

播期对毛叶苕子生长发育及产量的影响

韩云飞^{1,2,3,4} 高日平^{1,2,3,4} 任永峰^{2,3,4} 赵沛义^{1,2,3,4}
刘小月^{1,2,3,4} 高宇^{2,3,4} 张鹏^{2,3,4} 梁广荣⁵ 高金龙⁵

(¹ 内蒙古农业大学农学院, 010019, 内蒙古呼和浩特; ² 内蒙古自治区农牧业科学院资源环境与检测技术研究所, 010031, 内蒙古呼和浩特; ³ 内蒙古旱作农业重点实验室, 010031, 内蒙古呼和浩特; ⁴ 农业农村部内蒙古耕地保育科学观测实验站, 011705, 内蒙古呼和浩特; ⁵ 清水河县农牧和科技局, 011600, 内蒙古呼和浩特)

摘 要 针对内蒙古黄土高原毛叶苕子苗情不稳、低产晚熟等问题, 通过连续 2 年田间小区试验, 探究 4 月 10 日 (ST₁)、4 月 20 日 (ST₂)、4 月 30 日 (ST₃) 和 5 月 10 日 (ST₄) 4 个播期下毛叶苕子生育期持续时间、农艺性状、干物质累积和籽粒产量变化规律。结果表明: 播期对毛叶苕子各生育期持续时间及出苗率有显著影响, 不同播期下毛叶苕子株高、单株荚数、单荚粒数和单株根瘤数差异显著, 且干物质积累量呈慢—快—慢增长趋势, 其中均以 ST₂ 播期表现最好; 在产量方面, 2 年均以 ST₂ 处理最高, 为 942.45~1 056.75 kg/hm², 籽粒产量同积温和降水量显著相关, 且积温对产量的影响最大。综上所述, 4 月 20 日播期毛叶苕子能较大幅度适应当地水热条件, 增加单株荚数、单荚粒数和单株根瘤数, 实现稳产高产。4 月 20 日为内蒙古黄土高原毛叶苕子最佳播期。

关键词 播期; 毛叶苕子; 生长发育; 产量

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



内蒙古清水河县地处黄土高原边缘, 属于典型的北方寒旱农业地带, 该地区由于常年种植玉米、谷子和马铃薯等作物, 导致土壤质量下降、养分大量流失及土壤生态环境恶化等问题日趋严重^[1]。毛叶苕子 (*Vicia villosa* Roth) 是一种耐寒、耐旱、耐瘠薄的优质绿肥^[2-3], 种植后可培肥土壤^[4], 降低地表径流, 防止土壤侵蚀^[5], 实现种养结合, 促进农业绿色健康可持续发展。但毛叶苕子茎匍匐蔓生, 易倒伏, 成熟期不一致, 使得产量不稳, 严重限制黄土高原地区毛叶苕子的大面积扩繁。一般来说, 播期对作物产量的影响较大, 调控播期可改善作物对光热资源的利用, 促进绿肥作物生长和营养积累^[7], 适宜的播期既可保证作物正常出苗和壮苗, 又可与当地气候环境条件变化相吻合, 从而达到优质高产的目的^[8]。在阴山北麓改变播期对毛叶苕子籽实产量影响较大^[9]。内蒙古清水河县是国家绿肥产业技术体系中重要的繁种大县, 但目前关于播期对毛叶苕子

农艺性状和产量及积温、降雨对毛叶苕子产量的影响尚无相关研究。鉴于此, 本研究针对毛叶苕子低产和直接经济效益低、难以大面积推广种植等生产问题, 从环境因子角度出发, 探究不同播期下毛叶苕子生育期持续时间、农艺性状、干物质累积和籽粒产量变化规律, 为黄土高原地区毛叶苕子高产栽培提供理论支撑, 为毛叶苕子繁种工作夯实基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2018 年 4 月至 2019 年 8 月在内蒙古呼和浩特市清水河县农牧和科技局良种场 (111°39' E, 39°57' N) 进行, 该区域是典型的黄土高原沟壑区, 旱坡地占 90% 以上, 土壤类型为黄绵土, 气候类型为中温带半干旱大陆性季风气候, 平均海拔 1 374 m, 年均日照时数 2 914 h, 年平均气温 7.1 °C, 无霜期 140 d 左右, 年均降水量 410 mm,

作者简介: 韩云飞, 主要从事旱地作物栽培与生理生态研究, E-mail: ambitieuxhyf@163.com

赵沛义为通信作者, 主要从事旱地作物抗旱丰产栽培技术研究, E-mail: zhpy1972@163.com

基金项目: 国家绿肥产业技术体系建设专项资金 (CARS-22-Z-04); 内蒙古绿肥作物生产与利用创新人才团队项目

收稿日期: 2020-04-10; 修回日期: 2020-07-22; 网络出版日期: 2020-11-16

降雨多集中在7-9月份。试验期间毛叶苕子生育期降水量和气温变化见图1。试验田基础肥力:全氮含量0.58g/kg,有效磷含量5.39mg/kg,速效钾含量102.6mg/kg,有机质含量9.3g/kg,pH值8.29。

