

外源类黄酮对大豆根瘤菌趋化性与结瘤效果的影响

安琦^{1,2},殷博^{1,2},张介驰^{1,2},袁明³,王连霞³,原韬^{1,2},曹亚彬^{1,2},牛彦波^{1,2}

(1. 黑龙江省科学院微生物研究所,黑龙江 哈尔滨 150010; 2. 黑龙江省科学院高技术研究院,黑龙江 哈尔滨 150020; 3. 黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:以慢生型大豆根瘤菌(*Bradyrhizobium japonicum*)2-39 为供试菌株,分别以不同浓度(5, 10, 15, 20, 25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)的大豆黄素、4-甲基伞形酮、金雀异黄酮、芒柄黄花素为诱导物,利用毛细管培养法对趋化的根瘤菌进行定量测定,研究不同种类和不同浓度的外源类黄酮对大豆根瘤菌趋化性的影响。选取对根瘤菌趋化性影响显著的外源类黄酮与大豆嫩丰 16 进行盆栽试验,进一步探究外源类黄酮对大豆结瘤效果的影响。结果表明:4 种外源性类黄酮中,大豆黄素和金雀异黄酮对根瘤菌的趋化作用显著强于其它试验组,其最适作用浓度为 15 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。盆栽试验结果显示:外源类黄酮大豆黄素和金雀异黄酮同时加入能够有效促进大豆结瘤。

关键词:外源类黄酮;根瘤菌;趋化性;结瘤

中图分类号:S565. 1 **文献标识码:**A **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2017. 06. 0900

The Chemotaxis and Nodulation Effect of Soybean Rhizobium on Exogenous Flavonoids

AN Qi^{1,2}, YIN Bo^{1,2}, ZHANG Jie-chi^{1,2}, YUAN Ming³, WANG Lian-xia³, YUAN Tao^{1,2}, CAO Ya-bin^{1,2}, NIU Yan-bo^{1,2}

(1. Institute of Microbiology, Heilongjiang Academy of Sciences, Harbin 150010, China; 2. Institute of Advanced Technology, Heilongjiang Academy of Sciences, Harbin 150020, China; 3. Qiqihar Branch Academy, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In the study, *Bradyrhizobium japonicum* 2-39 was used as test strain. Exogenous flavonoids such as daidzein, 4-methylumbelliferone, genistein and formononetin with different concentration (5, 10, 15, 20, 25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) were selected as the inducer, respectively. Aimed to study the chemotaxis effect of *Bradyrhizobium japonicum* 2-39 to exogenous flavonoids of different kinds and concentrations, capillary culture method was utilized to quantify the number of rhizobia colonies. The exogenous flavonoids which have significant effect on chemotaxis of *Bradyrhizobium japonicum* 2-39 and soybean genotype NF-16 were selected in the pot experiment to further explore the nodulation effect of soybean. The results indicated that daidzein and genistein exert more significant effect on *Bradyrhizobium japonicum* 2-39 compared with other group. The optimum concentration of daidzein and genistein was 15 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. The results of pot experiment showed that simultaneous addition of daidzein and genistein could effectively stimulate soybean nodulation.

Keywords: Exogenous flavonoids; Rhizobium; Chemotaxis; Nodulation

根瘤菌与豆科植物可建立高效的生物固氮体系,将大气中游离的氮转化成铵盐,培肥地力,增加植物产量^[1-2]。在大豆根系与根瘤菌所形成的共生系统中,大豆能够为根瘤菌提供碳源和生长环境,根瘤菌则通过共生固氮作用为大豆提供生长发育所需的氮源^[3]。根瘤菌的固氮作用具有重大的农业应用价值和环保价值^[4]。根瘤菌剂的应用对于提高农作物产量、降低化肥用量和生产成本、建立生态平衡等方面具有重要作用。然而,根瘤菌在我国大豆种植和推广应用中存在接种效果差,接种菌株占瘤率低,与大豆品种匹配性差等问题^[5]。因此,进一步提高主栽大豆品种与根瘤菌的亲合力和根瘤菌的固氮效率势在必行。

