

# 不同播期对华北地区二月兰生长及养分吸收的影响

刘佳<sup>1</sup>, 张杰<sup>2</sup>, 秦文婧<sup>1</sup>, 徐昌旭<sup>1\*</sup>, 志水胜好<sup>3</sup>, 曹卫东<sup>4,5\*</sup>

- (1. 江西省农业科学院土壤肥料与资源环境研究所, 江西 南昌 330200;  
2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081; 3. 鹿儿岛大学农学部, 鹿儿岛 日本 890-0065;  
4. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所/农业部植物营养与肥料重点实验室, 北京 100081;  
5. 青海大学, 青海 西宁 810016)

**摘要:** 通过小区试验研究了华北地区不同播期对二月兰 (*Orychophragmus violaceus*) 生长发育、养分吸收和产量的影响。结果表明, 播期推迟会造成二月兰的出苗数、越冬数、养分累积量和产量下降, 以9月14日播种为最高, 其鲜草产量达到20 925 kg/hm<sup>2</sup>, 氮、磷、钾累积量分别达到51.59、6.95和93.44 kg/hm<sup>2</sup>, 种子产量达到667 kg/hm<sup>2</sup>; 但植株的氮、磷含量有随播期推迟而上升的趋势。播期推迟会导致二月兰生育期延迟, 表现为收获时二月兰秸秆和种子的含水量增加。本试验条件下, 综合考虑二月兰在华北地区的最适播期为9月14日。

**关键词:** 二月兰; 播期; 产量; 养分含量; 养分累积量

**中图分类号:** S55; S142

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-6257 (2015) 04-0118-05

近年来华北地区冬小麦的种植面积大幅萎缩, 传统的冬小麦-夏玉米两熟制向一季春玉米制演变的趋势明显, 导致华北地区出现了大面积的冬季休闲地。据调查, 仅京津两地及相邻的保定、张家口、承德、廊坊4市, 冬季休闲土地的面积就已达近200万hm<sup>2</sup>, 冬闲时间长达半年以上。如此大面积和长时间的休闲, 一方面造成了光、热、水、土等自然资源的浪费, 另一方面由于长时间缺少地面覆盖, 加之北方地区冬春季节大风天气较多, 也给当地的生态环境造成了恶劣影响。

二月兰 (*Orychophragmus violaceus*) 又名诸葛菜, 为十字花科诸葛菜属越年生草本植物, 是一种集油料、菜用、保健、饲用和观赏为一身的优良植物<sup>[1-2]</sup>, 具有较强的抗寒、耐旱能力。已有研究表明, 二月兰在华北地区可安全越冬, 返青后快速生长并迅速覆盖地面, 在次年4月达到盛花期, 此时二月兰鲜嫩多汁, 可翻压用作绿肥; 6月二月兰成熟, 可收获籽粒<sup>[3-4]</sup>。将二月兰用作绿肥作物, 可

达到培肥土壤、防风固沙、净化环境等目的, 而将二月兰用作油料作物、观赏花卉、蔬菜、饲料等也具有很高的经济价值和广阔的开发前景。二月兰要获得高产, 合理的播期选择十分重要。播期作为种植技术的一个重要因素, 显著影响作物的出苗<sup>[5]</sup>、越冬<sup>[6]</sup>、生长发育<sup>[7]</sup>、物质积累<sup>[8]</sup>、养分吸收<sup>[9]</sup>和产品质量<sup>[10]</sup>等各个方面。而且, 不论是将二月兰用作绿肥翻压还是用于收获种子, 都应使其生育期与主作物合理衔接。但目前未见有关二月兰播期的研究报道, 因此本文以华北地区春玉米收获时间为依据设置不同播期处理, 研究播期对二月兰生长发育、养分吸收及产量的影响, 以期对二月兰在华北地区的适期播种和科学利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验安排在中国农业科学院廊坊万庄试验基地, 约位于E116°35'、N39°34'。廊坊市位于河北省中部偏东, 与北京市、天津市毗邻, 其气候特点及种植制度与京津类似, 属暖温带大陆性季风气候, 年平均气温为11.9℃, 年平均日照时数在2 660 h左右, 无霜期为183 d左右, 年降水量为554.9 mm, 6~8月降水量可达全年总降水量的70%~80%。

