

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2020-0315

吴玉红, 王吕, 郝兴顺, 何春梅, 崔月贞, 黄毅斌, 张春辉, 何忠军. 9 个绿肥紫云英品种 (系) 在汉中地区的适应性. 草业科学, 2021, 38(2): 296-303.

WU Y H, WANG L, HAO X S, HE C M, CUI Y Z, HUANG Y B, ZHANG C H, HE Z J. Adaptability of nine Chinese milkvetch varieties (strains) in Hanzhong region. Pratacultural Science, 2021, 38(2): 296-303.

9 个绿肥紫云英品种 (系) 在汉中地区的适应性

吴玉红¹, 王吕¹, 郝兴顺¹, 何春梅², 崔月贞¹,
黄毅斌², 张春辉¹, 何忠军¹

(1. 汉中市农业科学研究所, 陕西 汉中 723000; 2. 福建省农业科学院土壤肥料研究所, 福建 福州 350013)

摘要: 对 9 个紫云英 (*Astragalus sinicus*) 品种 (系) 的物候期、农艺性状及鲜草产量进行比较研究, 以期筛选出适宜汉中地区栽培的紫云英品种 (系), 为汉中水稻 (*Oryza sativa*) 不同种植模式下紫云英推广应用提供优良品种 (系)。结果表明: ‘南郑种’、‘yH925’、‘宁波大桥’、‘湘紫 1 号’属于特早熟种, ‘yiJ’、‘848711’、‘闽紫 7 号’、‘弋江籽’属于早熟种, ‘湘紫 4 号’属中熟种。9 个品种 (系) 盛花期鲜草产量差异较大, ‘闽紫 7 号’鲜草产量最高, 为 24 192.45 kg·hm⁻²; 其次是‘yiJ’, 为 23 494.50 kg·hm⁻², 与闽紫 7 号’差异不显著但显著高于其他品种 (系); ‘南郑本地种’最低, 为 12 049.80 kg·hm⁻², 显著低于其他 8 个品种 (系)。特早熟品种 (系) 中‘宁波大桥’在汉中适应性较好, 株高、地上部分特征、根瘤及盛花期鲜草产量等综合特性表现较好, 适宜在水稻直播模式中种植。早熟品种 (系) 中, ‘闽紫 7 号’和‘yiJ’在汉中具有较强的适应性, 盛花期鲜草产量优势显著, 适宜在水稻机插秧和手插秧模式中种植。

关键词: 紫云英; 汉中地区; 品比试验; 鲜草产量

文献标志码: A 文章编号: 1001-0629(2021)02-0296-08

Adaptability of nine Chinese milkvetch varieties (strains) in Hanzhong region

WU Yuhong¹, WANG Lyu¹, HAO Xingshun¹, HE Chunmei², CUI Yuezhen¹,
HUANG Yibin², ZHANG Chunhui¹, HE Zhongjun¹

(1. Hanzhong Agricultural Research Institute, Hanzhong 723000, Shaanxi, China;

2. Institute of Soil and Fertilizer, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, Fujian, China)

Abstract: A field trial was conducted to select the milkvetch varieties or strains suitable for Hanzhong and provide excellent variety for different planting patterns of rice by comparing the phenological period, agronomic characters, and fresh grass yield of nine Chinese milkvetch varieties. The results showed that the ‘Nanzheng’ variety, ‘yH925’, ‘Ningbodaqiao’, and ‘Xiangzi No.1’ were very early maturing milkvetch cultivars grown in Hanzhong. The ‘yiJ’, ‘848711’, ‘Minzi No.7’, and ‘Yijiang Zi’ were early maturing milkvetch cultivars, and ‘Xiangzi No.4’ was a medium maturing variety grown in Hanzhong. In terms of grass yield, there is a significant difference between nine varieties. The fresh grass yield of ‘Minzi No. 7’ was the highest with 24 192.45 kg·ha⁻¹ followed by ‘yiJ’ with 23 494.50 kg·ha⁻¹. The difference between ‘Minzi No.7’ and ‘yiJ’ was not significant but significantly higher than other varieties. The lowest was ‘Nanzheng’ with 12 049.80 kg·ha⁻¹, which was significantly lower than that of the other eight varieties. The ‘Ningbodaqiao’ species exhibit excellent characters

收稿日期: 2020-06-12 接受日期: 2020-10-30

基金项目: 陕西省农业协同创新与推广联盟 (LM202001); 陕西省重点研发计划项目 (2019ZDLNY01-05-01)

第一作者: 吴玉红 (1983-), 女, 甘肃民勤人, 高级农艺师, 硕士, 研究方向为土壤养分资源高效利用、绿肥栽培技术。E-mail: 382755569@qq.com

通信作者: 郝兴顺 (1966-), 男, 陕西蒲城人, 研究员, 本科, 研究方向为土壤改良及绿肥开发利用。E-mail: 372770515@qq.com

as green manure in Hanzhong, due to which the plant height, aboveground part, root nodule, and fresh grass yield were better at the flowering stage, and thus can be used in a rice direct seeding mode. The fresh grass yield of 'Minzi No.7' and 'yiJ' were significantly higher than that of other early maturing varieties and were found to be excellent early maturing varieties.

