Research progress and application prospect of autumn dormancy in alfalfa

Jieqiong Wang Yulu Yue Lifeng Li Yueqing Wang Jiading Lu

Luoyang Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Luoyang, Henan, 471023, China

Abstract

This paper systematically reviews the conceptual connotation, determination methods, influencing factors, and application status of alfalfa (*Medicago sativa*) autumn dormancy. It is proposed that alfalfa breeding should integrate autumn dormancy characteristics to select varieties with suitable autumn dormancy grades for local ecological conditions. This is of great significance for improving the annual yield, quality, and optimizing the autumn dormancy characteristics of existing varieties. Meanwhile, the paper discusses the current problems in alfalfa planting and variety selection, and prospects the future research directions, aiming to provide a scientific reference for alfalfa autumn dormancy breeding and variety improvement.

Keywords

Medicago sativa; autumn dormancy; variety selection; forage yield

紫花苜蓿秋眠性研究进展及应用展望

王洁琼 岳雨露 李丽峰 王跃卿 卢家顶

洛阳市农林科学院, 中国·河南 洛阳 471023

摘要

本文系统综述了紫花苜蓿秋眠性的概念内涵、测定方法、影响因素及其应用现状。提出苜蓿育种需结合秋眠性特征, 选育适宜本地生态条件的秋眠级品种, 这对提升苜蓿全年产量、改善品质及优化现有品种的秋眠特性具有重要意义。同时, 针对当前苜蓿种植与品种选育中存在的问题展开探讨, 并对未来研究方向进行展望, 以期为首蓿秋眠性育种及品种改良提供科学参考。

关键词

紫花苜蓿; 秋眠性; 品种选育; 草产量

1 引言

紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 作为全球栽培最广泛的豆科牧草^[1], 素有“牧草之王”的美誉^[2], 不仅是奶牛等草食动物的优质蛋白饲料, 还兼具改善畜禽生产性能、增强免疫力、调节肠道微生态等生理功能。此外, 其适应性广、抗逆性强, 在土壤改良、水土保持及生态修复等领域发挥着重要作用。

近年来, 随着国家奶业振兴政策的推进, 优质苜蓿干草需求激增。截至 2021 年, 我国苜蓿种植面积达 220 万公顷, 居世界第 6 位^[3], 但审定品种数量有限, 缺乏适应干旱、高寒地区的丰产优质品种, 导致国内供给不足, 年均进口量约 140 万吨^[4], 且进口价格持续上涨 (2022 年创历史新高)。

因此, 突破苜蓿饲草生产的“卡脖子”技术, 选育优质高产的秋眠级品种, 对保障国内供给安全具有迫切的现实意义。

2 紫花苜蓿秋眠性的概念与研究现状

紫花苜蓿的秋眠性 (Fall Dormancy, FD) 是其区别于其他牧草的典型特性, 指植株对晚秋日照时数减少、气温下降的适应性生理休眠现象, 受遗传特性调控。该现象由美国科学家 Oakley 于 20 世纪 20 年代发现: 秋季短日照条件下, 适应北方气候的品种刈割后生长停滞, 植株低矮纤细; 而适应南方气候的品种仍保持旺盛生长, 植株高大直立。春夏季长日照条件下, 不同品种的再生性差异则不显著^[5]。

国内外研究表明, 秋眠的诱导主要与夏末秋初的短日照和低温有关, 而休眠的解除需经历持续低温处理。目前我国对苜蓿秋眠性的研究聚焦于农艺性状、遗传评价及抗寒性^[6], 重点探讨不同秋眠类型的越冬性能、产量差异及其生理生化机制。由于秋眠级匹配不当导致种植失败的案例频发, 秋眠性已成为国内外品种鉴定和选育的核心考量因素。尽管我国已开始重视相关研究, 但在引种和区划中尚未将其