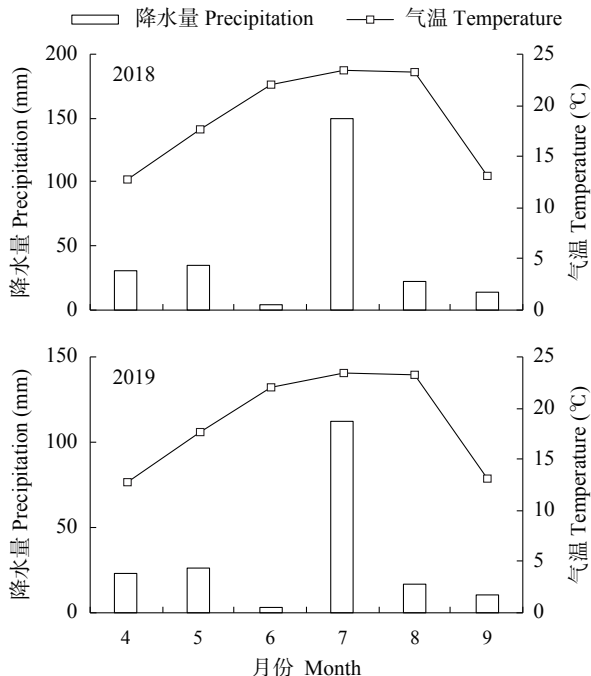


图1 毛叶苕子2018-2019年生长期降水量和温度变化
Fig.1 Precipitation and temperature change during growth period of hairy vetch in 2018-2019

1.2 试验设计

采用完全随机区组设计。设置4个播期处理:ST₁(4月10日)、ST₂(4月20日)、ST₃(4月30日)和ST₄(5月10日),3次重复,小区面积30m²(5m×6m)。毛叶苕子品种为蒙苕1号,由内蒙古自治区农牧业科学院选育。为保证毛叶苕子正常生长发育,施用底肥磷酸二铵(N 18%,P₂O₅ 48%)60kg/hm²,播种时一次性施入,后期不追肥。播前试验地精耕细作后进行机械条播,行距50cm,共10行,播后沿播行轻踩镇压。其他农事操作与当地农民习惯一致,毛叶苕子整个生育期不进行灌溉。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 生育时期观测 根据毛叶苕子生育过程生理及形态特征的变化,将毛叶苕子生育期划分为播种期、苗期、分枝期、现蕾期、盛花期、结荚期和收获期7个生育时期^[10]。从播种第2天开始记录各生育时期的具体日期。在70%的荚果呈黄褐色时收获,其他生育时期划分以50%植株达到此时期生育进程为依据。

1.3.2 出苗率 田间出苗率达50%,即植株进入苗期时开始调查出苗率。每小区随机选取3点,沿种植行取100cm记录出苗数,根据播种量确定基本苗数,计算出苗率。

1.3.3 农艺性状调查 每小区随机选取10株进行农艺性状调查。指标包括株高、茎粗、单株分枝数、单株荚数、单荚粒数和单株根瘤数。

1.3.4 植株干物质积累量 毛叶苕子出苗后,分别于苗期、分枝期、现蕾期、盛花期和收获期测定植株干物质质量。每个生育时期每小区随机选取3处长势均匀、生育进程一致样点取样,取样面积为1m²,将叶片和茎秆在105℃下杀青0.5h,80℃烘12h至恒重后称重。

1.3.5 产量 在毛叶苕子70%荚果成熟时收获测产。每小区随机选取5处长势均匀、生育进程一致样点取样,取样面积为1m²,将所取样品带回室内脱粒,称重。

1.4 数据分析

应用Microsoft Excel 2010和SPSS 25.0软件进行数据处理、绘图和显著性分析。

2 结果与分析

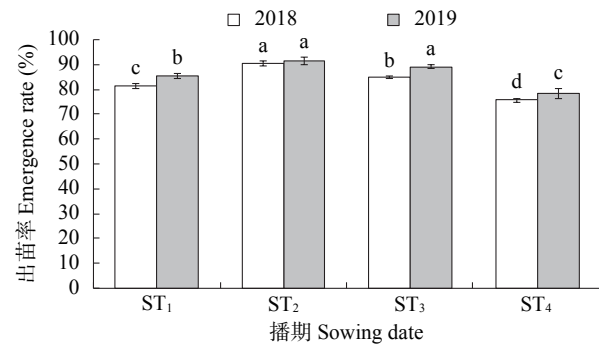
2.1 播期对毛叶苕子生育期和出苗率的影响

由表1可知,不同播期处理对毛叶苕子生育期持续时间的影响在不同年际间变化趋势一致,随着播期的推迟,生育期持续时间相应缩短。毛叶苕子整个生育期经历日数差异较大的时期为播种期—苗期和结荚期—收获期。在播种期—苗期阶段,2018和2019年经历天数分别为ST₂>ST₁>ST₃>ST₄、ST₂>ST₃>ST₄>ST₁;结荚期—收获期持续时间,2018和2019年均表现为ST₁>ST₂>ST₃>ST₄,即早播长于晚播。