在大豆和根瘤菌识别过程中,生化信号的传导是建立共生系统的前提^[6-7]。豆科植物处于幼苗期

时,根系会分泌类黄酮物质。类黄酮作为信号分子对根瘤菌具有趋化作用,能够引诱土壤中的根瘤菌,使其结合到豆科植物的根部,刺激根瘤菌大量繁殖^[8]。研究表明,在根瘤菌与豆科植物的共生过程中,内源性类黄酮物质能够调节根瘤菌结瘤因子合成和结瘤基因的转录表达,促进根瘤菌结瘤固氮^[9-11]。1896 年,Peters 等^[12]研究发现从苜蓿中获得的毛地黄酮能够有效诱导苜蓿根瘤菌 *nod* 基因的表达。随后 Brussel 等^[13]发现豌豆根瘤菌的胞外多糖可诱导豌豆产生多种类黄酮,产生的类黄酮可诱导根瘤菌 *nod* 基因表达,进一步控制多糖产生以不断放大识别信号。类黄酮对根瘤菌的趋化性对于根瘤菌在根际环境中与其它微生物的相互作用以及其共生侵染都很重要。然而,关于外源类黄酮物质对大豆根瘤菌的趋化性研究还鲜见详尽的报道。

收稿日期:2017-07-17
基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-004-CES04);国家现代农业产业技术体系子课题(CARS-210301);黑龙江省科学院学部委员指导专项(XB2015SW01);哈尔滨市应用技术与开发资助项目(2016RQXJ227)。
第一作者简介:安琦(1988-),女,硕士,助理研究员,主要从事微生物学研究。E-mail:anqi2011stu@126.com。
通讯作者:张介驰(1971-),男,硕士,研究员,主要从事农业微生物研究。E-mail:zjclt@sina.com。

本研究以慢生型大豆根瘤菌 (*B. japonicum*) 2-39 为供试菌株,选取配伍成功的大豆嫩丰 16 根系分泌物中含有的类黄酮物质(大豆黄素、金雀异黄酮)与文献已报道的诱导结瘤的类黄酮物质(4-甲基伞形酮、芒柄花黄素)为诱导物^[14],研究不同种类与浓度的外源类黄酮对根瘤菌 (*B. japonicum*) 2-39 的趋化作用,选取对根瘤菌趋化性影响显著的外源类黄酮进行盆栽试验,进一步验证外源类黄酮对植株结瘤的影响,为促进根瘤菌与豆科植物的结瘤固氮提供有益借鉴,为根瘤菌剂的进一步应用奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

慢生型大豆根瘤菌 (*Bradyrhizobium japonicum*) 2-39,由黑龙江省科学院微生物研究所保藏。
供试大豆品种为嫩丰 16,由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院提供。

1.2 试验设计

采用与大豆嫩丰 16 配伍成功的慢生型大豆根瘤菌 *B. japonicum* 2-39 为供试菌株,以不同浓度和种类的外源类黄酮为诱导物。处理分 5 组,A1 ~ A4 组分别采用大豆黄素、4-甲基伞形酮、金雀异黄酮和芒柄花黄素为诱导物(5,10,15,20,25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$),A5 组不添加类黄酮物质,为对照组。利用毛细管培养法测定外源类黄酮对根瘤菌的趋化作用。

