是植物学性状, 分蘖数、穗节数、单株穗数、穗着粒数、百粒重和单株产量这 6 个性状是经济学性状。从相关性分析结果来看, 植物学性状中的株高和总节数与经济学性状呈负相关, 生物量则与单株产量呈极显著正相关; 经济学性状中, 单株产量与单株穗数和分蘖数正相关性最高。因此, 薏苡高产主要与株高矮、总节数少、单株穗数多和分蘖数多等性状相关。

表 2 薏苡主要农艺性状的相关性分析

Table 2 Correlation analysis of *Coix lachryrma-jobi* L. agronomic traits

农艺性状 Agronomic trait	株高 Plant height	分蘖数 Number of tillers	总节数 Number of nodes	穗节数 Node number of per spike	单株穗数 Number of spikes	穗着粒数 Grain number of per spike	百粒重 Hundred-grain weight	生物量 Total weight	单株产量 Yield
株高	1								
分蘖数	0.231 ^{**}	1							
总节数	0.569 ^{**}	0.404 ^{**}	1						
穗节数	0.077	0.307 ^{**}	0.292 ^{**}	1					
单株穗数	0.269 ^{**}	0.948 ^{**}	0.470 ^{**}	0.501 ^{**}	1				
穗着粒数	-0.281 ^{**}	0.242 ^{**}	0.117	0.050	0.209 ^{**}	1			
百粒重	-0.137	-0.053	-0.185 [*]	0.140	-0.030	-0.098	1		
生物量	0.443 ^{**}	0.743 ^{**}	0.501 ^{**}	0.415 ^{**}	0.767 ^{**}	0.287 ^{**}	-0.028	1	
单株产量	0.224 ^{**}	0.812 ^{**}	0.401 ^{**}	0.420 ^{**}	0.825 ^{**}	0.385 ^{**}	0.132	0.821 ^{**}	1

注: * 在 0.05 水平相关, ** 在 0.01 水平相关。

Note: * indicates significant difference at 0.05 level. ** indicates significant difference at 0.01 level.

2.2 薏苡主要农艺性状与单株产量的通径分析

表3所示,薏苡主要农艺性状对单株产量的直接贡献从大到小排列为生物量(0.398)>单株穗数(0.269)>分蘖数(0.225)>穗着粒数(0.178)>百粒重(0.176)>穗节数(0.020)>株高(0.002)>总节数(-0.010)。唯一对薏苡单株产量表现出直接负作用的性状为总节数,结合相关性分析可知,总节数是通过负作用于百粒重来间接影响薏苡单株产量。综上所述,在选择高产薏苡品种时,应主要注重单株穗数、分蘖数和穗着粒数等性状。

2.3 薏苡主要农艺性状的主成分分析

由于株高、分蘖数、总节数、穗节数、单株穗数、穗着粒数、百粒重和生物量这8个性状指标对薏苡单株产量响应不尽相同,利用SPSS软件对薏苡8个性状进行主成分分析,以特征值>1为标准提取主成分。前3个主成分的累计贡献率为75.607%,说明可以用这3个主成分代替上述8个性状来综合分析薏苡产量(表4)。

表4可知,第一主成分反映原始数据的43.562%,主要与单株穗数、生物量、分蘖数、总节数和穗节数有关,称为株型因子,在相关分析和通径分析中,上述性状均有利于产量提高,因此主成分1值越高越好。第二主成分反映原始数据的17.512%,主要与穗着粒数、株高和总节数有关,称为穗着粒因子,但因株高为较大负值、通径分析中株高对产量的直接作用也较小,故第二主成分值适中略高较好。第三主成分反映原始数据的14.533%,主要与百粒重和穗着粒数有关,称为粒重因子,但穗着粒数为较大负值,表明百粒重越大、穗节数越多的材料,穗着粒数越少,相关性分析和通径分析中百粒重也是负作用于穗着粒数,因此片面追求百粒重会导致穗粒数下降、产量下降,故第三主成分分值偏低为好。

3个主成分的函数方程见表5,以每个主成分所对应的特征值占所提取主成分总值之和的比例作为权重计算得到主成分综合模型: $F = 0.014X_1 + 0.306X_2 + 0.106X_3 + 0.283X_4 + 0.335X_5 + 0.127X_6 + 0.168X_7 + 0.286X_8$,以此模型计算‘太空1号’的综合主成分值。表6可知,‘太空1号’第一主成分值较高,第二主成分值偏高,第三主成分值较低,说明该品系的高产构成原因主要是单株穗数多、分蘖数多、穗着粒数和百粒重适中;对照品系的3个主成分值则与‘太空1号’相反,因此产量偏低

