

花叶性状在甘蓝型油菜改良中的应用探讨

余金龙

(贵州省雷山县桃江乡田坝村五组,雷山 557102)

摘要:以论文查阅和专利检索的数据为基础,简述了甘蓝型油菜花叶性状的遗传规律、与产量的关系、基因定位与制种,提出了利用好花叶性状有助于实现甘蓝型油菜种植从高密到超高密、超高密到极高密迈进的观点,设想了苗期预测和确定当季油菜种植密度极大值的初步方案。目的是加快花叶性状的应用研究,进一步适应甘蓝型油菜机械化作业和超高密、超高产。

关键词:甘蓝型油菜;花叶性状;极高密;超高密;超高产

2021年中央一号文件明确提出“多措并举发展油菜、花生等油料作物”的工作要求,在当前我国高度依赖进口食用油的背景下,急需良种良法创新,提升油菜产量。油菜的产量由单位面积的角果数、每果粒数和粒重3个因素构成,提高角果数对增加产量至关重要,而要增加单位面积角果数,必须增加单株角果数或者单位面积株数(即种植密度)。实际生产中,甘蓝型圆叶品种油菜随着种植密度增加,因叶片互相遮挡出现群体(个体)衰败,产量很难持续提高,达到一定种植密度后产量下降,耐密性有限。

油菜全生育周期的光合作用器官存在叶和角果交替的过程,其中叶片是油菜营养生长阶段的主要光合作用器官,也是构建理想株型的基础。刘后利^[1]根据叶缘的形状、大小、缺刻程度不同,将油菜叶片分为圆叶、半花叶和花叶3种。花叶是指叶缘裂刻至主叶脉,叶片非平展状,伸展角度不规则。由于叶缘裂刻有利于油菜基部叶间空气流通,能较大地减少病害的发生,利于产量的提高^[2]。为此,育种学家希望从叶型上进行改良,即改良叶型构建合理株型,以适应高密度种植,进而提高产量。

用花叶、裂叶、缺刻、深裂、裂刻和 mosaic leaf、lobbed leaf、lobed leaf、divided leaf 等关键词检索文献和专利数据库,其中专利数据库为 <https://www.patentics.com/index.htm> 和 <http://epub.cnipa.gov.cn/>,检索时间截至2021年7月15日。以文献和专利数据为基础,简述花叶性状的研究现状,探讨利用花叶性状促进油菜实现极高密种植的可行性。

1 花叶性状为显性性状

1972–1975年刘后利^[1]试验表明,花叶对圆叶

呈不完全显性, F_1 为中间叶型, F_2 中3种叶型均有出现;浦惠明等^[3]、晏仲元^[4]、赵银锁^[5]、倪西源^[6]、郎丽娜等^[7]通过统计性状分离得出花叶基因对圆叶基因呈部分显性的结果或花叶对圆叶为显性。各研究中,遗传设计的世代数、各世代的样本容量、叶型性状的归类方法不同,直接影响遗传分析结果。

花叶性状是显性性状已成为众多学者的共识,但表观上花叶的缺刻程度、深裂角度、深裂面积比等依然未见定量的研究报道。在表观鉴定中,以上3种主要特征没有可参考的标准,导致在统计后代性状比例的时候无法准确归类。本文认为以上3种花叶特征可以尝试利用计算机高通量视觉算法技术进一步规范,目的是对花叶性状的多种表现形式加以细分和归类。

2 花叶性状利于提高产量

前人研究表明甘蓝型油菜花叶性状有利于增产,主要原因是苗期利于通风透光增密。表1统计了甘蓝型油菜花叶性状有利于提高油菜产量的文献,可看出花叶性状品种(材料)的产量均比对照(圆叶)高。王汉中等^[12]的研究显示,当甘蓝型花叶油菜的种植密度逐渐增大后叶绿素含量反而下降,说明当种植密度逐渐增大到一定程度,花叶的生理生化指标发生改变。假设在苗期测定花叶的生理生化和农艺性状指标,通过苗期表现与产量建立相关性,逐步预测和确定当季油菜的种植密度极大值。这样既可以保证群体充分利用光、温、水、肥、土、气,又可以保证个体不会因为竞争而导致衰败。甘蓝型油菜花叶性状是一种有可能使种植密度从高密到超高密、超高密到极高密的优良性状。但实际生产中增密带来的最大问题是倒伏,倒伏是增产的主要障碍因素。