### 1.2 供试土壤基本理化性质

试验地土壤类型为砂质潮土, 试验开展前为撂

收稿日期: 2014-07-18; 最后修订日期: 2014-08-05

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(200803029, 201103 005); 江西省农业科学院创新基金(青年基金)项目(2012CQN 002)。

作者简介: 刘佳(1984-), 男, 安徽六安人, 硕士, 助理研究员, 主要从事绿肥利用及农业环境研究。E-mail: liujia422@126.com。

通讯作者: 曹卫东, E-mail: caoweidong@caas.cn; 徐昌旭, E-mail: changxux@sina.com。

荒地。土壤的基本理化性质见表 1。

表 1 供试土壤基本理化性质

| pH 值 | 有机质    | 全氮   | 碱解氮  | 有效磷            | 速效钾  | 阳离子交换量<br>(cmol/kg) |
|------|--------|------|------|----------------|------|---------------------|
|      | (g/kg) |      |      | (P)<br>(mg/kg) | (K)  |                     |
| 8.39 | 4.16   | 0.34 | 17.6 | 4.20           | 73.0 | 10.6                |

### 1.3 试验设计

试验结合京津冀地区春玉米收获的时间设置了 4 个播期, 分别为 2008 年 9 月 14 日、9 月 22 日、10 月 1 日和 10 月 8 日。小区面积  $2\text{ m} \times 2\text{ m} = 4\text{ m}^2$ , 重复 4 次, 随机区组排列。

二月兰播种量为  $2\text{ g/m}^2$ , 条播, 行距 15 cm, 每小区播种 12 行。施肥量为  $\text{N } 90\text{ kg/hm}^2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 45\text{ kg/hm}^2$ ,  $\text{K}_2\text{O } 45\text{ kg/hm}^2$ 。播种前, 结合整地施入全部磷、钾肥和 50% 氮肥用作基肥, 剩下的 50% 氮肥在二月兰抽薹期用作薹肥。氮、磷、钾肥分别为尿素 (N 46%)、过磷酸钙 ( $\text{P}_2\text{O}_5$  12%) 和硫酸钾 ( $\text{K}_2\text{O } 50\%$ )。

### 1.4 调查项目及测定方法

各小区随机选取 2 个播种行, 在越冬前 (2008 年 11 月 5 日) 调查出苗数, 在春季返青期 (2009 年 3 月 28 日) 调查越冬苗数。

在二月兰的盛花期 (2009 年 4 月 17 日) 每小区收割长势相对均匀的 2 行鲜草, 称地上部鲜重, 然后  $105^\circ\text{C}$  杀青 0.5 h,  $80^\circ\text{C}$  烘干后称干重。在二月兰的成熟期 (2009 年 6 月 3 日) 收获各小区剩余 10 行二月兰, 实收计产, 统计种子、秸秆产量。按常规分析方法<sup>[11]</sup>测定植株及籽粒的氮、磷 (P)、钾 (K) 含量, 考察籽粒千粒重等指标。

### 1.5 数据处理

试验数据用 Excel 2003、SPSS 16.0 等软件进行统计分析, Origin 8.0 进行作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同播期对二月兰出苗数和越冬数的影响