(前期区域试验平均单产199 kg/667 m²)。

2.4 不同施肥处理对薏苡‘太空1号’产量构成的影响

氮肥与作物生长、干物质积累和产量息息相关^[9],缺氮植株常表现为生长缓慢、矮小、叶片小而缺绿等;磷肥主要作用于根系生长和开花结籽;钾肥促进茎伸长,并帮助植株建立抗逆性。

表7可知,不同氮肥、磷肥和钾肥均可显著影响株高、分蘖数、百粒重、结实率和产量。以N₀P₂K₂为对照,在相同的P、K水平下,N肥过高(>15 kg/667 m²)会导致粒重轻、从而减产减收,以氮肥水平为15 kg/667 m²时产量最高。以N₂P₀K₂为对照,在相同的N、K水平下,P肥过高(>15 kg/667 m²)会导致空壳多、粒重轻,最终导致产量降低,以磷肥水平为25 kg/667 m²时产量最高。以N₂P₂K₀为对照,在相同的N、P水平下,K肥对百粒重影响不显著,主要通过影响结实率来负调控产量,以K肥水平为20 kg/667 m²时产量最高。综上所述,对‘太空1号’产量最佳的施肥处理是N₁P₂K₂,即氮肥偏低、磷肥和钾肥适中时产量最高,有效地将‘太空1号’株高控制在200 cm以内,未对产量产生负面影响,与主成分分析结果一致。

3 讨论

薏苡产量构成通常与分蘖数、穗着粒数或百粒重等有关;而北方薏苡在品种选择上还需再考虑株高和生育期2个因素。

3.1 株型因子和粒重因子对薏苡产量的影响

相关研究表明,不同薏苡品种(系)间的产量差别主要与分蘖数、单株穗着粒数和百粒重有关,即本研究中第一主成分株型因子和第三主成分粒重因子。赵杨景等^[10]收集了吉林省、河北省、安徽省、四川省、江西省、贵州省和湖南省等12个不同产地的薏苡品种,于北京市进行田间试验,产量为126.6~252.9 kg/667 m²,不同种质间以单茎实粒数、千粒重和有效茎数(分蘖数)差异最大。王贞等^[11]收集了9个省区13个居群的薏苡种质,引种于南京,其产量为14.9~198.0 kg/667 m²,产量构成主要包括单株结实数、种植密度、百粒重和分蘖数等。杨志清等^[12]在云南省文山地区对10个薏苡品系进行生产力比较试验,其产量为295.022~469.752 kg/667 m²,分蘖数、穗数和百粒重与产量正相关,百粒重与产量的相关性最显著。俞玮等^[13]调查了来自云南省、贵州省和

表 3 薏苡主要农艺性状与单株产量间的通径分析
Table 3 Path analysis between the main agronomic traits and yield of *Coix lachrymarum-jobi* L.

农艺性状 Agronomic trait	相关系数 Co-efficient of correlation r_{xy}	直接作用 Direct effect P_{yi}	农艺性状 Agronomic trait							
			\sum	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	0.224	0.002	0.222	0.052	0.006	0.002	0.072	0.050	-0.024	0.176
X_2	0.812	0.225	0.587	0.000	-0.004	0.006	0.255	0.043	-0.009	0.296
X_3	0.401	-0.010	0.412	0.001	0.091	0.006	0.126	0.021	-0.033	0.199
X_4	0.420	0.020	0.400	0.000	0.069	-0.003	0.135	0.009	0.025	0.165
X_5	0.825	0.269	0.556	0.001	0.213	-0.005	0.010	0.037	-0.005	0.305
X_6	0.385	0.178**	0.207	-0.001	0.054	-0.001	0.001	0.056	-0.017	0.114
X_7	0.132	0.176**	-0.044	0.000	-0.012	0.002	0.003	-0.008	-0.017	-0.011
X_8	0.821	0.398**	0.424	0.001	0.167	-0.005	0.008	0.206	0.051	-0.005

注： X_1 ，株高； X_2 ，分蘖数； X_3 ，总节数； X_4 ，穗节数； X_5 ，单株穗数； X_6 ，穗着粒数； X_7 ，百粒重； X_8 ，生物量。下同。 $\sum = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8)$ 。决定系数 $R^2 = 0.827$ ，剩余通径系数 $P_X = 0.416$ 。

Note: X_1 , plant height; X_2 , number of tillers; X_3 , number of nodes; X_4 , node number of per spike; X_5 , number of spikes; X_6 , grain number per spike; X_7 , hundred-grain weight; X_8 , total weight. The same below. Coefficient of determination (R^2) is 0.827 and the residual path coefficient (P_X) is 0.416.