选取对根瘤菌趋化性具有显著影响的外源类黄酮与根瘤菌 *B. japonicum* 2-39 进行盆栽试验,以与根瘤菌 *B. japonicum* 2-39 配伍成功的大豆嫩丰 16 为试验植株。处理分 5 组,B1 组只接种外源类黄酮;B2 组接种大豆黄素和根瘤菌 *B. japonicum* 2-39;B3 组接种金雀异黄酮和根瘤菌 *B. japonicum* 2-39;B4 组接种大豆黄素、金雀异黄酮和根瘤菌 *B. japonicum* 2-39;B5 组只接种根瘤菌 *B. japonicum* 2-39。定期观察其结瘤情况,比较分析不同处理对植株结瘤的影响。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 受外源类黄酮趋化的大豆根瘤菌活菌数量
将 *B. japonicum* 2-39 接种到 YMA 液体培养基中,放入 28℃、200 $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 恒温恒湿摇床中培养,用紫外可见分光光度计对根瘤菌菌悬液浓度进行测定。准确定量称取大豆黄素、4-甲基伞形酮、金雀异黄酮和芒柄花黄素,用 60% 乙醇溶液定容至 100 mL 容量瓶中稀释至刻度,制备标准储备液,分别稀释至类黄酮溶液终浓度分别为 5,10,15,20,25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。毛细管 5 个一束连在一起,将其一端浸入类黄酮溶

液中,另一端浸入石蜡后封口。取 10 mL 根瘤菌菌液($\text{OD}_{600\text{nm}}$ 0.6223)放入灭菌后的试管中,将毛细管束放入试管中,封口端露出液面 2 cm 左右,加塞后用凡士林将试管开口端封闭。分别放置于 28℃ 条件下培养,分别于 3,6,9,12,15 h 对毛细管中根瘤菌数进行测定。将毛细管取出,用无菌水将毛细管外壁菌液冲洗干净,将毛细管打碎研磨溶于无菌水中,吸取毛细管中的菌液涂于 YMA 培养基上,涂布均匀后将培养皿倒置放入 28℃ 培养箱中。3 ~ 5 d 后对涂布培养的根瘤菌数目进行活菌计数,利用活菌计数法对外源类黄酮与根瘤菌间趋化现象进行定量测定,比较不同种类和浓度的外源类黄酮对根瘤菌趋化性的影响。

1.3.2 接种外源类黄酮的植株结瘤效果 制备盆栽试验培养液 Fahraeus(10 ×): $\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.0 g, $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1.2 g, KH_2PO_4 1.0g, Na_2HPO_4 0.598 g,柠檬酸铁 50 mg,Gibson 微量元素液 10 mL,去离子水加至 1 000 mL。Gibson 微量元素液: H_3BO_3 2.86 g, ZnSO_4 0.22 g, $\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.13 g, $\text{MnSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.03 g, $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.08 g,去离子水加至 1 000 mL,使用培养液 Fahraeus 时稀释至 1 倍,分装于下层植物培养瓶内,灭菌处理。将珍珠岩及蛭石按 1:3 装入含吸水绳的上层培养瓶,冲洗和灭菌处理。种子进行消毒处理后进行发芽试验,将发芽的种子接种于珍珠岩蛭石混合物中,在种子周围分别接种最适浓度的外源类黄酮和大豆根瘤菌,定期观察植株的生长与结瘤情况,分析比较不同处理对大豆植株结瘤的影响。

1.4 数据分析

采用 Origin 7.5 进行作图,Excel 2007 和 SPSS 17.0 统计软件对数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 外源类黄酮浓度对大豆根瘤菌趋化性的影响
2.1.1 大豆黄素 如图 1 所示,受趋化的根瘤菌数随时间逐渐增多,当大豆黄素浓度为 15 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,根瘤菌数的上升趋势最为明显,其趋化作用显著强于其它作用浓度。趋化作用 15 h 时,趋化效果最好,根瘤菌菌落数最高可达 35 个,显著高于其它作用浓度下趋化的根瘤菌($P < 0.05$)。
2.1.2 4-甲基伞形酮 如图 2 所示,随着 4-甲基伞形酮浓度的升高,对根瘤菌的趋化作用逐渐增强。趋化 15 h,4-甲基伞形酮浓度为 15 和 20 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,趋化作用最强,受趋化的根瘤菌菌落数最高分别可达 22 和 24 个,二者差异不显著($P > 0.05$),其最佳趋化作用显著弱于大豆黄素试验组。