表1 甘蓝型油菜花叶性状与产量提升相关文献

年份	作者	供试品种	结论
1982	邓锡兴 ^[8]	花叶杂交种与对照湘油5号	比湘油5号增产
1987	杨盛润等 ^[9]	花叶 × 湘油10号的杂交组合	比对照71-39增产23.14%
1992	董云麟等 ^[10]	花叶8549N与对照万油17	比对照万油17增产15.5%
2001	浦惠明等 ^[3]	花叶杂交组合与对照宁油10号	比对照宁油10号增产10.94%
2013	涂玉琴等 ^[2]	叶缘裂刻品系Y176与对照中双11	在31.5万株/hm ² 时单产达到最高值
2017	文雁成等 ^[11]	缺刻叶缘突变体II2和III与其野生型	单株叶面积春季生长加速
2019	王汉中等 ^[12]	花叶型油菜材料74277和74296与对照中双9号	行数增加到1m6行或7行下总产显著增加

3 花叶性状在制种中的应用

表2统计了利用花叶性状制种的案例文献和部分相关专利。利用花叶性状制种,优点是苗期叶型表现直观易于区别真假杂株。基本策略是以花叶性状为中心,逐步与其他优良性状聚合。从时间升序来看,花叶性状制种经历了传统制种到复合技术制种。随着花叶性状的遗传研究越来越深入,一些新技术应用到甘蓝型油菜育种中,以花叶性状利用为中心,辅以分子标记辅助选择或转基因等新育种制种技术,加快了甘蓝型花叶性状油菜品种的选育、审定、区试和推广。

另外,近10年还有油菜花叶性状研究和应用相关专利(表2中未全部列出),主要集中在育种领域,不育系、恢复系等自交系选育,杂交种纯度鉴定和油菜花叶性状相关基因分子标记和基因分离。说明花叶性状的利用价值越来越被重视。

4 花叶性状基因的定位与克隆

表3统计了花叶基因定位用到的方法和结论,

花叶性状相关基因多定位于油菜A10染色体上,不同研究中定位结果稍有不同,候选区间互有重叠,推测为相同基因。2020年范楚川等^[25]分离克隆了油菜花叶基因*BnaA10.RCO*,该基因位于A10染色体,编码一个植物叶型发育相关的HD-ZIPI转录因子。另外有多篇文献中,开发了与叶型紧密连锁的分子标记,可以用于分子标记辅助选择。这些研究进展将加快花叶性状油菜的改良。

5 讨论

作物产量定量分析主要有3个理论体系,一是产量构成理论体系,主要突出了产量形成的最终可观测指标;二是光合性能分析,主要突出了产量形成的光合物质生产与分配;三是源库分析,主要突出了产量形成的物质生产与存贮关系^[29]。如前所述,叶片是油菜进行营养生长的主要光合作用器官,也是理想株型构建的基础。从源库角度分析,花叶属于“源”的范畴,影响着“库”的大小。从光合性能角度分析,植物干物质的90%~95%来自光合作用的