图 1 反映的是不同播期对二月兰冬前 (2008 年 11 月 5 日) 出苗数和春季 (2009 年 3 月 28 日) 越

冬数的影响。可以看出, 随着播期的推迟, 二月兰的出苗数和越冬数都呈逐渐下降趋势。按播期先后顺序, 4 个播期的出苗数依次为 411 (a)、371 (a)、315 (b) 和 117 株/ $\text{m}^2$  (c) (注: 不同字母表示 5% 水平下差异显著, 下同)。10 月 8 日播种的出苗数仅相当于 9 月 14 日的 28.33%。就越冬数而言, 4 个播期的越冬数依次为 370 (a)、291 (b)、140 (c) 和 29 株/ $\text{m}^2$  (d), 与各自出苗数相比都有所下降, 降幅分别为 10.09%、21.56%、55.51% 和 75.32%。其中, 9 月 22 日、10 月 1 日和 10 月 8 日的 3 个播期越冬数相对于各自出苗数均显著降低 ( $P < 0.05$ )。

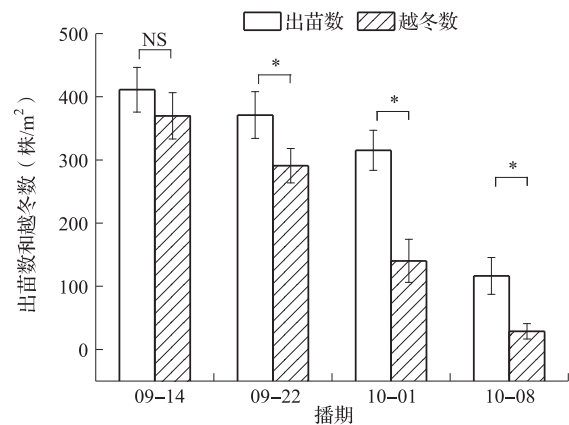


图 1 不同播期对二月兰出苗数和越冬数的影响

注: \* 表示在 5% 水平下差异显著; NS 表示无显著差异。

### 2.2 不同播期对二月兰盛花期产草量的影响

盛花期 (2009 年 4 月 17 日) 产草量是衡量二月兰翻压用作绿肥效果的重要指标。从表 2 可以看出, 不论是鲜草产量还是干草产量, 都随着播期的推迟而降低, 并且各处理间差异显著。其中鲜草产量以 9 月 14 日播种为最高, 达到  $20\ 925\text{ kg/hm}^2$ ; 10 月后播种鲜草产量大幅下降, 10 月 1 日和 10 月 8 日播种的鲜草产量与 9 月 14 日相比分别下降了 63.92% 和 89.49%。干草产量也有类似的变化规律。二月兰鲜草的含水量随播期推迟有增加趋势, 但变化幅度较小, 各播期的含水量均大于 85%, 不会影响二月兰翻压后的腐解效果。

表 2 不同播期对二月兰盛花期产草量的影响

| 播期    | 鲜草产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 相对产量 (%) | 干草产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 相对产量 (%) | 鲜草含水量 (%)      |
|-------|----------------------------|----------|----------------------------|----------|----------------|
| 09-14 | 20 925 ± 1 420 a           | 100.00   | 2 915 ± 244 a              | 100.00   | 86.06 ± 0.97 b |
| 09-22 | 16 744 ± 2 882 b           | 80.02    | 2 028 ± 181 b              | 69.54    | 87.77 ± 1.00 a |
| 10-01 | 7 550 ± 2 072 c            | 36.08    | 884 ± 251 c                | 30.32    | 88.32 ± 0.82 a |
| 10-08 | 2 200 ± 1 098 d            | 10.51    | 269 ± 155 d                | 9.23     | 88.08 ± 0.90 a |

### 2.3 不同播期对二月兰盛花期养分含量和累积量的影响

推迟播期对二月兰的养分含量和累积量会产生一定影响(表3)。就养分含量而言,随着播期的推迟,二月兰的氮、磷含量均呈逐渐上升的趋势,并且各处理间差异显著。9月14日播种的植株氮、磷含量分别为1.72%和0.23%,与之相比后3个播期的氮含量依次增加了47.23%、91.34%和129.44%,磷含量依次增加了52.38%、91.18%和145.31%。这可能是因为推迟播期造成二月兰的生育期产生相应延迟,鲜草测产时晚播的二月兰抽薹不完全,植株较矮小,植株体内的养分未得到充分“稀释”。与氮、磷含量不同的是,各播期处理的钾