由图2可知,2018和2019年ST₂处理的出苗率最高,分别为90.6%和91.9%。2018年ST₂处理出苗率分别较ST₁、ST₃和ST₄处理显著提高11.0%、6.5%和19.5%,2019年ST₂处理出苗率分别较ST₁和ST₄处理显著提高7.3%和16.9%。综上所述,播种太早或太晚均会影响毛叶苕子的出苗和成熟,随着播期的推迟出苗率呈下降趋势,生育期持续时间会相应缩短,适当早播有利于植株的形态建成和营养累积,从而为后期籽粒产量形成奠定基础。

表 1 不同播期毛叶苕子生育期及持续时间
Table 1 Growth period and duration of hairy vetch at different sowing dates

年份	处理 Treatment	播种期 Sowing date	苗期 Seedling stage	分枝期 Branch stage	现蕾期 Budding stage	盛花期 Full flowering stage	结荚期 Podding stage	收获期 Harvest stage	生育期 Growth period (d)
2018	ST ₁	04/10	04/24	05/12	06/04	06/15	06/30	07/30	111
	ST ₂	04/20	05/05	05/22	06/14	06/25	07/09	08/05	107
	ST ₃	04/30	05/12	05/28	06/17	06/28	07/13	08/07	99
	ST ₄	05/10	05/20	06/04	06/24	07/05	07/19	08/09	91
2019	ST ₁	04/10	04/24	05/12	06/05	06/16	07/02	08/06	114
	ST ₂	04/20	05/05	05/22	06/16	06/26	07/11	08/10	112
	ST ₃	04/30	05/13	05/29	06/21	07/01	07/16	08/11	103
	ST ₄	05/10	05/21	05/26	06/17	06/27	07/11	08/02	94



不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著，下同
Different lowercase letters indicate significant differences at the 0.05 level, the same below

图 2 不同播期毛叶苕子出苗率

Fig.2 Emergence rates of hairy vetch at different sowing dates

2.2 播期对毛叶苕子农艺性状影响

由表 2 可知，不同播期对毛叶苕子的株高、茎粗、单株分枝数、单株荚数、单荚粒数和单株根瘤数的影响在 2018 和 2019 年的变化趋势一致。随着播期的推迟，毛叶苕子各农艺性状指标均呈下降趋势，除单株分枝数外的其他指标均表现为 ST₂ 处理

最优。2018 年 ST₂ 处理株高分别较 ST₁、ST₃ 和 ST₄ 处理显著提高 4.8%、8.7% 和 16.6%，2019 年分别显著提高 4.9%、15.4% 和 24.2%；2018 年 ST₂ 处理单株荚数分别较 ST₁、ST₃ 和 ST₄ 处理显著提高 8.5%、26.8% 和 52.8%，2019 年分别显著提高 9.6%、21.0% 和 45.4%；就单株根瘤数来看，2018 年 ST₂ 处理的单株根瘤数分别较 ST₁、ST₃ 和 ST₄ 显著提高了 31.7%、100.7% 和 215.4%，2019 年分别显著提高 39.0%、145.1% 和 231.2%。2018 和 2019 年的单株分枝数均表现为 ST₁>ST₂≈ST₃>ST₄，ST₁ 处理较 ST₄ 处理分别显著提高 125.0% 和 144.4%。ST₁ 处理的单株分枝数最多，可能由于早播植株接受的光热水资源较多，贪青徒长，导致分枝较多。2018 和 2019 年的单荚粒数都表现为 ST₂>ST₃>ST₁=ST₄，ST₁ 和 ST₄ 处理的单荚粒数均显著低于 ST₂ 和 ST₃ 处理，说明早播或晚播均会降低毛叶苕子的单荚粒数，选择适宜的播期是保证植株产量的前提。

表 2 不同播期下毛叶苕子的农艺性状
Table 2 Agronomic characters of hairy vetch at different sowing dates