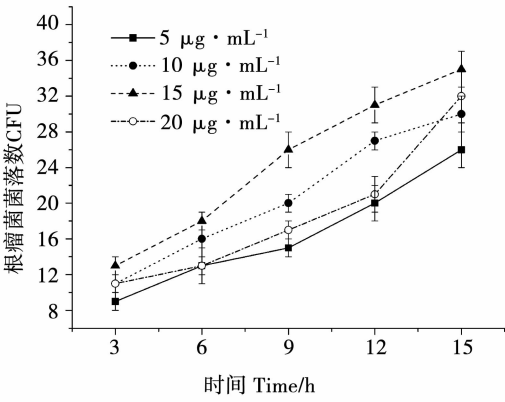


图1 大豆黄素对根瘤菌2-39趋化性的影响
Fig. 1 The effect of daidzein on the chemotaxis of *B. Japonicum* 2-39

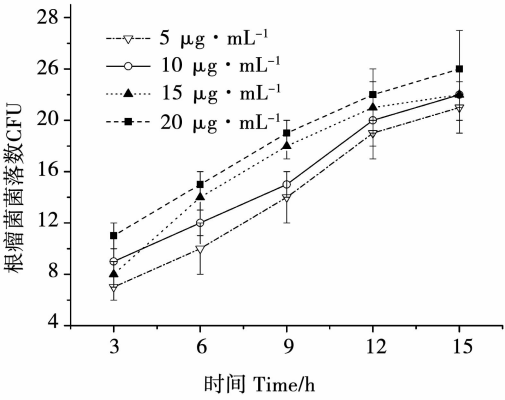


图2 4-甲基伞形酮对根瘤菌2-39趋化性的影响
Fig. 2 The effect of 4-methylumbelliferone on the chemotaxis of *B. Japonicum* 2-39

2.1.3 金雀异黄酮 如图3所示,趋化作用15 h,金雀异黄酮的最适作用浓度为 $15\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,受趋化的根瘤菌菌落数最高可达35个,其趋化作用显著强于其它作用浓度($P<0.05$)。金雀异黄酮浓度为 $20\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,其趋化的根瘤菌数量显著高于 $10\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 作用浓度时趋化的根瘤菌数量($P<0.05$)。趋化作用浓度为 $5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时其趋化作用最弱。

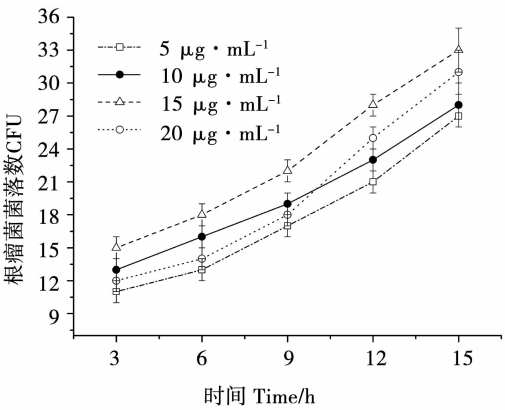


图3 金雀异黄酮对根瘤菌2-39趋化性的影响
Fig. 3 The effect of genistein on the chemotaxis of *B. Japonicum* 2-39

2.1.4 芒柄黄花素 如图4所示,随着芒柄黄花素的浓度增加,趋化作用逐渐减弱。趋化作用9~15 h时, $5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的芒柄黄花素对根瘤菌的趋化作用最强,受趋化的根瘤菌菌落数最高可达17个,显著强于10,15及 $20\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时的趋化作用($P<0.05$)。但与其它试验组相比,芒柄黄花素对根瘤菌的趋化作用偏弱。