Keywords: *Astragalus sinicus*; hanzhong basin; product comparison test; fresh grass yield

Corresponding author: HAO Xingshun E-mail: 372770515@qq.com

汉中市北依秦岭,南临巴山,汉江穿境而过,气候温润,无霜期 240~250 d,年降水量 800 mm 左右,是优质籼稻 (*Oryza sativa*) 的适宜生态种植区,常年种植面积 8 万 hm^2 左右,是陕西省水稻主产区,面积和总产量占全省 70% 以上,主要种植制度为冬油菜 (*Brassica campestris*)→水稻或冬小麦 (*Triticum aestivum*)→水稻轮作。近年来,农业生产中盲目、不合理使用化肥,有机肥投入量少,导致土壤肥力退化、肥料利用率低等现象较为突出^[1],加之近年来随着粮油种植效益低下以及劳动力短缺,撂荒冬闲田比例呈逐步上升趋势^[2],冬闲田利用及培肥地力技术急需解决,而绿肥是养地的清洁有机肥源,发展绿肥是多、快、好、省解决养地用地与有机肥源的有效途径^[3-4],因此利用冬闲田发展绿肥是适宜汉中地区农业绿色可持续发展的必然选择。

紫云英 (*Astragalus sinicus*) 是我国稻田最主要的绿肥作物^[5],紫云英翻压是提高稻田土壤肥力的传统农业措施^[6],鲜草还田后有效提升土壤肥力,提高作物产量,改善作物品质,还可以替代部分化肥,减少养分流失^[7-9],同时具有气候调节、气体调节、土壤水分涵养等生态功能^[10]。紫云英同其他作物一样,也需要因时、因地建立配套栽培技术,构建合理群体结构确保高产稳产^[11-12],不同生态区和稻作区,耕作制度差异较大,适宜种植的紫云英品种有所差异,同一品种在不同生态区的生长形状及生物量均有所不同,因此需要结合当地生产实际,综合考虑种植制度和紫云英品种的生育期、鲜草产量、群体结构等因素,选择适应不同稻作区栽培和管理技术需求的紫云英品种就显得极为重要^[13-14],而汉中属于优质籼稻单季稻区,同南方单季稻区栽培技术差异较大,目前有关汉中市气候及不同水稻栽培模式适宜紫云英品种的研究尚少见报道。因此,本研究旨在筛选出在汉中市种植适应性强、适宜不同水稻种植模式下栽培种植的紫云英品种(系),以期推动汉中市稻田绿肥紫云英的推广应用。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试紫云英品种(系) 9 个,新品种(系) 6 个,其中‘闽紫 7 号’和‘848711’为福建省农业科学院土壤肥料研究所选育,‘湘紫 1 号’和‘湘紫 4 号’为湖南省农业科学院土壤肥料研究所选育,‘yH925’和‘yiJ’为信阳市农业科学研究所选育。地方品种 3 个,包括‘宁波大桥’、‘戈江籽’和‘南郑种’,分别由浙江省农业科学院、湖南省农业科学院和汉中市农业科学研究所提供。9 个品种(系)除‘南郑种’由汉中市农业科学研究所提供外,其他 8 个品种(系)均由福建省农业科学院土壤肥料研究所提供。

1.2 试验设计

采用随机区组设计,9 个品种(系) 每个品种(系) 4 次重复,共 36 个试验小区,其中 3 个重复用于品种性状观测和鲜草产量测定,1 个重复用于生育期观测。每小区面积 $3 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$,紫云英播种量为 $16.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。试验地地块四周设 1 m 宽的保护行。每个小区间沟宽 50 cm。2018 年 9 月 28 日播种。

1.3 供试地点

选择汉中市农业科学研究所水稻综合试验站韩塘试验基地进行试验,该地位于 $33^{\circ}08'03'' \text{ N}$, $107^{\circ}00'40'' \text{ E}$,海拔约 500 m,属亚热带湿润季风性气候,年均温约 14°C ,年均降水量 800~1000 mm,无霜期 235 d,年均日照时数约 1400 h, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温为 $4480^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ 。供试土壤为水稻土,土壤基本形状理化性质: pH 为 6.58,有机质含量为 $15.64 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮含量为 $124.37 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾含量为 $104.12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷含量为 $17.27 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生育期