含量相近,无显著差异,可能是由于植株对不同养分的吸收特性不同而造成的。

就养分累积量而言,随着播期的推迟,二月兰的氮、磷、钾累积量均呈逐渐降低的趋势。但9月14日播种与9月22日播种的氮、磷累积量无显著差异,后者分别相当于前者的95.35%和99.29%;而10月播种氮、磷累积量则显著降低,10月1日和10月8日播种的氮累积量分别相当于9月14日播种的56.31%和20.28%,磷累积量分别相当于9月14日播种的51.35%和14.93%。播期推迟会使二月兰的钾累积量显著降低,9月14日播种的钾累积量可达93.44 kg/hm<sup>2</sup>,后3个播期依次相当于它的67.36%、29.59%和8.55%。

表3 不同播期对二月兰盛花期养分含量和累积量的影响

| 播期    | 养分含量 (%)      |               |               | 养分累积量 (kg/hm <sup>2</sup> ) |               |                |
|-------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|---------------|----------------|
|       | N             | P             | K             | N                           | P             | K              |
| 09-14 | 1.72 ± 0.07 d | 0.23 ± 0.06 d | 3.21 ± 0.15 a | 51.59 ± 1.06 a              | 6.95 ± 0.90 a | 93.44 ± 4.68 a |
| 09-22 | 2.54 ± 0.16 c | 0.35 ± 0.05 c | 3.33 ± 0.25 a | 49.19 ± 2.21 a              | 6.90 ± 0.43 a | 67.36 ± 6.31 b |
| 10-01 | 3.30 ± 0.12 b | 0.44 ± 0.04 b | 3.36 ± 0.14 a | 29.05 ± 7.55 b              | 3.88 ± 1.17 b | 29.59 ± 8.00 c |
| 10-08 | 3.96 ± 0.17 a | 0.56 ± 0.09 a | 3.23 ± 0.14 a | 10.46 ± 5.56 c              | 1.45 ± 0.68 c | 8.55 ± 4.48 d  |

### 2.4 不同播期对二月兰成熟期生物量的影响

表4是不同播期对二月兰成熟期(2009年6月3日)生物量的影响。可以看出,9月14日播种的生物量最高,其种子、秸秆和总生物量分别达到667、6581和7248 kg/hm<sup>2</sup>。播期推迟会造成二月兰的种子产量下降,但9月22日播种与9月14日播种相比差异不明显,而10月播种的种子产量会显著降低。所有播期中,以10月1日播种的收获指数最高,这是由于在收获时,9月播种的二月兰成熟度较高,荚果迸裂造成部分种子损失。

表4 不同播期对二月兰成熟期生物量的影响

| 播期    | 种子产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 秸秆产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 总生物量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 收获指数 (%) |
|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|
| 09-14 | 667 ± 43 a                 | 6581 ± 285 a               | 7248 ± 265 a               | 9.2      |
| 09-22 | 618 ± 57 a                 | 6395 ± 524 a               | 7013 ± 551 a               | 8.8      |
| 10-01 | 402 ± 83 b                 | 3167 ± 894 b               | 3569 ± 971 b               | 11.3     |
| 10-08 | 259 ± 68 c                 | 2835 ± 431 b               | 3094 ± 494 b               | 8.4      |

### 2.5 不同播期对二月兰成熟期养分含量的影响

推迟播期对二月兰成熟期种子和秸秆中的养

分含量会产生一定影响(表5)。二月兰种子的氮含量有随播期推迟而升高的趋势,9月14日播种的种子氮含量最低,为3.27%,显著低于10月1日和10月8日播种处理;种子磷含量则有随播期推迟而降低的趋势,但各处理间无显著差异;各播期种子钾含量相近,差异不显著。秸秆的氮含量可分为两组,9月播种的秸秆氮含量显著低于10月播种处理;磷含量则随着播期的推迟逐渐升高;钾含量以9月22日播种为最高,达到2.86%,并与10月8日播种差异显著,其它各处理间差异不显著。