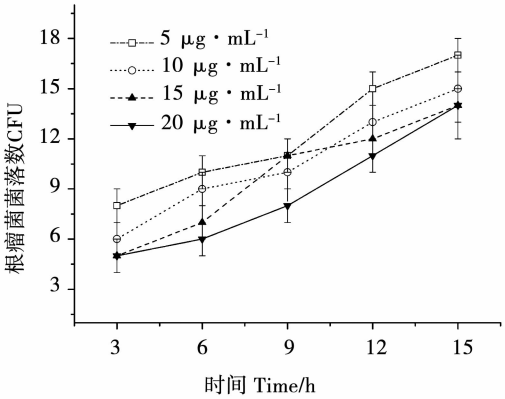


图4 芒柄黄花素对根瘤菌2-39趋化性的影响
Fig. 4 The effect of formononetin on the chemotaxis of *B. Japonicum* 2-39

2.2 外源类黄酮种类对根瘤菌趋化性的影响

通过比较外源类黄酮浓度对根瘤菌趋化性的影响,选取对其影响显著的外源类黄酮大豆黄素和金雀异黄酮,在其最适作用浓度 $15\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 进一步比较二者对根瘤菌的趋化作用。如图5所示,趋化作用3 h时,金雀异黄酮的趋化作用强于大豆黄素。随后,大豆黄素的趋化作用逐渐强于金雀异黄酮。趋化作用15 h时,大豆黄素和金雀异黄酮趋化的根瘤菌数最高分别为35和33个,二者无显著差异($P>0.05$)。可见,两种外源类黄酮均对根瘤菌的趋化性具有显著的影响。

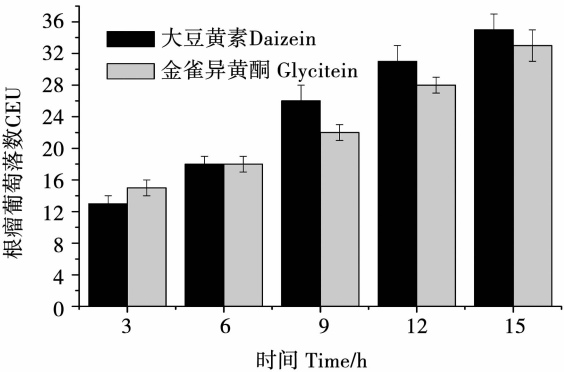


图5 外源类黄酮种类对根瘤菌2-39趋化性的影响
Fig. 5 The effect of exogenous flavonoids on the chemotaxis of *B. Japonicum* 2-39

2.3 外源类黄酮对大豆植株结瘤的影响

通过盆栽试验,比较分析两种外源类黄酮对大豆结瘤的影响。由表 1 和图 6 可知,对照组 B1 只加入外源类黄酮,未接种根瘤菌,无根瘤出现。同时加入两种外源类黄酮的 B4 组大豆根瘤数为 64 个,高于分别加入的外源大豆黄素和金雀异黄酮的 B2 组(36 个)和 B3(34 个)组以及不接种外源类黄酮只接种根瘤菌 *B. japonicum* 2-39 的 B5 组(55 个),差异性显著 ($P < 0.05$),可见两种外源类黄酮的同时加入可有效促进大豆植株结瘤。

表 1 外源类黄酮对大豆植株结瘤的影响
Table 1 The nodulation effect of exogenous flavonoids on *B. Japonicum* 2-39

处理 Treatment	平均根瘤数 Mean nodules	标准差 Standard deviation
B1	0 d	0. 0
B2	36 c	3. 1
B3	34 c	3. 5
B4	64 a	4. 6
B5	55 b	4. 4

B1:外源类黄酮;B2:大豆黄素,*B. japonicum* 2-39; B3:金雀异黄酮,*B. japonicum* 2-39;B4:大豆黄素 + 金雀异黄酮,*B. japonicum* 2-39; B5:*B. japonicum* 2-39。不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。
B1: Exogenous flavonoids; B2: Daidzein, *B. japonicum* 2-39; B3: Genistein, *B. japonicum* 2-39; B4: Daidzein, genistein, *B. japonicum* 2-39; B5: *B. japonicum* 2-39. Different lowercase indicate significant difference ($P < 0.05$).