年份 Year	处理 Treatment	株高 Plant height (cm)	茎粗 Stem diameter (cm)	单株分枝数 Branches per plant	单株荚数 Pods per plant	单荚粒数 Seeds per pod	单株根瘤数 Root nodules per plant
2018	ST ₁	140.7±2.5b	0.30±0.02a	9.00±0.7a	205.00±6.8b	2.00±0.1c	20.50±0.9b
	ST ₂	147.5±3.4a	0.32±0.01a	6.50±0.9b	222.50±7.5a	3.50±0.2a	27.00±1.8a
	ST ₃	135.7±2.8c	0.31±0.05a	7.00±0.6b	175.50±5.7c	3.00±0.1b	13.45±1.2c
	ST ₄	126.5±4.2d	0.30±0.03a	4.00±0.5c	145.60±8.6d	2.00±0.3c	8.56±0.7d
2019	ST ₁	143.5±3.3b	0.32±0.01a	11.00±0.7a	215.00±8.2b	2.50±0.2c	22.30±2.0b
	ST ₂	150.6±5.0a	0.34±0.02a	8.50±0.8b	235.60±6.9a	4.00±0.1a	31.00±2.2a
	ST ₃	130.5±2.9c	0.31±0.06a	7.50±0.7b	194.70±6.6c	3.50±0.4b	12.65±1.0c
	ST ₄	121.3±4.1d	0.30±0.01a	4.50±0.6c	162.00±8.7d	2.50±0.2c	9.36±0.7d

注：同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著，下同
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level, the same below

综合两年数据，毛叶苕子株高与单株荚数和单株根瘤数呈显著正相关，单株荚数与单株根瘤数呈显著正相关（表 3）。

综上所述，播期对毛叶苕子农艺性状的影响很

表 3 不同播期毛叶苕子农艺性状相关性矩阵
Table 3 Correlation matrix of agronomic characters of hairy vetch at different sowing dates

年份 Year	处理 Treatment	株高 Plant height (cm)	茎粗 Stem diameter (cm)	单株分枝数 Branches per plant	单株荚数 Pods per plant	单荚粒数 Seeds per pod	单株根瘤数 Root nodules per plant
2018	株高 Plant height	1					
	茎粗 Stem diameter	0.705	1				
	单株分枝数 Branches per plant	0.633	0.021	1			
	单株荚数 Pods per plant	0.991**	0.608	0.684	1		
	单荚粒数 Seeds per pod	0.651	0.986*	0.041	0.544	1	
	单株根瘤数 Root nodules per plant	0.982*	0.661	0.560	0.987*	0.578	1
2019	株高 Plant height	1					
	茎粗 Stem diameter	0.962*	1				
	单株分枝数 Branches per plant	0.797	0.608	1			
	单株荚数 Pods per plant	0.987*	0.960*	0.788	1		
	单荚粒数 Seeds per pod	0.516	0.683	0.093	0.617	1	
	单株根瘤数 Root nodules per plant	0.979*	0.985*	0.667	0.952*	0.548	1

注：* 和 ** 分别代表 0.05 和 0.01 水平显著和极显著相关
Note: * and ** indicate significant and extremely significant correlation at 0.05 and 0.01 levels, respectively

大，4 月 20 日（ST₂）播种可显著提高毛叶苕子的株高、单株荚数、单荚粒数和单株根瘤数。毛叶苕子株高与单株荚数，株高、单荚粒数与茎粗之间，单株根瘤数与单株荚数、株高之间存在正相关关系，揭示了各农艺性状之间存在的内在联系，保持这种相关关系的平衡是保证毛叶苕子正常生长发育

的基础。

2.3 播期对毛叶苕子干物质积累的影响

结合 2018 和 2019 年数据（图 3），在整个生育期，干物质的积累速率呈慢—快—慢的趋势。各处理苗期至收获期干物质积累量呈增加趋势，且在盛花期—结荚期的增长速率最大，在结荚期—收获期

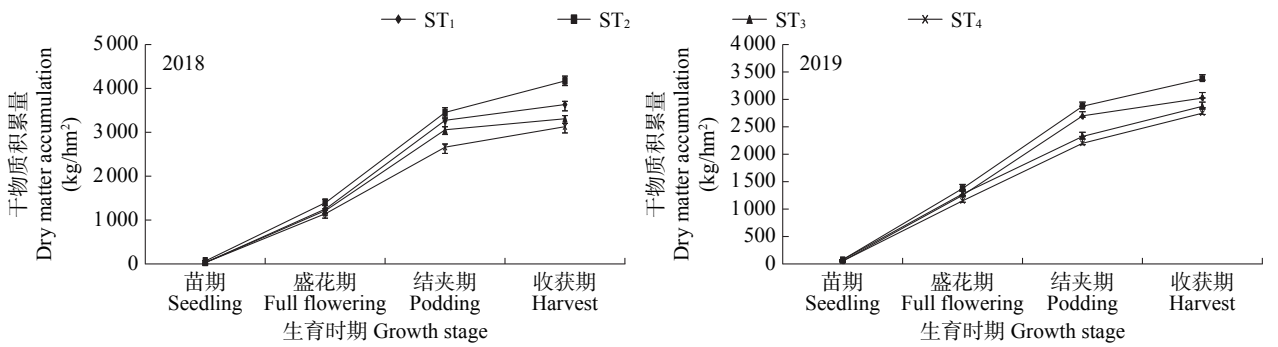


图 3 不同播期下毛叶苕子干物质积累动态
Fig.3 Dynamics of dry matter accumulation of hairy vetch at different sowing dates