【基金项目】科技创新 2030- 重大项目 (2022ZD04011)。

【作者简介】王洁琼 (1980-), 女, 中国河南孟津人, 本科, 助理研究员, 从事畜禽养殖与牧草种植利用技术研究。

作为首要指标,需进一步强化其在优质饲草生产中的指导作用。

3 紫花苜蓿秋眠性的测定方法

秋眠性测定以 Barnes 等^[7]建立的分级系统为基础,根据不同品种生长期的长短和抗寒能力,早期将苜蓿划分为9个秋眠级(FD Class),其中1~3级为秋眠型,4~6级为半秋眠型,7~9级为非秋眠型。1998年扩展为11级体系,新增10~11级为极非秋眠型,并确立了11个标准对照品种(表1),该评价体系已成为国际通用标准。

表1 紫花苜蓿秋眠级标准品种对照表

编号	品种	秋眠级	秋眠类型
1	Maverick	1.0	秋眠
2	Vernal	2.0	秋眠
3	5246	3.0	秋眠
4	Legend	4.0	半秋眠
5	Archer	5.0	半秋眠
6	AB1700	6.0	半秋眠
7	Dona Ana	7.0	非秋眠
8	Pierce	8.0	非秋眠
9	CUF101	9.0	非秋眠
10	UC-1887	10.0	极非秋眠
11	UC-1465	11.0	极非秋眠

秋眠性测定是在越冬性研究的基础上发展起来的,现在常用的测定方法主要有刈割新发植株高度测定法、子叶到真叶间距测定法、近红外反射光谱法。

3.1 秋季刈割再生植株高度法

定植次年于初霜期前30天齐地刈割,测定再生自然高度,通过与标准品种对比确定秋眠级。此外,在单株宽行种植条件下,春天将在温室培育9周的幼苗移栽到大田,在9月初刈割,然后任其生长,在10月中旬测定刈割后植株的再生高度,以5cm为一个级差,对每个品种的秋眠性进行判定。

3.2 幼苗子叶节至真叶间距法

通过测量子叶节与第一片真叶之间的距离评估秋眠性,近红外反射光谱法亦被用于快速测定^[8]。

4 紫花苜蓿秋眠性的影响因素

秋眠性受到气候因素的影响,对苜蓿生产性能、鲜干草产量和品质有一定的影响^[9],并最终影响饲喂效果。因此需要进一步理清秋眠性的影响因素,有目的的进行规避和调整。

4.1 气候因子的调控作用

秋眠性与光照、温度、水分等气候因素密切相关。高菲通过试验研究结果表明,积温、光照时数以及降雨量是影响

响苜蓿秋眠性的重要气象因子。影响苜蓿秋眠性的主要环境因素,夏秋季节日照长度逐渐缩短,秋眠性苜蓿的生长就开始出现矮化,植株停止向上生长,总产量明显下降,且生长趋于俯卧。非秋眠苜蓿因其生长受温度影响而不受日照影响。所以较之秋眠苜蓿在再生速度、产量水平方面具有一定的优势^[10]。光周期被广泛认为是诱导秋眠的主要限制因子^[11],ABA可能是调控或诱导秋眠的激素^[13]。并且苜蓿的日照长度和温度有互作关系,低于8h的短日照处理能加剧低温诱导苜蓿秋眠性的匍匐生长的特性^[12]。

种子的秋眠特性不仅和日照程度及光周期敏感度有关,它也是昼夜规律循环、光照、温度等多种因素及秋眠相关基因调控共同作用的结果,对其种用价值有很大影响^[14]。国内外学者相继开展了一些研究,认为主要影响因子为光照和温度^[15]。

4.2 与抗寒性的相关性

苜蓿的抗寒性与秋眠性有着密切的联系^[15-16],在实践中被广泛使用。抗寒性是紫花苜蓿在冬季低温条件下能够存活且在来年可恢复生长的能力,是多种遗传基础因素作用的结果,是品种鉴定的一个重要指标。秋眠型苜蓿品种总体抗寒性较强,但产量相对较低,再生较慢;非秋眠型苜蓿品种总抗热抗病性强,产量高,再生快,但耐寒性差;半秋眠型苜蓿品种介于两者之间。