图 6 外源类黄酮对大豆植株结瘤的影响
Fig. 6 The effect of exogenous flavonoids on the nodulation of *B. Japonicum* 2-39

3 结论与讨论

研究中发现,类黄酮物质对根瘤菌与寄主植物共生体形成过程中二者间的“对话”有显著的影响,且类黄酮物质对基因诱导的活性通常是在微摩尔下或是纳摩尔条件下就可以体现。4 种外源类黄酮对根瘤菌的趋化性影响不同,每种外源类黄酮的趋化作用都有其最适浓度。其中大豆黄素和金雀异黄酮对根瘤菌的趋化作用显著强于其它试验组,其最适作用浓度为 $15\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。盆栽试验结果表明,外源类黄酮大豆黄素和金雀异黄酮的同时加入,可

以有效促进大豆植株结瘤。
本研究中除了选取不同浓度梯度的外源类黄酮,还选取多个时间点对根瘤菌的趋化性进行研究,以观察不同时间内的外源类黄酮对根瘤菌的趋化作用。研究发现,随着趋化时间的变化,外源类黄酮的趋化作用也随之变化。据文献报道,金雀异黄酮可对慢生型大豆根瘤菌产生趋化效应^[15]。在本试验中,趋化作用 3 h 时,金雀异黄酮的趋化作用强于大豆黄素,而随着时间变化,大豆黄素的趋化作用逐渐强于金雀异黄酮。由图 4 可知,当外源类黄酮处于较低浓度 $5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,大豆黄素,4-甲基伞形酮和金雀异黄酮的趋化作用均处于相对较低水平,而芒柄黄花素的趋化作用在 $5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时显著强于其它工作浓度,随着芒柄黄花素的浓度升高,受趋化的根瘤菌数逐渐减少,推测芒柄黄花素浓度过高会抑制其对根瘤菌的趋化性。
研究表明,黄酮类物质对根瘤菌的生长繁殖、根瘤发育和固氮具有重要作用^[16-17]。豆科植物分泌的类黄酮可诱导根瘤菌 *nod* 基因表达从而控制多糖的产生,根瘤菌表面多糖与豆科植物凝集素进行特异性结合导致根毛弯曲、侵染线及根瘤形成^[18]。盆栽试验中,B4 和 B5 组均有较好的结瘤效果,表明大豆根系分泌的类黄酮物质能够有效促进结瘤,两种外源类黄酮的加入进一步促进了结瘤。如果外源类黄酮过量加入,可能会抑制大豆根内类黄酮的分泌,影响大豆的结瘤,因此合适的作用浓度至关重要。关于大豆根系分泌的类黄酮物质与外源类黄酮之间的相互调控机制需要进一步探究。

参考文献

[1] 张武,杨琳,王紫娟. 生物固氮的研究进展及发展趋势[J]. 云南农业大学学报,2015,30 (5):810-821. (Zhang W, Yang L, Wang Z J. Advance and development trend of biological nitrogen fixation research [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2015,30(5):810-821.)
[2] 关大伟,李力,岳现录,等. 我国大豆的生物固氮潜力研究[J]. 植物营养与肥科学报,2014,20(6):1497-1504. (Guan D W, Li L, Yue X L, et al. Study on potential of biological nitrogen fixation of soybean in China [J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer,2014,20(6):1497-1504.)
[3] 孟庆英,韩旭东,张春峰,等. 根瘤菌与微肥对大豆生理及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2017,13(2):51-54. (Meng Q Y, Han X D, Zhang C, et al. Effect of rhizobia and trace fertilizer on physiological and yield of soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences,2017,13(2):51-54.)
[4] 李欣欣,许锐能,廖红. 大豆共生固氮在农业减肥增效中的贡献及应用潜力[J]. 大豆科学,2016,35(4):532-534. (Li X X, Xu R N, Liao H. Contributions of symbiotic nitrogen fixation in

soybean to reducing fertilization while increasing efficiency in agriculture [J]. Soybean Science,2016,35(4):532-534.)