### 2.6 不同播期对二月兰收获时成熟度的影响

推迟播期会导致二月兰的生育期产生相应延迟。从表6可以看出,收获时二月兰的秸秆含水量可明显分为2组,9月播种的秸秆含水量显著低于10月播种;种子含水量也有类似规律,说明晚播处理在收获时二月兰的成熟度较低。并且,随着播期的推迟,二月兰种子的千粒重呈逐渐下降趋势,所有播期中以9月14日的千粒重1.57 g为最高,晚播会造成收获时种子的灌浆不完全。

表5 不同播期对二月兰成熟期养分含量的影响

(%)

| 播期    | 种子             |               |               | 秸秆            |               |                |
|-------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|       | N              | P             | K             | N             | P             | K              |
| 09-14 | 3.27 ± 0.35 b  | 0.42 ± 0.03 a | 1.11 ± 0.06 a | 1.00 ± 0.14 b | 0.06 ± 0.01 c | 2.53 ± 0.48 ab |
| 09-22 | 3.51 ± 0.08 ab | 0.37 ± 0.02 a | 1.10 ± 0.04 a | 0.97 ± 0.19 b | 0.09 ± 0.01 b | 2.86 ± 0.31 a  |
| 10-01 | 3.70 ± 0.16 a  | 0.37 ± 0.06 a | 1.10 ± 0.08 a | 1.29 ± 0.01 a | 0.10 ± 0.02 b | 2.53 ± 0.08 ab |
| 10-08 | 3.68 ± 0.16 a  | 0.35 ± 0.04 a | 1.12 ± 0.08 a | 1.22 ± 0.03 a | 0.12 ± 0.01 a | 2.15 ± 0.20 b  |

表6 不同播期对二月兰收获时成熟度的影响

| 播期    | 秸秆含水量 (%)      | 种子含水量 (%)     | 千粒重 (g)       |
|-------|----------------|---------------|---------------|
| 09-14 | 17.95 ± 0.91 b | 3.28 ± 0.27 b | 1.57 ± 0.07 a |
| 09-22 | 17.50 ± 6.20 b | 3.73 ± 0.42 b | 1.35 ± 0.07 b |
| 10-01 | 32.60 ± 2.74 a | 6.16 ± 1.06 a | 1.32 ± 0.06 b |
| 10-08 | 29.10 ± 3.62 a | 6.57 ± 0.85 a | 1.26 ± 0.03 b |

### 3 讨论与结论

#### 3.1 播期对二月兰生长发育的影响

适期播种是促进越冬作物一播全苗,形成冬前壮苗,继而为全生育期生长发育和高产稳产奠定基础的关键技术<sup>[12]</sup>。从本研究结果可以看出,播期推迟会造成二月兰出苗数下降,尤其是在10月以后播种,其出苗数相对于9月播种显著降低,这是由于外界气温下降造成的。气温过低不利于种子的发芽和出苗,也不利于冬前幼苗生长,会造成植株幼苗光合作用减弱,营养生长受阻,进而影响个体和群体发育<sup>[13-14]</sup>。播期推迟也会影响到作物的越冬状况,越冬前 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温和越冬期的负积温是影响作物越冬状况的关键因素<sup>[15]</sup>。本研究中,较早播种有利于二月兰越冬存活,9月14日播种的越冬数与出苗数相比未显著降低,越冬存活率约90%,随着播期推迟,二月兰越冬存活率逐渐下降,并且降幅越来越大。