在北纬地区因光能利用不充分而影响产量,不足的秋眠会使抗寒性降低。秋眠型苜蓿适应于北方气候,秋季刈割后生长缓慢,产量低,但抗寒性和越冬能力强;非秋眠型苜蓿则相反。刘志英等研究结果表明:随着秋眠级数的升高即秋眠性的减弱,紫花苜蓿的越冬率显著降低。越冬期紫花苜蓿生长过程中,秋眠品种受日照变短的影响较大,生长速度低但抗寒性强;非秋眠品种受低温的影响较大,生长速度高但抗寒性弱,半秋眠品种受日照变短和低温的影响介于二者之间,既可维持较高的生长速度又具有一定的抗寒性。

4.3 对生产性能与品质的影响

不同秋眠级苜蓿品种的生物学特性和生产性能差异比较大。苜蓿的生产性能主要包括生育期、越冬率、生长速度、再生性、茎叶比、鲜干草产量等方面。刘建宁等采用分期播种比较了6个不同休眠级的苜蓿品种,结果表明半休眠品种出苗早、生长速度快、再生能力强、产草量高。王跃栋等在北京地区对7个不同秋眠级紫花苜蓿田间试验分析发现,不同秋眠类型的紫花苜蓿生产性能存在显著差异,秋眠型和半秋眠型的紫花苜蓿生产性能较好,非秋眠型紫花苜蓿生产性能较低。

秋眠性和产草量的关系也极为密切。在不同种植地区和不同秋眠类型组产量和秋眠级相关性不同。王成章等^[11]通过对国内外42个不同秋眠级紫花苜蓿研究发现,秋眠或半秋眠苜蓿产量高于非秋眠苜蓿。耿繁军等在郑州地区对引进的15个不同秋眠级紫花苜蓿品种分析评价认为秋眠和半

秋眠苜蓿的鲜草产量高于非秋眠苜蓿。然而于林清等通过对58份不同秋眠级苜蓿品种对比认为苜蓿的产草量和秋眠级负相关,在秋眠类型组中,苜蓿的产草量和秋眠级正相关但不显著。周丽霞等通过对美国引进的不同秋眠级苜蓿品种进行鉴定认为非秋眠性苜蓿具有较快的生长速度,较高的生物产量与较强的再生性等优点而极具有推广应用潜势。因此秋眠级和产草量以及产量的相关性研究需要针对不同秋眠级类型和不同种植地区进行差异性规律分析。

5 紫花苜蓿秋眠性的应用

秋眠性是指导品种引进和种植区划的核心依据,目前研究应用集中于品种评价、种植区划和越冬能力预测。我国学者根据气候区域的空间特征,也研究了中国的苜蓿引种与生产区划。例如郑州地区适宜种植2~4级秋眠型品种,而北方高寒区需选择1~3级品种。通过细化秋眠级与生态区的匹配关系,可显著提升品种适应性和产量稳定性。

在引进新品种时,需要根据秋眠级的高低进行初步选择。耿华珠等根据生态因素,综合各地研究成果,将国内主要地方品种分为多个地理生态类型,并为每种地理生态类型指定了各自的代表品种,划定了各个品种适宜的种植区域。王成章等^[11]对秋眠级为2~9级的42个紫花苜蓿品种在河南年的产量、株高、越冬率以及营养成分进行研究,建议在郑州地区适宜种植秋眠型和半秋眠型苜蓿品种,不宜选用非秋眠品种。李明凤等也对6个秋眠级18个紫花苜蓿品种在河南的农艺性状表现进行研究认为适应郑州地区种植苜蓿的秋眠级为2~4。这是对区域性苜蓿种植秋眠级选择的进一步细化和对其他学者模糊理论的验证和修正,对不同地区更好的选择适宜秋眠级的苜蓿品种提供更多的参考和选择。

6 展望

随着我国畜牧业的迅速发展,苜蓿产业已成为草业发展的重中之重。但是与发达国家相比,目前我国苜蓿业整体研发水平较低,产业发展仍然面临很多技术瓶颈,如基础研究薄弱、审定品种少、加工技术和栽培技术落后等。