表2 甘蓝型油菜花叶性状在制种中的应用

年份	作者	试验方法	结论
2003	庄静等 ^[13]	杂交、自交、回交	选育具有花叶性状的双低两型系
2011	龙卫华等 ^[14]	杂交、自交	选育具有花叶性状的优良恢复系
2014	文雁成等 ^[15]	杂交	创制出甘蓝型油菜深缺刻花叶新品系
2014	杨立勇等 ^[16]	杂交、自交	提高全不育系纯度,简化核不育杂交制种程序
2014	倪西源等 ^[6,17-18]	杂交	利用花叶性状选育全不育系的方法可行,控制杂交种的纯度
2016	戴兴临等 ^[19] 汤洁等 ^[20]	杂交	获得叶缘全裂刻性状的油菜恢复系/不育系,保障种子纯度
2017	倪西源等 ^[21]	系谱法、回交	去除非花叶杂株来确保纯度
2018	王汉中等 ^[22]	InDel标记定位	用于分子辅助选择育种,准确率高,标记验证正确率达到100%
2020	周熙荣等 ^[23]	杂交	提高恢复系及其杂交种的含油量,又能在苗期有效铲除假杂种
2021	朱吉凤等 ^[24]	杂交、品质分析	获得综合性状好的黄籽、花叶、高含油量且早熟的恢复系

表3 甘蓝型油菜花叶性状的基因定位

年份	作者	方法	结论
2011	晏仲元 ^[4]	SSR、BSA	定位于甘蓝型油菜 A10 染色体上,分子标记 BrGMS4768 和 BrGMS4779 之间 10cM 遗传图距范围内
2012	赵银锁 ^[5]	AFLP 标记、BSA	花叶恢 II 的缺裂性状受 1 对显性基因(<i>BnIL2</i>)与 1 对隐性基因(<i>BnIL1</i>)控制;将 <i>BnIL1</i> 定位于 A10 染色体 238K 物理区间内
2016	郎丽娜等 ^[7]	BSA	定位于 A10 染色体的 15.70Mb 下游区段,获得 SSR 标记: CB10079、BNGMS114、BNGMS385
2018	Zhang 等 ^[26]	BLAST 工具	定位于 A10 染色体上 15.701~15.817Mb 的区域。候选基因 <i>Bra009510</i> 在双亲间有 8 个氨基酸差异,表达差异显著
2019	涂玉琴等 ^[27]	SLAF-seq、ED、SNP-index	定位于甘蓝型油菜 A10 染色体上的 14528149~17353693 区域,总长度 2.83Mb,约 666 个编码基因
2018	Wen 等 ^[28]	SLAF-seq、BLAST 工具	定位两个甘蓝型油菜裂叶系基因 <i>III1</i> 和 <i>III2</i> ,二者为等位基因,位于 A10 染色体
2020	范楚川等 ^[25]	图位克隆基因定位	分离克隆了调控油菜叶型的主效基因 <i>BnaA10.RCO</i> 基因和其等位基因,位于 A10 染色体,编码一个植物叶型发育相关的 HD-ZIPI 转录因子

产物,光合作用是作物及能源植物产量形成的物质基础^[30],由此可知,花叶的光合面积、光合时间、光合速率、呼吸速率构成了油菜干物质(产量)光合性能的主要参数,提高单片花叶的光合性能或利用花叶的特点提高群体光合性能是理论可行的方案。从产量构成角度分析,油菜的产量由单位面积上的角果数、每果粒数和粒重 3 个因素构成,田间种植油菜有“冬前三片叶,春后半斤油”的经验总结,冬前(或营养生长期)增加单株花叶叶片数(或单位面积株数)进而提高油菜产量是理论可行的方案。参考赵明^[29]提出的作物产量“三合结构”模式理论框架图,在利用花叶性状提高油菜产量的过程中,应综合考虑以上 3 种作物产量形成理论体系。现阶段的研究结果显示,利用花叶性状提高油菜产量的途径是花叶性状适应高密度种植,通过高密度增加群体生物量进而提高油菜产量,符合源库理论的“扩源增库”途径;苗期花叶群体透光性强,加强了个体(群体)的光合性能,能进一步增加油菜的干物质(产量)积累,符合光合性能理论。但目前仍未见在花叶性状油菜的全生育期中进行产量形成的系统调控分析研究。解析和阐明花叶性状油菜产量形成基础,有助于挖掘花叶性状油菜群体产量潜力,使花叶性状油菜从当前的超高密种植迈向极高密种植。