增长速率下降，收获期达到峰值。

由表 4 可知，2018 和 2019 年在苗期不同处理间，干物质积累量均表现为 ST₂ 处理最高，2018 年 ST₂ 处理干物质积累量分别较 ST₁、ST₃ 和 ST₄ 处理显著增加 20.2%、8.6% 和 58.3%，2019 年 ST₂ 处理干物质积累量分别较 ST₁ 和 ST₄ 处理显著增加 14.9% 和 40.9%。2018 和 2019 年盛花期各处理干物质积累量均表现为 ST₂>ST₁≈ST₃>ST₄，2018 年 ST₂ 较 ST₁、ST₃ 和 ST₄ 干物质积累量分别显著增加 11.0%、13.0% 和 21.4%，2019 年分别显著增加 8.2%、7.9% 和 19.2%，其中 ST₁ 和 ST₃ 间无显著性差异，说明在 4 月 20 日（ST₂）播种对毛叶苕子盛花期干物质积累影响不大。2018 和 2019 年结荚期干物质积累量均表现为 ST₂>ST₁>ST₃>ST₄，

2018 年 ST₂ 分别较 ST₁、ST₃ 和 ST₄ 显著增加 7.0%、13.7% 和 31.8%，2019 年分别显著增加 6.9%、23.9% 和 31.3%。2018 和 2019 年收获期各处理间差异性与结荚期一致，2018 年 ST₂ 干物质积累量分别较 ST₁、ST₃ 和 ST₄ 显著增加 15.7%、26.2% 和 34.3%，2019 年分别显著增加 11.3%、17.7% 和 22.9%。综上所述，在各个生育时期不同播期处理下毛叶苕子干物质积累量 ST₂ 处理表现优于其他处理。

表 4 播期对毛叶苕子干物质积累量的影响
Table 4 Effects of sowing date on dry matter accumulation of hairy vetch kg/hm²

年份 Year	处理 Treatment	苗期 Seedling stage	盛花期 Full flowering stage	结荚期 Podding stage	收获期 Harvest stage
2018	ST ₁	50.38±8.7c	1 135.38±35.5b	2 917.93±55.7b	3 248.25±103.4b
	ST ₂	60.54±9.5a	1 260.65±43.6a	3 121.67±78.4a	3 759.75±111.3a
	ST ₃	55.76±11.4b	1 115.95±36.7b	2 746.25±86.5c	2 979.75±97.5c
	ST ₄	38.25±10.7d	1 038.34±40.0c	2 368.55±101d	2 799.75±97.4d
2019	ST ₁	45.86±11.6b	1 254.45±32.9b	2 688.84±86.5b	3 026.40±123.4b
	ST ₂	52.68±8.5a	1 357.64±45.0a	2 875.30±89.4a	3 367.05±100.7a
	ST ₃	50.45±7.7a	1 258.35±48.9b	2 320.00±68.8c	2 859.75±96.3c
	ST ₄	37.40±10.0c	1 138.76±37.6c	2 189.75±98.4d	2 740.20±89.6d

2.4 播期对毛叶苕子籽粒产量的影响

由图 4 可知，不同年际间毛叶苕子的籽粒产量受播期影响较大，随着播期的推迟籽粒产量先升高后下降，且不同播期处理间差异显著。2018 和 2019 年均表现为 ST₂ 处理最高，分别为 1 056.75 和 942.45kg/hm²；其次为 ST₁、ST₃ 处理；ST₄ 处理籽粒产量最低，分别为 640.20 和 697.95kg/hm²。ST₂ 处

理较 ST₄ 处理显著增加 65.0% 和 35.0%，说明早播和晚播均会显著降低籽粒产量，选择适宜播期对实现毛叶苕子高产栽培尤为重要。

2.5 毛叶苕子籽粒产量与积温及降雨量的相关性分析

毛叶苕子籽粒产量与生育期积温和降雨量的多元回归分析结果（图 5）表明，2018 和 2019 年全生育期积温与毛叶苕子产量都呈显著相关（0.9754*，0.8186*），积温（x₁）与籽粒产量（y）的线性回归方程分别为 y=2.3632x₁-3745.8 和 y=0.4932x₁-178.88，显示随着生育期积温的累积植株产量会相应增加，且 2018 年毛叶苕子籽粒产量受积温影响较 2019 年大。2018 年毛叶苕子全生育期降雨量与籽粒产量之间无直接相关关系（0.0002），而 2019 年二者呈显著相关关系（0.8748*），降雨量（x₂）与籽粒产量（y）的线性回归方程分别为 y=0.5653x₂+760.78 和 y=3.0586x₂+147.67。总体来看，积温和降雨量是毛