生育周期指出苗到种子成熟所需天数。从紫云英播种到种子收获期,分别记录出苗期、现蕾期、盛

花期、成熟期,鉴别标准为 50% 植株达到某一生育阶段即为达到该生育期。

1.4.2 生长特性

盛花期,每小区随机选取 20 株样株,测定从地面至植株最高叶片尖端的高度,取其平均值即为株高;于每个分枝最粗处测量茎粗,取其平均值即为茎粗;数植株基部的大分枝,包括主茎在内,但不包括枝茎上部的分枝,取其平均值即为分枝数;数每个分枝上的花序数,取其平均值即为每分枝花序数花。观察记载根瘤数、色泽,测定根瘤重。叶片、花序、嫩茎均作为叶;花梗、枝茎作为茎,分别测定茎、叶重量,求出茎叶比。

1.4.3 鲜草产量

盛花期,一般选晴天下午进行收割,收割时先割除小区四周 50 cm 边行(不计算在产量内),齐地面收割去除边行后的 8 m²,并测其鲜草产量。将盛花期割下的鲜草即时烘干测定水分,根据水分测定值将鲜草产量换算成干草产量。

1.5 数据处理

采用 Excel 2003 软件对数据进行处理和绘图,采用 DPS 7.05 统计分析软件对数据进行方差分析及差异显著性检验(LSD法, $P = 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同品种(系)生育期比较

‘南郑种’和‘yH925’盛花期较早,‘宁波大桥’、‘湘紫 4 号’和‘弋江籽’盛花期较晚(表 1)。“南郑种”生育期最短,为 211 d,“湘紫 4 号”生育期最长,为 228 d,二者相差 17 d。按开花和成熟期可分为特早熟种(215~220 d)、早熟种(220~225 d)、中熟种(225~230 d)、晚熟种(230~235 d)^[15],供试品种(系)中‘南郑种’、‘yH925’、‘宁波大桥’、‘湘紫 1 号’属于特早熟种,‘yiJ’、‘848711’、‘闽紫 7 号’、‘弋江籽’属于早熟种,‘湘紫 4 号’属中熟种。

表 1 不同品种(系)生育期

Table 1 Growth period of different varieties (strains)

品种(系) Varieties (strains)	物候期 Phenology stage/(MM-DD)					生育周期 Growth stage/d
	出苗期 Seedling stage	现蕾期 Squaring stage	初花期 First-flowering stage	盛花期 Full-flowering stage	成熟期 Maturing stage	
‘yiJ’	10-06	04-01	04-03	04-11	05-12	220
‘848711’	10-06	04-01	04-05	04-11	05-15	223
‘闽紫7号’ Minzi No.7	10-06	04-01	04-05	04-11	05-14	222
‘宁波大桥’ Ningbodaqiao	10-10	04-01	04-05	04-15	05-14	218
‘湘紫4号’ Xiangzi No.4	10-05	03-27	04-03	04-15	05-19	228
‘yH925’	10-10	03-27	03-30	04-06	05-09	213
‘弋江籽’ Yijiang Zi	10-10	04-01	04-05	04-15	05-16	220
‘湘紫1号’ Xiangzi No.1	10-10	03-27	03-30	04-08	05-14	218
‘南郑种’ Nanzheng species	10-08	03-27	03-30	04-06	05-05	211

2.2 不同品种(系)生长特性比较

2.2.1 不同品种(系)外形比较

叶色除了‘yH925’叶缘紫、叶脉及中间紫色外,其他品种(系)叶色均为绿色(表 2)。茎色为紫色的品种(系)有‘yiJ’、‘848711’、‘yH925’、‘南郑种’;茎色为浅紫色的品种(系)有‘湘紫 4 号’、‘弋江籽’;茎色为绿、紫色的品种(系)有‘闽紫 7 号’、‘宁波大

桥’;茎色为绿色的品种(系)有‘湘紫 1 号’。花色除了‘弋江籽’为深紫色外,其他品种(系)花色均为紫色。叶形方面,‘南郑种’为近圆形,其他品种(系)叶形均为椭圆形。

2.2.2 各品种(系)盛花期主要性状

各品种(系)间株高差异较大(表 3),‘弋江籽’和‘闽紫 7 号’株高均在 70 cm 以上,二者差异不显著

表 2 不同品种(系)外形特性
Table 2 Shape and color characteristics of different varieties (strains)

品种(系) Varieties (strains)	叶色 Leaf color	茎色 Stem color	花色 Flower color	叶形 Leaf shape
‘yiJ’	绿色 Green	紫色 Purple	紫色 Purple	椭圆形 Oval shape
‘848711’	绿色 Green	紫色 Purple	紫色 Purple	椭圆形 Oval shape
‘闽紫7号’ Minzi No.7	绿色 Green	绿、紫色 Green and purple	紫色 Purple	椭圆形 Oval shape
‘宁波大桥’ Ningbodaqiao	绿色 Green	绿、紫色 Green and purple	紫色 Purple	椭圆形 Oval shape
‘湘紫4号’ Xiangzi No.4	绿色 Green	浅紫色 Light purple	紫色 Purple	椭圆形 Oval shape
‘yH925’	叶缘紫、叶脉紫色 Leaf margin purple, leaf vein purple	紫色 Green	紫色 Purple	椭圆形 Oval shape
‘弋江籽’ Yijiang Zi	绿色 Green	浅紫色 Light purple	深紫色 Dark purple	椭圆形 Oval shape
‘湘紫1号’ Xiangzi No.1	绿色 Green	绿色 Green	紫色 Purple	椭圆形 Oval shape
‘南郑种’ Nanzheng species	绿色 Green	紫色 Purple	紫色 Purple	近圆形 Almost circular