[5] Guan D W, Li L, Yue X L, et al. Study on potential of biological nitrogen fixation of soybean in China [J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer,2014,20(6):1497-1504.

[6] Cooper J E. Multiple responses of rhizobia to flavonoids during legume root infection [J]. Advances in Botanical Research,2004,41:59-62.

[7] Miao S J, Liu X B. Molecular physiology of nodulation and nitrogen fixation in soybean [J]. Soybean Science, 2010, 29 (2) : 319-324.

[8] Chou M X, Wei X Y. Review of research advancements on the molecular basis and regulation of symbiotic nodulation of legumes [J]. Chinese Journal of Plant Ecology,2010,34(7):876-888.

[9] Cooper J E. Early interactions between legumes and rhizobia: Disclosing complexity in a molecular dialogue [J]. Journal of Applied Microbiology,2007,103(5):1-5.

[10] Redmond J W, Batley M. Flavones induce expression of nodulation genes in rhizobium [J]. Nature,1986,4(23):115-121.

[11] Geurts R, Federova E, Bisseling T. Nod factor signaling genes and their function in the early stages of rhizobium infection [J]. Current Opinion in Plant Biology,2005,8(4):346-352.

[12] Hartwing P, Maxwell C A, Joseph C M. Chrysoeriol and luteolin released from alfalfa seeds induce nod genes in rhizobium meliloti [J]. Plant Physiology,1990,92 (1) :116-122.

[13] Irma V, Ton V B. The vetch (Vicia) and rhizobium leguminosarum bv. viciae symbiosis: A system to study the activity of rhizobium nod factors [J]. Plant Molecular Biology, 1994, 21 (15) : 203-205.

[14] 陈能场, 黄维南. 黄酮类物质在豆科植物结瘤固氮中的作用 [J]. 植物生理学通讯, 1994, 30 (5) : 368-370. (Chen N C, Huang W N. Role of flavonoids in nodulation and nitrogen fixation of legume plants [J]. Plant Physiology Communications, 1994, 30 (5) : 368-370.)

[15] Firmin J L, Wilson K E, Rossen L, et al. Flavonoid activation of nodulation genes in rhizobium reversed by other compounds present in plants [J]. Nature,1986,324(6):90-92.

[16] Luo L, Yao S, Becker A, et al. Two new sinorhizobium meliloti Lys R-type transcriptional regulators required for nodulation [J]. Journal of Bacteriology,2005,187(13):4562-4572.

[17] 欧阳平, 张高勇, 康保安. 类黄酮提取的基本原理、影响因素和传统方法 [J]. 中国食品添加剂, 2003, 5 (1) : 54-57. (Ou Y P, Zhang G Y, Kang B A. The fundamental, affecting factors and traditional methods of the extraction of flavonoids [J]. China Food Additives, 2003, 5 (1) : 54-57.)

[18] Han L, Wang X, Shu Q, et al. Identification and study on allelopathy of soybean root exudates [J]. Soybean Science, 2000, 19 (2) : 119-125.

欢迎订阅 2018 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农业科学院主管主办的大豆专业领域学术性期刊,也是被国内外多家重要数据库和文摘收录源收录的重点核心期刊。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养肥料、生物技术、食品加工、药用功能及工业用途等方面的学术论文、科研报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者,大专院校师生、各级农业技术推广部门的技术人员及科技种田的农民。

《大豆科学》为双月刊,16开本,国内外公开发行,国内每期定价:20.00元,全年120.00元,邮发代号:14-95。国外每期定价:10.00美元(含邮资),全年60.00美元,国外代号:Q5587。全国各地邮局均可订阅,也可向编辑部直接订购。

热忱欢迎广大科研及有欢迎关企事业单位刊登广告,广告经营许可证号:2301030000004。
地址:哈尔滨市南岗区学府路368号《大豆科学》编辑部(邮编:150086)
电话:0451-86668735
网址:www.haasep.cn
E-mail:ddkxbjb@126.com

欢迎关注微信公众号!