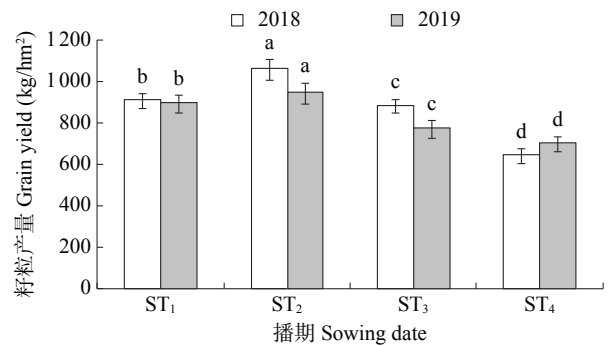


图 4 播期对毛叶苕子籽粒产量的影响
Fig.4 Effects of sowing dates on grain yields of hairy vetch

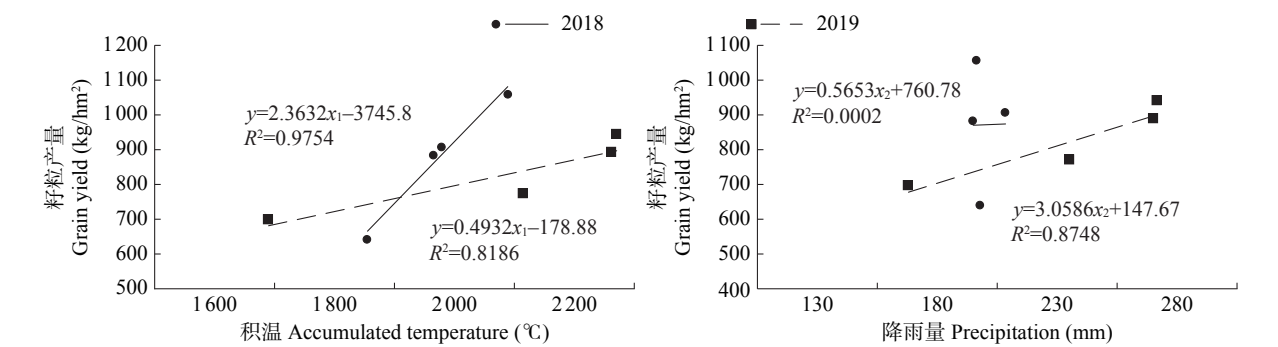


图 5 毛叶苕子籽粒产量与生育期积温和降雨量回归分析
Fig.5 Regression analysis of the grain yield of hairy vetch and the accumulated temperature and precipitation during the growth period

叶苕子生长过程中的限制因子,籽粒产量在不同年际间受积温、降雨量影响的水平不同,满足毛叶苕子在不同生育时期所处的水热条件是保证其高产的必要条件。

3 讨论

3.1 播期对毛叶苕子生育期持续时间、出苗率及干物质质量的影响

针对不同作物选择适宜播期对作物高产高效栽培尤为重要^[11],不同播期会对生育时期、干物质累积及出苗率产生影响。相关研究表明,随着春夏气温的上升,推迟播期会明显缩短植株的生育天数^[12],这与本研究结果一致。本研究结果表明,受不同播期影响最明显的生育时期分别为播种期—苗期和结荚期—收获期两个阶段,这两个阶段受温度变化的影响最大,是毛叶苕子取得高产的重要阶段,这与郑洪建等^[13]对玉米品种生长发育研究的结果一致。播期对植株的干物质分配与转运有重要的调控作用^[14],作物籽粒产量与干物质积累密切相关,通常干物质积累越多,籽粒产量也就越高^[15]。吕新等^[16]研究表明,不同生态条件下玉米的干物质积累速率均呈慢—快—慢生长模式,在作物成熟后干物质积累量达到峰值,这与本研究结果类似。在本试验中,在毛叶苕子苗期—盛花期阶段,2019年干物质质量较2018年高,在结荚期—收获期发生突变,这可能由于毛叶苕子结荚期降水太多,不利于干物质向籽粒转运所致,其转运机制有待深入研究。本试验结果表明,推迟播期后出苗率会下降,这与夏光利等^[17]研究结果一致,但在不同年际间表现不一致,2019年毛叶苕子的出苗率高于2018年,这可能是由于2019年播种至苗期阶段的降雨量比2018年高,有利于出苗。