表 3 不同品种(系)盛花期主要性状
Table 3 Plant characteristics of different varieties (strains) at the flowering stage

品种(系) Varieties (strains)	株高 Shoot height/cm	分枝数 Branch number/(branch·plant ⁻¹)	茎粗 Stem diameter/mm	花序数 Inflorescence number/(inflorescence·plant ⁻¹)
‘yiJ’	59.50 ± 6.88b	2.93 ± 1.00b	3.13 ± 0.87abc	9.38 ± 5.28bc
‘848711’	59.33 ± 6.55b	2.97 ± 0.82b	2.99 ± 0.68bc	8.62 ± 3.38c
‘闽紫7号’ Minzi No.7	72.73 ± 12.67a	2.75 ± 1.20b	3.38 ± 0.75ab	8.93 ± 5.61c
‘宁波大桥’ Ningbodaqiao	60.73 ± 10.22b	2.52 ± 1.38b	3.65 ± 1.17a	9.87 ± 5.37bc
‘湘紫4号’ Xiangzi No.4	66.46 ± 8.63ab	2.75 ± 1.14b	3.61 ± 1.03a	10.57 ± 5.61abc
‘yH925’	46.40 ± 6.18c	2.50 ± 1.11b	2.73 ± 0.67c	10.65 ± 5.36abc
‘弋江籽’ Yijiang Zi	73.99 ± 8.19a	2.65 ± 0.73b	3.56 ± 0.94a	12.03 ± 4.89ab
‘湘紫1号’ Xiangzi No.1	47.80 ± 7.08c	3.00 ± 1.96b	3.23 ± 0.88abc	12.98 ± 5.40a
‘南郑种’ Nanzheng species	40.97 ± 5.05c	3.79 ± 1.22a	2.23 ± 0.50e	15.10 ± 6.56a

同列不同小写字母表示品种(系)间差异显著($P < 0.05$); 下表同。

Different lowercase letters within the same column indicate significant difference between varieties (strains) at the 0.05 level; this is applicable for the following tables as well.

($P > 0.05$), 但显著高于除‘湘紫4号’外的其他品种(系) ($P < 0.05$), ‘湘紫1号’、‘yH925’、‘南郑种’株高较低, 均在 50 cm 以下, 三者差异不显著, 但显著低于其他品种(系)。(‘yiJ’、‘848711’、‘湘紫4号’、‘宁波大桥’株高介于 50~70 cm, 四者间差异不显著, 但与其他品种(系)差异显著。平均单株分枝方面, ‘南郑种’分枝数最多为 3.8 个, 显著高于其他 8 个品种(系), 而其他 8 品种(系)间差异不显著。9 个品种(系)中‘宁波大桥’茎粗最大(3.65 mm), 其次为‘湘紫4号’(3.61 mm)、‘弋江籽’(3.56 mm)、‘闽紫7号’(3.38 mm)、

‘湘紫1号’(3.23 mm)、‘yiJ’(3.13 mm)、‘南郑种’茎粗最小(2.23 mm)。9 个品种(系)单株总花序, ‘南郑种’平均单株总花序数最大(15.1 个), 其次为‘湘紫1号’(13.0 个), 显著高于除‘弋江籽’、‘湘紫4号’、‘yH925’外的其他品种(系), 从高到低依次为‘南郑种’、‘湘紫1号’、‘弋江籽’、‘yH925’、‘湘紫4号’、‘宁波大桥’、‘yiJ’、‘闽紫7号’、‘848711’。

2.2.3 各品种(系)盛花期根瘤情况

如表 4 所列, 9 个品种(系), 平均单株根瘤数范围为 6.47~17.73 个, ‘弋江籽’最高为 17.73 个, 显著

表4 不同品种(系)盛花期根瘤情况
Table 4 Root nodules of different varieties (strains) at the flowering stage