表 4 薏苡主要农艺性状的主成分分析

Table 4 Analysis of the principal components of nine main agronomic traits of *Coix lachrymarum-jobi* L.

指标 Item	特征值 Eigenvalue	贡献率/% Contribution rate	累计贡献率/% Cumulative contribution rate	特征向量 Eigenvectors								
				X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	
第一主成分	3.485	43.562	43.562	0.491	0.870	0.691	0.538	0.922	0.257	-0.098	0.892	
第二主成分	1.401	17.512	61.075	-0.774	0.211	-0.400	0.211	0.191	0.640	0.321	0.056	
第三主成分	1.163	14.533	75.608	0.077	-0.041	-0.128	0.451	0.066	-0.543	0.798	-0.001	

表5 3个主成分的得分方程

Table 5 The principal components value equation of *Coix lachryma-jobi* L.

主成分 The principal component	主成分方程 The principal components value equation
第一主成分 F_1	$F_1 = 0.263X_1 + 0.466X_2 + 0.370X_3 + 0.288X_4 + 0.494X_5 + 0.137X_6 - 0.052X_7 + 0.478X_8$
第二主成分 F_2	$F_2 = -0.654X_1 + 0.178X_2 - 0.338X_3 + 0.178X_4 + 0.162X_5 + 0.541X_6 + 0.272X_7 + 0.047X_8$
第三主成分 F_3	$F_3 = 0.071X_1 - 0.038X_2 - 0.119X_3 + 0.419X_4 + 0.061X_5 - 0.503X_6 + 0.740X_7 - 0.001X_8$

表6 薏苡主成分值结果

Table 6 The principal components values of *Coix lachryma-jobi* L. resources

材料 Material	第一主成分 F_1	第二主成分 F_2	第三主成分 F_3	综合主成分 F
太空 1 号	0.716	0.501	-0.187	0.498
对照	-0.573	-0.401	0.150	-0.399

表7 不同施肥处理对薏苡‘太空 1 号’产量构成的影响

Table 7 The principal component value of *Coix lachryma-jobi* L. resource

处理 Treatment	株高/mm Plant height	分蘖数 Number of tillers	百粒重/g Hundred-grain weight	结实率/% Firmness rate	产量/ (kg/667 m ²) Yield
$N_0 P_2 K_2$	196.1±2.1 b	6.6±0.3 b	9.7±0.1 a	89.2±0.7 a	255.2±3.6 b
$N_1 P_2 K_2$	198.7±2.1 ab	6.9±0.2 b	9.3±0.2 b	90.8±0.7 a	284.4±2.0 a
$N_2 P_2 K_2$	205.1±2.2 a	7.8±0.4 a	8.5±0.1 c	82.3±0.8 b	255.1±0.8 b
$N_3 P_2 K_2$	186.1±2.8 c	7.2±0.3 ab	8.6±0.1 c	82.7±1.8 b	198.1±2.5 c
$N_2 P_0 K_2$	189.1±3.8 b	5.7±0.2 c	9.2±0.3 a	90.5±0.5 a	222.2±2.0 c
$N_2 P_1 K_2$	196.6±2.9 b	7.2±0.4 ab	9.1±0.1 a	79.9±2.4 b	269.2±1.3 a
$N_2 P_3 K_2$	187.9±2.8 b	6.4±0.2 bc	8.8±0.1 ab	82.7±2.1 b	219.0±3.1 c
$N_2 P_2 K_0$	195.5±1.5 b	7.3±0.3 a	8.7±0.1 a	77.1±2.2 b	212.9±2.6 b
$N_2 P_2 K_1$	197.3±3.5 b	5.7±0.2 b	8.8±0.1 a	81.1±1.9 ab	202.9±2.8 c
$N_2 P_2 K_3$	187.9±3.1 c	6.4±0.2 b	8.7±0.1 a	85.5±1.5 a	188.7±2.0 d

注:同一列中不同字母表示在 0.05 水平差异显著。

Note: Different letters within same column indicate significantly differences at 0.05 level.