3.2 播期对毛叶苕子农艺性状的影响

播期对小麦的生长指标影响显著^[18]。本试验中,随着播期的推迟,毛叶苕子的株高、主茎节数、主茎分枝数和单株荚数等农艺性状指标呈逐渐降低趋势,且不同处理间差异明显。这与李树臣等^[19]和魏云山等^[20]研究结果相似。刘春增等^[21]研究表明,不同播期的紫云英盛花期分枝数已无明显差异,但在本试验中毛叶苕子盛花期的分枝数在早播和晚播处理下差异显著,早播(ST₁)较晚播(ST₂)单株分枝数显著增加55.65%~59.10%,这可能是由于毛

叶苕子同紫云英相比花期更长,在同一生育期内营养生长和生殖生长并进,最终导致早播较晚播处理分枝数增多。此外,本试验研究表明,推迟播期会降低毛叶苕子的主根结瘤能力,根瘤数会减少;毛叶苕子的各农艺性状间存在不同水平正相关关系,这与张晓明等^[22]和张晓龙等^[23]研究结果相似。

3.3 播期气候因子对毛叶苕子籽粒产量的影响

温度、光照等生态因子是影响农业生产的关键因素,直接或间接影响作物的生命活动,最终影响产量的形成^[24]。产量与积温和降水量的关系均呈正相关,但降水量与产量的相关系数较小^[25-26],本试验研究结果与其基本一致。在本试验中,2018年毛叶苕子籽粒产量较2019年高,且2019年降水量与毛叶苕子籽粒产量的相关关系很大,是因为在2019年毛叶苕子生长后期降雨较2018年增多,温度升高,营养体生长迅速,使得毛叶苕子至收获期仍不断花,导致干物质不能集中向籽粒转运,最终影响了产量形成。总之,积温与降水量共同影响植株的生育进程,只有选择适宜的播期,植株才能在所处生态环境中正常生长。

4 结论

播期显著影响毛叶苕子生长发育进程,随着播期的推迟,毛叶苕子各农艺性状指标、生育期持续时间和干物质积累量在不同年际间变化规律一致,均呈下降趋势。不同播期下毛叶苕子产量差异显著,不同年际均以4月20日(ST₂)播期表现最好,年平均籽粒产量在942.45~1056.75kg/hm²之间,结合环境因子分析发现积温对毛叶苕子产量的影响最大。综上所述,在内蒙古黄土高原地区种植毛叶苕子的适宜播期为4月20日。

参考文献

- [1]刘国彬,王兵,卫伟,等.黄土高原水土流失综合治理技术及示范.生态学报,2016,36(22):7074-7077.
- [2]陈士平.论绿肥在现代化农业生态系统中的地位.土壤通报,1980(1):35-40.
- [3]谢树果,韩文斌,冯文强,等.豆科绿肥对四川丘陵旱地作物的产量及经济效益初探.中国土壤与肥料,2010(5):82-85.
- [4]田光兰,张晓琦,葛亚龙,等.豆科植物毛苕子在农牧业应用现状.农业工程技术(农产品加工业),2014(3):37.
- [5]Anugroho F, Kitou M, Nagumo F, et al. Potential growth of hairy vetch as a winter legume cover crop in subtropical soil conditions. Soil Science and Plant Nutrition, 2010, 56(2):254-262.
- [6]Shepherd M A, Webb J. Effects of overwinter cover on nitrate loss and drainage from a sandy soil: consequences for water management. Soil Use and Management, 1999, 15(2):109-116.
- [7]孙启忠,桂荣,韩建国.赤峰地区敖汉苜蓿冻害及其防御技术.草