品种(系) Varieties (strains)	根瘤数 Nodule number/(nodule·plant ⁻¹)	根瘤重 Root nodule weight/(g·plant ⁻¹)	根瘤平均重 Nodule average weight/g	根瘤占根的比例 Root nodules to root ratio/%
‘yiJ’	15.13 ± 4.31a	0.085 ± 0.036bc	0.005 4 ± 0.001 0cde	16.53 ± 1.55ab
‘848711’	17.10 ± 4.90a	0.149 ± 0.059ab	0.008 4 ± 0.001 0b	21.99 ± 4.34ab
‘闽紫7号’ Minzi No.7	12.21 ± 2.95b	0.038 ± 0.007c	0.003 3 ± 0.001 2e	18.28 ± 5.29ab
‘宁波大桥’ Ningbodaqiao	14.22 ± 6.62a	0.116 ± 0.081ab	0.007 6 ± 0.002 0bc	24.37 ± 6.45a
‘湘紫4号’ Xiangzi No.4	16.82 ± 4.66a	0.191 ± 0.043a	0.011 6 ± 0.002 2a	17.90 ± 4.93ab
‘yH925’	6.47 ± 3.14c	0.030 ± 0.011c	0.004 8 ± 0.000 5de	15.92 ± 5.19b
‘弋江籽’ Yijiang Zi	17.73 ± 1.30a	0.142 ± 0.004ab	0.008 0 ± 0.000 4bc	23.27 ± 3.39ab
‘湘紫1号’ Xiangzi No.1	15.01 ± 2.57a	0.101 ± 0.010bc	0.006 9 ± 0.001 7bcd	23.15 ± 3.03ab
‘南郑种’ Nanzheng species	9.00 ± 3.12c	0.055 ± 0.014cd	0.006 3 ± 0.000 5bcd	24.17 ± 4.17ab

高于‘闽紫7号’、‘南郑种’和‘yH925’($P < 0.05$), 但与其他品种(系)差异不显著($P > 0.05$)。‘湘紫4号’单株根瘤重最大, 为0.191 g, 显著高于除‘弋江籽’、‘宁波大桥’、‘848711’外其他品种(系), ‘yH925’最小, 仅为0.030 g。‘湘紫4号’根瘤平均重最大, 为0.011 6 g, 显著高于其他品种(系), ‘闽紫7号’最小, 为0.003 3 g, 从高到低依次为‘湘紫4号’、‘848711’、‘弋江籽’、‘宁波大桥’、‘湘紫1号’、‘南郑种’、‘yiJ’、‘yH925’、‘闽紫7号’。‘宁波大桥’根瘤占根的比例最高, ‘yH925’最低, 二者差异显著, 其他各品种间差异不显著。

2.2.4 各品种(系)盛花期地上部特征

如表5所列, 9个品种(系)盛花期茎叶比, ‘弋江籽’最高, 显著高于其他品种(系)($P < 0.05$); ‘南郑

种’茎叶比最低, 显著低于其他品种(系); 其他品种(系)间差异不显著($P > 0.05$)。各品种(系)单株鲜重差异较大, ‘湘紫4号’单株鲜重最高, 为20.89 g, 显著高于‘yH925’、‘848711’、‘湘紫1号’及‘南郑种’, ‘南郑种’单株鲜重最低, 仅为8.58 g。9个品种(系), 盛花期鲜草产量差异较大, ‘闽紫7号’最高(24 192.45 kg·hm⁻²), 此外‘yiJ’表现也良好(23 494.50 kg·hm⁻²), ‘南郑种’最低(9 601.50 kg·hm⁻²), 显著低于其他8个品种(系), 9个品种(系)鲜草产量从高到低依次为‘闽紫7号’、‘yiJ’、‘848711’、‘弋江籽’、‘湘紫4号’、‘宁波大桥’、‘yH925’、‘湘紫1号’、‘南郑种’。与‘南郑种’相比, 其他8个品种(系)鲜草产量增幅为22.50%~151.97%。

表5 不同品种(系)盛花期地上部特征及鲜草产量

Table 5 Characteristics of aerial parts and fresh grass yield of different varieties (strains) at the flowering stage

品种(系) Varieties (strains)	茎叶比 Stem to leaf ratio	单株鲜重 Fresh yield/(g·plant ⁻¹)	鲜草产量 Fresh grass yield/(kg·hm ⁻²)
‘yiJ’	2.87 ± 0.12b	17.50 ± 1.32abc	23 494.50 ± 2 415.45ab
‘848711’	2.92 ± 0.21b	14.93 ± 1.25c	19 484.40 ± 2 123.32bc
‘闽紫7号’ Minzi No.7	2.77 ± 0.61b	18.74 ± 3.35abc	24 192.45 ± 804.82a
‘宁波大桥’ Ningbodaqiao	2.97 ± 0.77b	19.06 ± 2.59abc	14 747.70 ± 1 897.31d
‘湘紫4号’ Xiangzi No.4	3.27 ± 0.34b	20.89 ± 6.90a	16 017.00 ± 5 966.30cd
‘yH925’	2.70 ± 0.31b	9.76 ± 1.05d	12 798.60 ± 2 236.64d
‘弋江籽’ Yijiang Zi	4.07 ± 0.26a	20.10 ± 1.22ab	19 349.10 ± 1 096.40bc
‘湘紫1号’ Xiangzi No.1	3.03 ± 0.38b	15.76 ± 0.24bc	12 049.80 ± 1 938.02d
‘南郑种’ Nanzheng species	2.33 ± 0.22c	8.58 ± 1.18d	9 601.50 ± 560.49e