潘福霞等<sup>[9]</sup>、杜永光等<sup>[16]</sup>研究均发现,播期推迟会导致作物生育期产生延迟,本研究也有类似结果。盛花期测产时发现,晚播的二月兰抽薹不完全,植株矮小,植株体内的氮、磷养分未得到充分“稀释”,浓度较高,生长发育滞后于早播二月兰;成熟期收获也可看出,晚播二月兰的成熟度较低,表现为秸秆和种子的含水量较高,而种子千粒重较低。并且,推迟播期也会影响到植株养分向种子的运移以及种子内养分的稀释平衡。种子发育不良,将影响未来种植时二月兰的产量。

#### 3.2 播期对二月兰产量及用作绿肥效果的影响

绿肥作物一般应当具备生物量较大、养分含量较高、养分积累量较大、与主作物生育期合理衔接、种植生长可控而不会对环境造成入侵或危害等特点。从本研究的结果可以看出,9月14日播种的二月兰在盛花期鲜草产量可达 $20\,925\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,产量较高,其养分含量与一般绿肥作物相当<sup>[4]</sup>,氮、钾的积累量较大,满足用作绿肥作物的基本要求。但播期推迟会显著降低二月兰盛花期的养分积累量,以10月1日为较明显的界限。此外,二月兰磷积累量相对偏低,所以翻压利用时应适当增施磷肥以达到养分平衡。二月兰常被用作园林景观植物,种子难以获得,市场价格较高。本研究中,二月兰适期早播的种子产量可达 $667\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,与紫云英等<sup>[9]</sup>相比有一定的产种优势,实际生产中小块地留种即可满足大片田地的用种需要,并且二月兰种子用途广泛,具有很高的经济价值。

在华北地区将二月兰用作越冬绿肥作物,对农业生产的可持续发展和保护环境具有重要意义。当前农业生产中存在着滥用化肥、化肥利用率低等现象,巨晓棠等<sup>[17]</sup>研究发现,即便在合理的氮水平( $120\text{ kg}/\text{hm}^2$ )时,一季作物生长后仍有20.9%~48.4%的氮素残留于0~100 cm土层中,而实际生产中的平均施氮量则高达 $256\text{ kg}/\text{hm}^2$ ;苏涛等<sup>[18]</sup>研究发现,种植作物进行地面覆盖可明显降低土壤中硝态氮的残留。因此,作物收获后种植二月兰,既可充分利用土壤残留氮素等养分供二月兰生长,节省肥料投入;又可利用二月兰将土壤中易淋失损耗的养分“固持”在植株体内,在次年翻压供下季作物生长利用,同时达到地面覆盖、减少肥料流失、避免环境污染的目的。

#### 3.3 华北地区二月兰种植的适宜播期选择

本研究以华北地区春玉米收获后复种二月兰为前提设置了4个播期,考察分析了播期对二月兰生长发育、养分吸收和产量等多方面的影响,结果表

明播期对二月兰的生长起到重要影响。在设置的4个播期中,无论从作绿肥还田或是从收获种子考虑,二月兰在华北地区的最适播期均为9月14日,9月22日播种也可接受,10月之后播种则效果很差。如果仅考虑播期这一个影响因素,适当提早播种应当更有利于二月兰的生长。因此,实际生产中也可考虑在主作物生长期内进行二月兰的间套作研究,这是有效解决播期冲突的措施之一。另外,在种子充足的情况下,还可通过增加播种量来减少播期过晚造成的损失。