种植紫花苜蓿,发展畜牧养殖业,不但能调整种植业结构,而且还可改善畜产品的质量。苜蓿品种选育过程中还应该结合秋眠性,选育出适宜不同生态类型的高产、优质、多抗苜蓿品种。全面评价我国紫花苜蓿种质资源秋眠水平,探讨苜蓿不同秋眠级与主要生态区的气候匹配状况,形成我国苜蓿秋眠性品种评价、种植区划、高产栽培系统理论指导体系,进一步提高我国苜蓿品种的产量水平和适应范围,对提升我国苜蓿生产水平和保障国家乳产品安全将产生积极的影响,并具有广阔的应用前景。

随着近年来苜蓿产业的迅速发展,秋眠性的应用将更加广泛,相关研究也会不断深入。苜蓿品种的秋眠性在种植区域的适宜性选择是否科学合理,能否采取合理的措施提高

半秋眠型苜蓿的抗寒能力,如何通过品种改良提高不同秋眠级苜蓿品种在不同种植地区适应能力,怎样利用现代生物育种技术选育出适应性广、产草量高、品质优良且抗性强的不同秋眠级苜蓿新品种将是今后苜蓿研究的热点方向。苜蓿是多年生异花授粉植物,自交结实率低,仅通过常规育种进行品种改良非常困难,利用现代生物技术改良苜蓿品质是一条有效途径

参考文献

- [1] 周敏.中国苜蓿栽培史初探[J].草原与草坪,2004,(01):44-46.
- [2] 王亚玲,李晓芳,师尚礼,等.紫花苜蓿生产性能构成因子分析与评价[J].中国草地学报,2007,29(5):8-15.
- [3] 卢欣石.中国苜蓿属植物遗传资源分类整理探究[J].中国草地学报,2009,31(5):21-22.
- [4] 王雪,李志萍,孙建军,等.中国苜蓿品种的选育与研究[J].草业科学,2014,31(3):512-518.
- [5] 刘玉华,贾志宽.紫花苜蓿秋眠性的研究进展[J].2002,(7):20-22.
- [6] 董静华,卢欣石.半秋眠和非秋眠紫花苜蓿在华北地区生长适应性评价[J].北方园艺. 2008,(07):152-156.
- [7] Barnes D K, Smith D M, Stucker R E, et al. Fall dormancy in alfalfa: A valuable predictive tool to predict winter hardiness and cultivar adaptation in Minnesota[J]. Agricultural Reviews & Manuals ArmNc, 1979, 7: 34.
- [8] 王红柳,岳征文,卢欣石.基于近红外光谱技术与支持向量机的苜蓿秋眠类型测定研究[J].光谱学与光谱分析,2011,31(06):1510-1513.
- [9] Allona, I. et al. Molecular control of winter dormancy establishment in trees: a review[J]. Spanish Journal of Agricultural Research. 2008, 6: 201-210.
- [10] 李向林,万里强.苜蓿秋眠性及其与抗寒性和产量的关系[J].草业学报,2003,31(3):51-57.
- [11] 王成章,韩锦峰,史莹华,等.不同秋眠类型苜蓿品种的生产性能研究[J].作物学报,2008,34(1):133-141.
- [12] 王成章,韩锦峰,胡喜峰,等.不同光周期条件下PhyB和ABA对不同苜蓿品种的秋眠性调控[J].草业学报,2006,15(6):56-63.
- [13] 叶常丰,戴心维.种子学[M].北京:中国农业出版社,1994,162-199.
- [14] Tysdal, H. M. Influence of light, temperature, and soil moisture on the hardening process in alfalfa[J]. Agric Res, 933, 46, 483-515.
- [15] 邓蓉,向清华,陈武,等.紫花苜蓿秋眠性的研究[J].草业科学,2005,22(2):41-44.
- [16] 李向林,万里强.苜蓿秋眠性及其与抗寒性和产量的关系[J].草业学报,2004,13(3):57-61.
- [17] 张宝田,穆春生,李志坚,等.紫花苜蓿受冻害后促进根颈枝条再生方法的研究[J].中国草地, 2003,25(5):48-52.
- [18] 刘志英,李西良,李峰,等.越冬紫花苜蓿根系性状与秋眠性的关系及其抗寒效应[J].中国农业科学. 2015,48(9):1689-1701.