3 讨论与结论

紫云英盛花期鲜草产量是衡量其作为绿肥利用的重要指标,鲜草产量过低达不到培肥地力的效果,过量会对后茬水稻秧苗产生不利影响,王建红等^[16]研究表明,紫云英在南方早稻生产中适宜的翻压量为 22.5~30.0 t·hm⁻²,本研究中 9 个供试品种(系)中仅‘yiJ’(23.5 t·hm⁻²)和‘闽紫 7 号’(24.2 t·hm⁻²)盛花期鲜草产量略高于 22.5 t·hm⁻²,二者均为早熟种。总体而言,鲜草产量方面呈早熟种最高、中熟种次之、特早熟鲜草产量最低的特点,这与张辉等^[9]在福建长汀县紫云英品比试验中中晚熟紫云英品种产量超过早熟品种的结果不一致,可能是因为气候差异较大,本研究中特早熟品种(系)鲜草平均产量比早熟品种(系)和中熟品种(系),分别下降了 9 330.71 和 3 717.60 kg·hm⁻²,说明早熟种在汉中具有较强的适宜性,群体生长势较强,表现为植株株高较高、茎粗较粗、单株鲜重较重等。

种子退化是影响紫云英鲜草产量的重要因素,9 个供试品种(系)中‘南郑种’为收集的地方品种,并未进行提纯复壮,种子退化较为严重,尽管分枝数及单株总花序均最高,但茎粗、单株鲜重及根瘤数及鲜草产量明显低于其他品种(系),而其他 8 个品种(系)是由福建农业科学院土壤肥料研究所提供的原种,均表现为茎粗、鲜草产量高。此外,同一品种在不同生态区种植生育期和鲜草产量差异较大,且在同一生态区年际间生育期也存在差异。何春梅等^[17]研究表明,‘弋江籽’在福州市闽侯县平均生育期为 175.5 d,年际间相差 26 d,鲜草产量达 40 139.10 kg·hm⁻²,本研究中‘弋江籽’生育期为 220 d,鲜草产量为 19 349.10 kg·hm⁻²,说明紫云英生育期与种植区气候关系较为密切,紫云英属冬作绿肥,性喜湿润,不耐干旱,又怕渍水,冬春季气候因素对其

生长影响较大,汉中市地处南北过渡带,秋季雨水较多,冬季气温较低,干旱少雨易对紫云英生长产生不利影响,因此,汉中市紫云英种植应选择抗寒性和抗旱性强的品种(系)。此外,播种量是影响紫云英群体质量的关键因素,适宜播种量有利于构建合理的群体,改善紫云英的生长性状,增加紫云英的鲜草产量。刘彩玲等^[18]研究表明,紫云英播种量在 15.0~22.5 kg·hm⁻²,播种量与鲜草产量呈正相关关系,本研究中供试品种(系)播种量为 16.5 kg·hm⁻²,播种量偏低,鲜草产量普遍较低,因此今后需要因地、因品种建立与之配套的栽培条件,探究适宜该地区紫云英种植的播种量和鲜草产量的关系。

紫云英翻压时期是影响肥效的关键因素,许多研究^[5, 16, 19]均表明,紫云英盛花期是最佳翻压时期。同时翻压还田还田种植水稻的安全间隔期为 7~14 d^[20]。汉中市水稻不同种植方式及茬口插秧时间差异较大,直播稻适宜播种时间为 4 月中旬,机插秧和手插秧适宜插秧期为 5 月上旬至 6 月初^[21]。供试紫云英品种盛花期在 4 月 6 日至 15 日之间,‘南郑种’、‘yH925’和‘湘紫 1 号’盛花期较早可作为水稻直播模式的紫云英品种进行种植,其余品种为适宜机插秧和手插秧模式的紫云英品种(系)。根据汉中市气候特点,水稻适时早插秧是获得高产的重要措施^[21-22],冬闲绿肥茬口,与其他水稻茬口相比,较油菜茬口(5 月 20 日左右)插秧提前 5 d 左右,较小麦茬口(5 月 25 日左右)插秧提前 10 d 左右。

综上所述,9 个品种(系)在汉中稻区物候期差异较大,‘宁波大桥’盛花期株高、地上部分特征及根瘤等综合特性表现较好,可作为优良的特早熟品种,在水稻直播模式中种植;‘闽紫 7 号’和‘yiJ’盛花期鲜草产量优势显著,可作为优良的早熟品种,在水稻机插秧和手插秧模式中种植。