福建省的 6 个薏苡品系在云南省的各农艺性状和产量,其产量为 176.23~250.77 kg/667 m²,穗粒数和总节数与薏苡产量的关联度最高。

本课题组的薏苡太空育种初选结果亦显示单株粒数和百粒重对产量影响显著^[9]。但进一步研究表明,过多考虑粒重因素,会导致结实率下降及总体产量不稳定。因此,最终筛选出的‘太空 1 号’在高产

构成上主要源自单株穗数的提高,在连续几年的区域试验中,产量均稳定在 280~300 kg/667 m²,结实率均>90%。

3.2 株高和生育期对薏苡产量的影响及北方薏苡品种选育

在华北薏苡品种选择上,赵杨景等^[10]通过种质资源调查,提出重庆市紫秆薏苡产量高、品质好且中

熟,可作为中国华北种植的薏苡品种;费凤艳等^[14]认为华北地区宜选用植株矮壮、分蘖多、结实率高且成熟比较整齐的早熟品种;黄亨履等^[15]也认为 33°N 以北即华北、东北地区适宜种北方早熟生态型。

相关研究显示,早熟与本研究第二主成分的最大负值株高显著相关。李学俊等^[16]对来自贵州省、云南省、山东省、河北省、辽宁省和陕西省等 12 份不同产地的薏苡种质资源的 10 个主要数量性状进行分析,认为生育期和株高是影响薏苡产量的最主要因素,且株高与生育期呈极显著正相关,建议薏苡品种选育时,在满足生育期要求的同时,株高应成为育种的主攻目标。但王贞等^[11]研究发现,薏苡早熟居群通常株高不高,茎秆较细,晚熟居群植株较高,茎秆粗壮,但产量较早熟品种显著降低。王松姣等^[17]研究也发现,晚播植株株高显著高于早播植株,但分蘖数显著降低,因此产量亦显著降低。

本课题组薏苡太空育种的初选品系为早熟类型,产量为 275 kg/667 m²(种植密度同本研究),分蘖数为 10.7,但株高为 230 cm^[9]。后期在早熟和高产的基础上、进一步筛选综合性状,最终‘太空 I 号’成功将株高降至 <200 cm,虽分蘖数略有降低,但相同种植密度下产量提高至 284.4 kg/hm²,表明太空育种可克服传统育种中株高对薏苡产量的潜在负面影响,通过提高分蘖数、穗着粒数和百粒重的性状优势,最终实现高产。

综上所述,以河北省地方种为母本、通过太空育种选育出的薏苡新品种‘太空 I 号’在合理水肥调控下,高产、稳产且保持了早熟和药效成分高的优势,是适宜在华北推广种植的薏苡优良品种。

参考文献 References

[1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 既是食品又是药品的物品名单(卫法监发[2002]51号)[EB/OL]. (2019-04-30). <http://www.nhc.gov.cn/wjw/gfxwj/201304/3312183b2f954e35a29c77921a88d730.shtml>
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. List of items that are both food and medicine (Wei Fa Jian Fa[2002]No. 51)[EB/OL]. (2019-06-21), <http://www.nhfp.gov.cn/zwgkzt/wsbsysj/200810/38175.shtml>

[2] 杨继祥. 药用植物栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1993: 284-

292

Yang J X. *Medicinal Plant Cultivation* [M]. Beijing: Agriculture Press, 1993: 284-292 (in Chinese)