#### 参考文献:

- [1] 周太炎, 关克俭, 郭荣麟. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1987. 40-43.
- [2] 肖龙, 罗鹏. 诸葛菜的研究现状与开发前景 [J]. 西北植物学报, 1994, 14 (3): 237-241.
- [3] 刘佳, 曹卫东, 荣向农, 等. 华北冬绿肥作物二月兰的营养特征研究 [J]. 中国土壤与肥料, 2012, (1): 78-82.
- [4] 刘佳, 陈信友, 张杰, 等. 绿肥作物二月兰腐解及养分释放特征研究 [J]. 中国草地学报, 2013, 35 (6): 58-63.
- [5] 谢楠, 赵海明, 刘贵波, 等. 春播高丹草在河北低平原区的播期效应研究 [J]. 草业科学, 2007, 24 (6): 36-39.
- [6] 曾庆飞, 孙兆敏, 贾志宽, 等. 不同播期对紫花苜蓿生长性状及越冬性的影响研究 [J]. 西北植物学报, 2005, 25 (5): 1007-1011.
- [7] 杨丽娜, 赵桂琴, 侯建杰. 播期肥料种类及其配比对燕麦生长及产量的影响 [J]. 中国草地学报, 2013, 35 (4): 47-51.
- [8] 马雪琴, 赵桂琴, 龚建军. 播期与氮肥对燕麦种子产量构成要素的影响 [J]. 草业科学, 2010, 27 (8): 88-92.
- [9] 潘福霞, 李小坤, 鲁剑巍, 等. 不同播期对紫云英生长及物质养分积累的影响 [J]. 土壤, 2012, 44 (1): 67-72.
- [10] 刘艳阳, 张洪程, 蒋达, 等. 播期对不同筋型小麦品种淀粉糊化特性的影响 [J]. 华北农学报, 2009, 24 (4): 169-173.
- [11] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [12] 李德, 杨太明, 张学贤. 气候变暖背景下宿州冬小麦适播期的确定 [J]. 中国农业气象, 2012, 33 (2): 254-258.
- [13] 周冉, 尹钧, 杨宗渠. 播期对两类小麦群体发育和光合性能的影响 [J]. 中国农学通报, 2007, 2 (4): 148-153.
- [14] 马博英, 金松恒, 徐礼根, 等. 低温对三种暖季型草坪草叶绿素荧光特性的影响 [J]. 中国草地学报, 2006, 28 (1): 58-62.
- [15] 马姗姗, 马世铭, 张晓煜, 等. 宁夏引黄灌区近50年北移冬小麦越冬期温度变化特征分析 [J]. 中国农业气象, 2011, 32 (4): 565-570.
- [16] 杜永光, 郝丽珍, 王萍, 等. 沙芥生长发育及种子产量形成与播种期关系的研究 [J]. 华北农学报, 2006, 21 (5): 118-122.
- [17] 巨晓棠, 潘家荣, 刘学军. 北京郊区冬小麦/夏玉米轮作体系中氮肥去向研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9 (3): 264-270.
- [18] 苏涛, 王朝辉, 宰松梅. 休闲与施肥对夏玉米生长季节土壤矿质氮的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2008, 16 (5): 1078-1082.

#### Effects of sowing date on growth and nutrient uptake of *Orychopragmus violaceus* in North China

LIU Jia<sup>1</sup>, ZHANG Jie<sup>2</sup>, QIN Wen-jing<sup>1</sup>, XU Chang-xu<sup>1\*</sup>, SHIMIZU Katsuyoshi<sup>3</sup>, CAO Wei-dong<sup>4,5\*</sup> (1. Soil and Fertilizer & Resources and Environment Institute, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang Jiangxi 330200; 2. Graduate School of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; 3. Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima Japan 890-0065; 4. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Science/Key Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Ministry of Agriculture, Beijing 100081; 5. Qinghai University, Xining Qinghai 810016)

**Abstract:** Plot experiments were carried out to study the effects of sowing date on growth, nutrient absorption and yield of *Orychopragmus violaceus*. Results showed that the emergence and over-wintering number, nutrient accumulations and yield were decreased significantly by sowing delayed. Sowing date on September 14<sup>th</sup>, the fresh yield, N, P, K accumulations and seed yield were maximums, reached 20 925, 51.59, 6.95, 93.44 and 667 kg/hm<sup>2</sup> respectively. But N and P contents of straw increased as the sowing date postponed. Late sowing could delay the growth period of *Orychopragmus violaceus*. Under the experimental conditions, September 14<sup>th</sup> was the best sowing date.

**Key words:** *Orychopragmus violaceus*; sowing date; yield; nutrient content; nutrient accumulation