参考文献 References:

- [1] 李松. 汉中市土壤养分空间变异及耕地地力评价研究. 杨凌: 西北农林科技大学硕士学位论文, 2016.
LI S. Study on spatial variability of soil nutrients and quantitative evaluation of cultivated land fertility in Hanzhong. Master Thesis. Yangling: Northwest A & F University, 2016.
- [2] 刘长彦, 徐福利. 陕西省汉中地区水稻生产的问题及对策. 安徽农业科学, 2018, 22(46): 34-37.
LIU C Y, XU F L. Problems and countermeasures of rice production in Hanzhong, Shaanxi Province. Anhui Agricultural Science,

- 2018, 22(46): 34-37.
- [3] 曹卫东, 包兴国, 徐昌旭, 聂军, 高亚军, 耿明建. 中国绿肥科研 60 年回顾与未来展望. *植物营养与肥科学报*, 2017, 23(6): 1450-1461.
CAO W D, BAO X G, XU C X, NIE J, GAO Y J, GENG M J. Reviews and prospects on science and technology of green manure in China in the past 60 years. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2017, 23(6): 1450-1461.
- [4] 曹卫东, 黄鸿翔. 关于我国恢复和发展绿肥若干问题的思考. *中国土壤与肥料*, 2009(4): 1-3.
CAO W D, HUANG H X. Ideas on restoration and development of green manures in China. *Soils and Fertilizers in China*, 2009(4): 1-3.
- [5] 李增强, 张贤, 王建红, 曹凯, 徐昌旭, 曹卫东. 化肥减施对紫云英还田土壤活性有机碳和碳转化酶活性的影响. *植物营养与肥科学报*, 2019, 25(4): 525-534.
LI Z Q, ZHANG X, WANG J H, CAO K, XU C X, CAO W D. Effect of chemical fertilizer reduction with return of Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.) on soil labile organic carbon and carbon conversion enzyme activities. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2019, 25(4): 525-534.
- [6] 鲁艳红, 廖育林, 聂军, 周兴, 谢坚, 杨曾平. 紫云英与尿素或控释尿素配施对双季稻产量及氮钾利用率的影响. *植物营养与肥科学报*, 2017, 23(2): 360-368.
LU Y H, LIAO Y L, NIE J, ZHOU X, XIE J, YANG Z P. Effect of different incorporation of Chinese milk vetch coupled with urea or controlled release urea on yield and nitrogen and potassium nutrient use efficiency in double-cropping rice system. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2017, 23(2): 360-368.
- [7] 林新坚, 曹卫东, 吴一群, 张辉, 邱孝煊, 张伟光, 兰忠明. 紫云英研究进展. *草业科学*, 2011, 28(1): 135-140.
LIN X J, CAO W D, WU Y Q, ZHANG H, QIU X X, ZHANG W G, LAN Z M. Advance in *Astragalus sinicus* research. *Pratacultural Science*, 2011, 28(1): 135-140.
- [8] 夏海林, 康丽春, 王飞, 柯清林, 潘晓华, 周春火. 江西绿肥紫云英的研究. *草业科学*, 2018, 35(11): 2711-2721.
XIA H L, KANG L C, WANG F, KE Q L, PAN X H, ZHOU C H. The research status and prospect of *Astragalus sinicus* as green manure in Jiangxi. *Pratacultural Science*, 2018, 35(11): 2711-2721.
- [9] 张辉, 袁廷茂, 杨秉业, 兰忠明, 吴一群, 张潘丹, 林新坚, 胡如清. 紫云英新品种(系)比较试验. *草业科学*, 2011, 5(10): 1831-1834.
ZHANG H, YUAN T M, YANG B Y, LAN Z M, WU Y Q, ZHANG P D, LIN X J, HU R Q. Comparative test to new species or lines for Chinese milk vetch. *Pratacultural Science*, 2011, 5(10): 1831-1834.
- [10] 李福夺, 尹昌斌. 南方稻区绿肥生态服务功能及生态价值评估研究. *中国生态农业学报*, 2019, 27(2): 327-336.
LI F D, YIN C B. Assessment of the functions and ecological services values of green manure in paddy fields in South China. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2019, 27(2): 327-336.
- [11] 魏云霞, 鲁剑巍, 李小坤, 耿明建, 宋莉, 杨文兵, 李登荣, 汪航, 肖春梅. 湖北省不同双季稻区适宜紫云英品种比较研究. *中国土壤与肥料*, 2012(6): 93-97.
WEI Y X, LU J W, LI X K, GENG M J, SONG L, YANG W B, LI D R, WANG H, XIAO C M. Comparison of different Chinese milk vetch varieties under double rice cropping system of Hubei Province. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2012(6): 93-97.
- [12] 潘福霞. 不同种植技术对紫云英生长及物质养分积累影响的研究. 武汉: 华中农业大学硕士学位论文, 2011.
PAN F X. Effect of planting technique on the growth, yield and nutrients accumulation of Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.). Master Thesis. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2011.
- [13] 潘福霞, 李小坤, 鲁剑巍, 鲁君明, 刘威, 魏云霞, 耿明建, 朱德雄, 曹卫东. 不同品种紫云英在湖北省不同生态区的生长及物质养分积累比较. *中国土壤与肥料*, 2011(6): 64-67.
PAN F X, LI X K, LU J W, LU J M, LIU W, WEI Y X, GENG M J, ZHU D X, CAO W D. Effect of different varieties growth and