- 地学报, 2001(1): 50-57.
- [8]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.
- [9]范霞, 段玉, 段海燕, 等. 播种期、播种量和肥料用量对毛叶苕子产草量及籽实产量的影响. 内蒙古农业科技, 2012(6): 60-61, 69.
- [10]韩梅, 张宏亮, 郭石生, 等. 不同绿肥毛苕子品种农艺性状评价. 广东农业科学, 2012, 39(16): 21-23.
- [11]杨玉敏, 庞良玉, 张庆玉, 等. 川中丘陵区不同播期和播种量对光叶紫花苕草生产的影响. 西南农业学报, 2011, 24(3): 882-887.
- [12]景宇鹏, 段玉, 张君, 等. 播期对阴山北麓干旱半干旱区华油杂 62 生长及养分吸收的影响. 中国农业科技导报, 2019, 21(9): 111-116.
- [13]郑洪建, 董树亭, 郭玉秋, 等. 生态因素对不同类型玉米品种生长特性的影响. 华北农学报, 2002(1): 25-29.
- [14]豆攀, 李孝东, 孔凡磊, 等. 播期对川中丘区玉米干物质积累与产量的影响. 中国生态农业学报, 2017, 25(2): 221-229.
- [15]黄振喜, 王永军, 王空军, 等. 产量 15000 kg·ha⁻¹ 以上夏玉米灌浆期间的的光合特性. 中国农业科学, 2007(9): 1898-1906.
- [16]吕新, 白萍, 张伟, 等. 不同播期对玉米干物质积累的影响及分析. 石河子大学学报 (自然科学版), 2004(4): 285-288.
- [17]夏光利, 董浩, 毕军, 等. 播期对两种桃园绿肥生长及养分积累特性的影响. 山东农业科学, 2016, 48(7): 95-98.
- [18]刘万代, 杜沛鑫, 尹钧, 等. 播期对豫麦 49-198 群体质量和产量性状的影响. 江西农业学报, 2009, 21(5): 7-9.
- [19]李树臣, 陈学珍, 谢皓, 等. 不同播期对夏播大豆产量及农艺性状的影响. 北京农学院学报, 2003(4): 266-269.
- [20]魏云山, 林在隆, 周学超, 等. 旱区不同播期绿豆群体生长及产量动态分析. 作物杂志, 2017(2): 109-113.
- [21]刘春增, 吕玉虎, 李本银, 等. 不同播期对紫云英“信紫 1 号”生长状况、产量及养分积累的影响. 中国土壤与肥料, 2018(1): 127-133.
- [22]张晓明, 郝保平, 张鑫, 等. 缩节胺对毛叶苕子生长及籽粒产量的影响. 山西农业科学, 2017, 45(10): 1627-1630.
- [23]张晓龙, 何俊龙, 宋海星, 等. 播期、密度和施肥量对直播油菜重要农艺性状与产量的影响. 中国土壤与肥料, 2014(5): 70-74.
- [24]王永刚. 播期与刈割期对不同品种燕麦产量及品质的影响. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2019.
- [25]赵建武, 白文斌, 刘贵锋, 等. 不同播期、积温、降水量对高粱农艺性状形成及产量的影响. 农学学报, 2014, 4(4): 1-4, 37.
- [26]张钦, 于恩江, 林海波, 等. 连续种植不同绿肥作物耕层的土壤团聚体特征. 西南农业学报, 2019, 32(1): 148-153.

Effects of Sowing Dates on Growth and Yield of Hairy Vetch

Han Yunfei^{1,2,3,4}, Gao Riping^{1,2,3,4}, Ren Yongfeng^{2,3,4}, Zhao Peiyi^{1,2,3,4}, Liu Xiaoyue^{1,2,3,4},
Gao Yu^{2,3,4}, Zhang Peng^{2,3,4}, Liang Guangrong⁵, Gao Jinlong⁵

(¹College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, Inner Mongolia, China; ²Institute of Resources, Environment and Testing Technology Sciences, Inner Mongolia Academy of Agriculture and Animal Husbandry, Hohhot 010031, Inner Mongolia, China; ³Inner Mongolia Key Laboratory of Dryland Farming, Hohhot 010031, Inner Mongolia, China; ⁴Inner Mongolia Agricultural Conservation Scientific Observation Laboratory Station of Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Hohhot 011705, Inner Mongolia, China; ⁵Agriculture Animal Husbandry Science and Technology Bureau of Qingshuihe County, Hohhot 011600, Inner Mongolia, China)

Abstract To solve practical problems such as unstable seedling condition, low yield and late ripening of hairy vetch on the Loess Plateau of Inner Mongolia, a field plot research with four sowing dates was designed. The four sowing dates were April 10th (ST₁), April 20th (ST₂), April 30th (ST₃) and May 10th (ST₄). The research explored the changes of different sowing dates on growth duration, agronomic characters, dry matter accumulation and grain yield of hairy vetch. Through the field plot experiment for two consecutive years, the results showed that the sowing date had a significant effect on the duration of each growth period and seedling emergence rate of hairy vetch. There were significant differences in plant height, pods per plant, seeds per plant and root nodules per plant under different sowing dates. Dry matter accumulation showed a slow-fast-slow growth trend. Among them, ST₂ sowing had the best performance. In terms of yield, ST₂ treatment was the highest in both years, which was 942.45-1 056.75 kg/ha. The formation of grain yield was significantly related to accumulated temperature and precipitation, and the accumulated temperature had the greatest effect on grain yield. To sum up, Sowing hairy vetch on April 20th could adapt to local hydrothermal conditions to a large extent, increased the number of pods per plant, seeds per plant and root nodules per plant, and achieve stable and high yield. It is suggested that suitable sowing date for hairy vetch planting in the Loess Plateau of Inner Mongolia should be on April 20th.

Key words Sowing date; Hairy vetch; Growth and development; Yield