- [3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015
Chinese Pharmacopoeia Commission. *Pharmacopoeia of the People's Republic of China (Volume I)*[M]. Beijing: China Medical Sciences Press, 2015 (in Chinese)
- [4] 罗云云, 杜伟锋, 康显杰, 赵金凯, 应泽茜, 杨柳, 葛卫红. 薏苡仁历史应用概况及现代研究[J]. 中华中医药杂志, 2018, 33(12): 5666-5673
Luo Y Y, Du W F, Kang X J, Zhao J K, Ying Z Q, Yang L, Ge W H. Process of application history and modern research of coix seed[J]. *China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy*, 2018, 33(12): 5666-5673 (in Chinese)
- [5] Nghiem Tien Chung, 江立庚, 孔飞扬, Bui Ngoc Anh. 不同薏苡品种光合特性及其与氮素利用效率的关系[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(11): 31-39
Chung N T, Jiang L G, Kong F Y, Anh B N. Photosynthetic characteristics and its relationship with nitrogen utilization efficiency of different coix cultivars [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2018, 23(11): 31-39 (in Chinese)
- [6] 沈晓霞, 王志安, 余旭平. γ 射线对薏苡诱变效应的初步研究[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(11): 1016-1018
Shen X X, Wang Z A, Yu X P. Breeding for high yield and good quality new lines of Zhejiang native Chinese medicine *Coix lacryma-jobi* L. and studies on its auxiliary cultivation techniques and extension strategies [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2007, 32(11): 1016-1018 (in Chinese)
- [7] Kiichi F K, Zhiyong X. *Advances in Chromosome Sciences (Volume I)* [M]. Beijing: China Agriculture Science and Technology Press, 2002
- [8] 林炎照. 不同种植密度和施肥水平对薏苡产量及构成因素的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 217-221
Lin Y Z. Effects of different planting densities and fertilizer supplies on yield and its components in Coix (*Coix lacryma-jobi* L)[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24(6): 217-221 (in Chinese)
- [9] 杨念婉, 李艾莲, 陈彩霞. 种植密度和播期对薏苡产量的影响及相关性分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(13): 149-152
Yang N W, Li A L, Chen C X. Effects of different planting densities and planting dates on yield components in Coix (*Coix lacryma-jobi* L)[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(13): 149-152 (in Chinese)

- [10] 赵杨景, 杨峻山, 张聿梅, 李先恩. 不同产地薏苡的经济性状和质量的比较研究[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(9): 694-696
Zhao Y J, Yang J S, Zhang S M, Li X E. Study on the comparison of economic characteristics and quality of Coix varieties (Lines) from different areas[J]. *Chinese Journal of Chinese Materia Medica*, 2002, 27(9): 694-696 (in Chinese)
- [11] 王贞, 徐增莱, 史云云, 汪琼. 不同居群薏苡生物学与经济学性状分析比较[J]. 江苏农业科学, 2009, 2: 148-150
Wang Z, Xu Z R, Shi Y Y, Wang Q. Analysis and comparison of biological and economic characters of Coix varieties (Lines) in different populations[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2009, 2: 148-150 (in Chinese)
- [12] 杨志清, 农明英, 高尚洪, 何金宝. 不同薏苡品种(系)生产力水平分析[J]. 中国农学通报, 2015, 31(3): 133-138
Yang Z Q, Nong M Y, Gao S H, He J B. Study on the productivity level comparison of different Coix Varieties (Lines)[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2015, 31(3): 133-138 (in Chinese)
- [13] 俞玮, 金月龄, 李林, 王德, 曹家洪. 薏苡产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 种子, 2015, 34(8): 105-106
Yu W, Jin Y L, Li L, Wang D, Cao J H. Gray correlation degree analysis on yield and main agronomic characters of Coix lacryma-jobi L[J]. *Seed*, 2015, 34(8): 154-159 (in Chinese)
- [14] 费凤艳. 北方薏苡栽培方法[J]. 特种经济动植物, 2012, 5: 36-37
Fei F Y. Cultivation techniques of Coix lacryma-jobi L from northern China [J]. *Special Economic Animal and Plant*, 2012, 5: 36-37 (in Chinese)
- [15] 黄亨履, 陆平, 朱玉兴, 李英才. 中国薏苡的生态型、多样性及利用价值[J]. 作物品种资源, 1995, 4: 4-8
Huang H L, Lu P, Zhu Y X, Li Y C. Ecotype, diversity and utilization value of Coix in China[J]. *Crop Varieties Resource*, 1995, 4: 4-8 (in Chinese)
- [16] 李学俊, 舒志明. 薏苡主要农艺性状的相关及通径分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(16): 349-352
Li A J, Shu Z M. Correlation and path analysis of main agronomic characters of Coix lacryma-jobi L [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(16): 349-352 (in Chinese)
- [17] 王松姣, 郭屹春, 袁征. 不同播期对豫西地区薏苡生长发育的影响[J]. 中国果菜, 2018, 38(7): 17-19
Wang S J, Guo Y C, Yuan Z. Effects of different sowing dates on growth and development of Coix in western Henan Province [J]. *Chinese Fruit & Vegetable*, 2018, 38(7): 17-19 (in Chinese)

责任编辑: 吕晓梅