- nutrition accumulation. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2011(6): 64-67.
- [14] 谢志坚, 周春火, 贺亚琴, 宋涛, 于洋, 吴佳. 21 世纪我国稻区种植紫云英的研究现状及展望. *草业学报*, 2018, 27(8): 185-196.
XIE Z J, ZHOU C H, HE Y Q, SONG T, YU Y, WU J. A review of *Astragalus sinicus* in paddy fields in south China since 2000s. *Acta Prataculturae Sinica*, 2018, 27(8): 185-196.
- [15] 李忠义, 唐红琴, 何铁光, 张野, 韦彩会, 俞月凤, 李婷婷, 董文斌, 胡钧铭, 王瑾, 蒙炎成. 绿肥作物紫云英研究进展. *热带农业科学*, 2016, 36(11): 27-32.
LI Z Y, TANG H Q, HE T G, ZHANG Y, WEI C H, YU Y F, LI T T, DONG W B, HU J M, WANG J, MENG Y C. Research progress of Chinese Milk Vetch (*Astragalus sinicus*). *Tropical Agricultural Science*, 2016, 36(11): 27-32.
- [16] 王建红, 曹凯, 张贤. 紫云英翻压量对单季晚稻养分吸收和产量的影响. *植物营养与肥料学报*, 2014, 22(1): 156-163.
WANG J H, CAO K, ZHANG X. Effects of incorporation amounts of Chinese milk Vetch on nutrient uptake and yield of single cropping late rice. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2014, 22(1): 156-163.
- [17] 何春梅, 刘彩玲, 王利民, 王飞, 张辉, 曹卫东, 黄毅斌. 紫云英地方种质资源品种比较试验. *热带作物学报*, 2020, 41(3): 441-448.
HE C M, LIU C L, WANG L M, WANG F, ZHANG H, CAO W D, HUANG Y B. Comparative study on local cultivars of *Astragalus sinicus* L. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2020, 41(3): 441-448.
- [18] 刘彩玲, 刘珠, 何春梅, 王飞. 福建稻区紫云英播期及播种量对其产量和养分含量的影响. *福建农业学报*, 2020, 35(4): 443-449.
LIU C L, LIU Z, HE C M, WANG F. Effects of sowing time and seeding rate on yield and quality of Chinese milk vetch in Fujian. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2020, 35(4): 443-449.
- [19] 颜志雷, 方宇, 陈济琛, 王飞, 何春梅, 林新坚. 连年翻压紫云英对稻田土壤养分和微生物学特性的影响. *植物营养与肥料学报*, 2014, 22(5): 1151-1160.
YAN Z L, FANG Y, CHEN J C, WANG F, HE C M, LIN X J. Effect of turning over Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.) on soil nutrients and microbial properties in paddy fields. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2014, 22(5): 1151-1160.
- [20] 刘祥臣, 赵海英, 李本银, 卢兆成, 丰大清, 乔利. 紫云英翻压量和沤田时间对覆膜水稻返青期植株的影响. *中国土壤与肥料*, 2012(3): 90-93.
LIU X C, ZHAO H Y, LI B Y, LU Z C, FENG D Q, QIAO L. Effects of the Chinese milk vetch's amount and retting time in rice regreening plant by covered with plastic film. *Soil and Fertilizer in China*, 2012(3): 90-93.
- [21] 黄卫群, 叶春丽, 郝兴顺, 何沛, 胡晓勇, 席志军. 陕南水稻不同栽培方式的技术特点、利弊及发展建议. *陕西农业科学*, 2017, 63(11): 65-66.
HUANG W Q, YE C L, HAO X S, HE P, HU X Y, XI Z J. Technical characteristics, advantages and disadvantages and development suggestions of different rice cultivation methods in southern Shaanxi. *Shaanxi Agricultural Science*, 2017, 63(11): 65-66.
- [22] 屈发科, 张万春, 马晓丽, 赵芬, 赵强. 汉中水稻产业发展概况及对策. *陕西农业科学*, 2016, 62(9): 82-84.
QU F K, ZHANG W C, MA X L, ZHAO F, ZHAO Q. Development situation and countermeasures of rice industry in Hanzhong. *Shaanxi Agricultural Science*, 2016, 62(9): 82-84.

(责任编辑 魏晓燕)