参考文献

- [1] 刘后利. 油菜遗传育种学. 北京:中国农业大学出版社,2000
- [2] 涂玉琴,孙建,戴兴临,汤洁,涂伟凤,邵华强. 甘蓝型油菜叶缘裂刻

- 性状特征及其遗传分析. 中国油料作物学报,2013(10): 93-96
- [3] 浦惠明,傅寿仲,戚存扣,张洁夫,伍贻美,高建芹,陈新军. 花叶性状的遗传及其在杂交油菜育种中的应用. 中国油料作物学报,2001,23(3): 60-62
- [4] 晏仲元. 甘蓝型油菜花叶性状的遗传及基因定位. 武汉:华中农业大学,2011
- [5] 赵银锁. 甘蓝型油菜缺裂叶形基因 *BnIL1* 的精细定位. 武汉:华中农业大学,2012
- [6] 倪西源. 甘蓝型油菜“花叶”基因的精细定位及其在杂种优势利用中的应用. 杭州:浙江大学,2014
- [7] 郎丽娜,赵娜,马兵,刘亚萍,田正书,刘璐,卢虹,刘霞,王阳,徐爱遐,黄镇. 甘蓝型油菜花叶性状的遗传及基因定位. 华北农学报,2016,31(4): 39-43
- [8] 邓锡兴. 甘蓝型杂交油菜恢复系选育. 湖南农业科学,1982(6): 22-24
- [9] 杨盛润,刘若龙,蒲辅成,陈毅夫. 甘蓝型杂交油菜两系法育种研究. 湖南农业科学,1987(1): 10-12
- [10] 董云麟,杜禾. 甘蓝型核不育杂交油菜 8549N 的选育. 中国油料,1992(1): 69-70
- [11] 文雁成,张书芬,王建平,朱家成,何俊平,蔡东芳,曹金华,赵磊,王东国. 两个甘蓝型油菜裂刻叶缘突变体遗传规律及其农艺性状分析. 中国油料作物学报,2017,39(1): 13-17
- [12] 王汉中,赖小玲,刘贵华,王新发. 花叶性状在增加油菜群体总角果皮面积上的应用. 中国,110476744A,2019-11-22
- [13] 庄静,周熙荣,李树林,顾龙弟. 甘蓝型油菜(*Brassica napus* L.) 隐性核不育花叶两型系的选育. 上海农业学报,2003,19(2): 17-19
- [14] 龙卫华,浦惠明,戚存扣,张洁夫,陈松,高建芹,胡茂龙,陈新军,陈峰,顾慧,付三雄. 一种选育油菜花叶细胞质不育系统恢复系的方法. 中国,102172214A,2011-09-07
- [15] 文雁成,鲁丽萍,张书芬,王建平,朱家成,何俊平,赵磊,曹金华. 利用十字花科种间杂交创造甘蓝型油菜种质资源的研究. 河南农

黄淮海地区小麦－玉米规模经营 品种不适配难题探讨

景琦¹ 任玉晶²

(¹ 全国农业技术推广服务中心, 北京 100125; ² 中国农业科学技术出版社有限公司, 北京 100081)

摘要:发展适度规模农业是实现现代农业的必由之路。根据调研走访发现,黄淮海小麦-玉米连作地区当流转规模大到一定程度时,单位面积收益不增反降。经过对 147 个规模经营种植户调研发现,品种与种植规模不匹配是造成这一现象的重要原因。深入分析表明,品种丰产性与种植规模不匹配、良种的潜力未在种植过程中完全发挥、农户对良种的认知不足是造成这一现象的 3 个深层次原因。针对这些问题,有针对性地给出了 4 条建议,即研发符合规模种植需求的品种、建立良种为核心的新型示范推广体系、加强农户和种子供应商之间的信息对接以及增强农民对良种的重视程度。

关键词:品种管理;规模经营;良种

种业是农业的“芯片”^[1],2020年中央经济工作会议上强调,保障粮食安全,关键在于落实藏粮于地、藏粮于技战略,首先要解决好种子和耕地两个要害问题。党中央、国务院把落实“两藏战略”的着力点放在种子和耕地上,充分体现了种子与耕地在粮食生产中的根本性与决定性作用。另一方面,在我

国工业化和城镇化的大背景下,推动农村土地适度流转,发展农业适度规模经营是提高要素生产率,实现农业高效发展的必由之路^[2]。然而,通过实践调查发现黄淮海小麦-玉米连作地区的规模经营主体对优良品种增产作用的认识不够,在栽培管理中普遍存在品种选择与规模种植模式不适配的问题,导

业科学, 2014, 43 (6): 30-34

- [16] 杨立勇,孙超才,周熙荣,王伟荣,李延莉,蒋美艳,林金元. 甘蓝型油菜花叶突变体的应用. 中国, 103931486A, 2014-07-23
- [17] 倪西源,赵坚义,黄吉祥. 一种控制甘蓝型油菜隐性上位互作核不育杂交种纯度的育种方法. 中国, 104221849A, 2014-12-24
- [18] Ni X Y, Huang J X, Ali B, Zhou W J, Zhao J Y. Genetic analysis and fine mapping of the *LOBED-LEAF 1 (BnLL1)* gene in rapeseed (*Brassica napus* L.). Euphytica, 2015, 204: 29-38
- [19] 戴兴临,汤洁,涂玉琴,涂伟凤,张南峰,张弢,王丽钦. 带有叶缘全裂刻标记性状的油菜恢复系及选育方法与应用. 中国, 105494087A, 2016-04-20
- [20] 汤洁,戴兴临,涂玉琴,涂伟凤,王丽钦,张南峰,张弢. 带有叶缘全裂刻标记性状的油菜不育系及选育方法与应用. 中国, 105706901A, 2016-06-29
- [21] 倪西源,黄吉祥,柳寒,潘兵,赵坚义. 花叶性状在油菜杂交种纯度控制中的应用. 核农学报, 2017, 31 (6): 1070-1075
- [22] 王汉中,华玮,郑明,王新发,张亮,金莉,刘晟. 与甘蓝型油菜花叶基因连锁的 InDel 标记及应用. 中国, 108950052A, 2018-12-07
- [23] 周熙荣,张俊英,朱吉凤,杨立勇,蒋美艳,李延莉,王伟荣,江建霞. 一种甘蓝型油菜显性核不育黄秆、花叶恢复系的选育及利用.

中国, 110946070A, 2020-04-03

- [24] 朱吉凤, 张俊英, 蒋美艳, 江建霞, 杨立勇, 李延莉, 王伟荣, 周熙荣. 高含油量油菜显性核不育恢复系 4061R 选育. 中国油料作物学报, 2021, 43 (5): 778-782
- [25] 范楚川, 周永明, 胡利民, 张浩, 靳潇潇. 一种控制油菜叶形的主效基因及其应用. 中国, 112011547A, 2020-12-01
- [26] Zhang Y, Xu A X, Lang L, Wang Y, Liu X, Liang F H, Zhang B B, Qin M F, Dalehan J, Huang Z. Genetic mapping of a lobed-leaf gene associated with salt tolerance in *Brassica napus* L. . Plant Science, 2018, 269: 75-84
- [27] 涂玉琴, 张洋, 辛佳佳, 涂伟凤, 汤洁, 戴兴临. 基于 SLAF-seq 技术鉴定甘蓝型油菜叶缘裂刻性状候选基因. 植物遗传资源学报, 2019, 20 (2): 426-435
- [28] Wen Y C, Zhang S F, Wang J P, He J P, Cai D F, Zhao L, Wang D G. Fine mapping of lobed-leaf genes in two *Brassica napus* lines using SLAF sequencing. Crop Science, 2018, 58 (4): 1684-1692
- [29] 赵明. 作物产量性能与高产技术. 北京: 中国农业出版社, 2013
- [30] 中国科学院生物资源领域战略研究组. 中国至 2050 年生物质资源科技发展路线图. 北京: 科学出版社, 2009

(收稿日期: 2021-11-02)