

冬小麦子粒充实度及灌浆模式的研究

徐向阳 康明辉

何纪安

(河南省农业科学院小麦研究所, 郑州 450002) (河南省焦作市农业技术推广中心, 焦作)

张端煜 刘永录

(郑州牧业工程高等专科学校, 郑州)

摘 要 通过对小麦子粒灌浆及发育的研究分析, 提出了子粒充实度的概念及计算公式, 并据此对河南省小麦子粒灌浆模式进行了研究, 结果表明, 品种间的子粒充实度存在着显著差异, 它可以较好地反映子粒生长潜力的发挥程度。河南省的高产小麦品种可以划分为四种灌浆模式: ①高灌浆速度与短灌浆持续期相结合类型; ②长灌浆持续期与早开花相结合类型; ③长灌浆持续期与晚开花相结合类型; ④低灌浆速度与长灌浆持续期相结合类型。其中, ①②模式类型比较适合河南省的生态条件, 子粒充实度较高。子粒充实度与子粒灌浆持续期、子粒灌浆完成期、开花期、起始生长势等密切相关。

关键词 小麦 子粒充实度 灌浆模式

在育种实践中, 选择能在特定生态环境条件下充分发挥其生产潜力的基因型, 一直是育种家们追求的目标。多年来, 人们一直采用子粒饱满度这一粗放的指标衡量子粒的生长状况及品种对生态环境的适应性。为对子粒饱满度做定量描述, 一些学者先后提出了子粒皱缩指数^[1]、子粒饱满指数^[2]等概念, 但研究表明, 用这些指标度量子粒饱满度有较大的局限性^[3]。因此, 选择一个能科学反映籽粒生长潜力发挥程度的指标对指导育种实践有十分重要的意义。子粒生长潜力的发挥程度取决于子粒灌浆。本研究从分析子粒灌浆人手, 研究影响子粒生长潜力发挥的因素。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试小麦品种为豫麦 2 号、百农 3217、百泉 3039、百农 792、郑引一号、豫麦 7 号、陕农 7859、冀麦 30 号、豫麦 16 号、郑州 831、郑州 853 等 12 个在黄淮麦区广泛种植的高产品种。

1.2 试验方法

试验采用随机区组设计, 3次重复, 稀条播, 田间管理与一般试验相同, 采用文献[3]的方

法调查有关性状。

1.3 分析方法。

从开花起累积生长度 $^{\circ}\text{d}$, 作为计算子粒灌浆速度的指标, 并把子粒灌浆持续期定义为: 从开花到生理成熟的累计生长度 $^{\circ}\text{d}$, 则子粒灌浆速度以每个生长度 $^{\circ}\text{d}$ 粒重增加的 mg 数表示。粒重和开花后的累积生长度 $^{\circ}\text{d}$ 之间的关系呈“S”型曲线, 符合 Logistic 方程:

$$W=A(1+Be^{-Kt})^{-1} \tag{1}$$

其中, W 为粒重, t 为时间, A 、 B 、 K 为待求参数。对(1)求极限得:

$$A=\lim_{t\rightarrow\infty}W$$

由此可见, 参数 A 的生物学意义可理解为子粒的理论粒重。

在此, 我们把子粒充实度定义为:

$$\text{充实度}=\frac{\text{收获时子粒的千粒重}(W)}{\text{子粒的理论千粒重}(A)} \tag{2}$$

对(1)求导数, 可得生长速率 G :

$$G=\frac{dw}{dt}=ABKe^{-kt}/(1+Be^{-kt})^2=KW(1-\frac{W}{A}) \tag{3}$$

对(3)积分可以得到平均灌浆速率 G 和灌浆持续期 D :

$$G=\frac{1}{A} \int_{\frac{W}{A}=0}^{\frac{W}{A}=1} dt \frac{dw}{dt}$$
$$D=\frac{A}{G}$$

2 结果与分析

2.1 子粒充实度及相关性状在品种间的变异

从表 1 中可以看出, 子粒充实度以及与之相关的灌浆持续期、平均灌浆速度、最大灌浆速度、起始生长势等性状的品种间差异均达到显著水平, 这说明在育种实践中, 针对这些性状进行选择都是有效的。子粒充实度在品种间的变异达到了 1% 的显著水平, 其变幅为 0.85 ~ 0.97, 其中豫麦 16 号、郑州 853、豫麦 7 号、陕农 7859 等品种(系)的子粒充实度都在 0.95 以上, 说明子粒的生长潜力得到较程度的发挥; 郑引一号、豫麦 2 号、百泉 3039、百农 792、冀麦 30 号、郑州 831 等品种(系)的子粒充实度都在 0.90 ~ 0.93, 子粒生长潜力发挥程度中等; 而徐州 21、百农 3217 的子粒充实度较低, 子粒生长潜力没有得到充分发挥。

2.2 子粒充实度和子粒灌浆类型的关系

图 1 是由供试品种的平均灌浆速度、灌浆持续期和子粒充实度构成的散点图。结合品种的开花期、子粒生产潜力, 我们可以把供试品种分为以下几类:

第 1 类: 高灌浆速度和短灌浆持续期结合型。如郑州 853、陕农 7859 和豫麦 16 号等 3 个品种。其共同特点是: 开花期晚, 灌浆持续期短, 但灌浆速度快。3 个品种的平均灌浆速度分别为 8.67, 8.30, 7.62 $\text{mg}/100 \text{粒}^{\circ}\text{d}$, 分居供试品种的前 3 位; 其灌浆持续期分别为 581.5, 614.6, 643.28 个生长度 $^{\circ}\text{d}$, 分居供试品种的后 3 位, 其充实度均在 0.95 以上。

表 1 供试品种的子粒充实度及相关性状

品 种	开花期 (月—日)	灌浆完成期 (月—日)	灌浆持续期 (生长度·d)	平均灌浆速度 (mg/100粒 ·生长度·d)	最大灌浆速度 (mg/100粒 ·生长度·d)	起始生长势	子粒充实度
郑引一号	04—25	05—30	724.40	6.071	9.11	8.318	0.90
豫麦 2 号	04—26	06—01	717.69	6.821	10.22	8.375	0.93
百农 3217	04—25	05—29	708.27	6.153	9.23	8.470	0.89
百泉 3039	04—25	05—29	668.80	6.760	10.14	8.980	0.91
百农 792	04—26	05—27	647.80	6.070	9.11	9.310	0.92
豫麦 7 号	04—21	05—26	713.40	6.870	10.30	8.510	0.95
徐州 21 号	04—26	06—02	751.20	6.734	10.10	7.990	0.85
陕农 7859	04—26	05—25	614.60	8.300	12.58	9.913	0.95
冀麦 30 号	04—22	05—28	749.20	7.089	11.66	8.015	0.91
豫麦 16 号	04—24	05—25	643.78	7.620	11.44	9.370	0.97
郑州 831	04—24	05—28	701.80	7.430	11.14	8.572	0.91
郑州 853	04—27	05—25	581.50	8.670	13.00	8.910	0.95
F	19.6**		3.347**	3.111*	3.065	3.050	3.455
LSD _{0.05}	0.505		42.85	0.6977	1.069	0.582	0.0672
极差	5.34		167.7	2.6	3.89	1.898	0.12
变异系数(%)	32.78		6.54	9.47	9.83	5.95	3.959

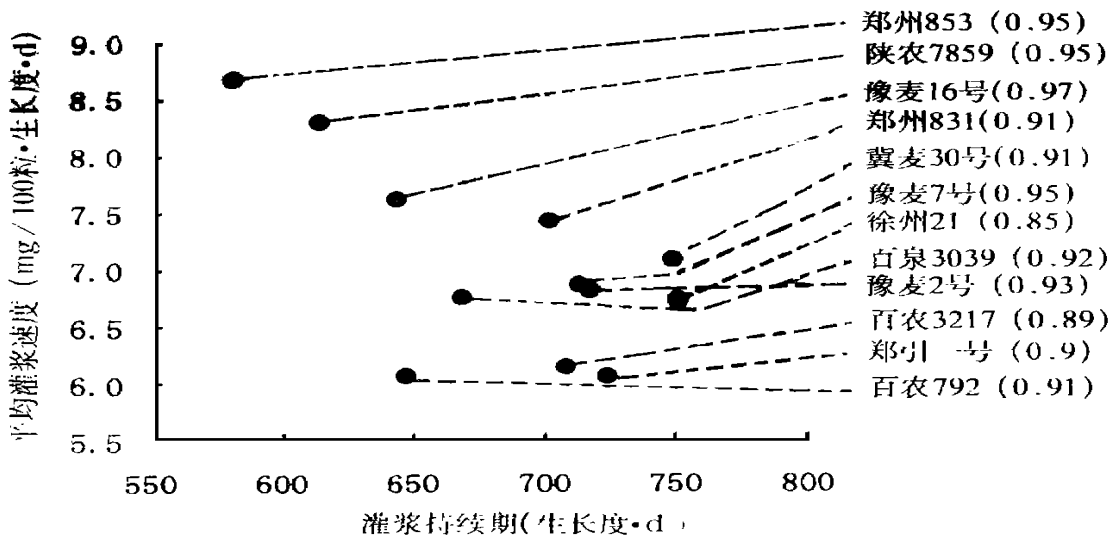


图 1 灌浆速度、灌浆持续期和子粒充实度的关系
(括号内的数字为子粒充实度)

第 2 类: 灌浆持续期较长, 早开花类型。这类品种的特点是: 开花期较早, 平均灌浆速度中等, 灌浆持续期较长。如豫麦 7 号、冀麦 30 号、郑州 831 等, 灌浆速度为 6.87~7.43 mg/粒·生长度·d, 灌浆持续期为 701.8~749.2 个生长度·d。

第 3 类: 灌浆持续期长, 晚开花类型。如徐州 21 号, 其特点是: 子粒生长潜力较大, 但开花较晚, 平均灌浆速度中等, 完成灌浆所需要时间较长, 子粒充实度较低。

第 4 类: 低灌浆速度与长灌浆持续期相结合型, 如郑引一号、百农 3217、百泉 3039、百农 792 等, 其共同特点是: 子粒生长潜力较小, 平均灌浆速度较慢, 灌浆持续期长, 子粒充实度较

低。

2.3 子粒充实度和灌浆持续期、子粒灌浆完成期的关系

2.3.1 灌浆持续期对子粒充实度的影响 将供试品种的子粒充实度及相关性状列入表 1。从表 1 可以看出, 子粒的充实度都在 0.97 以下, 这说明各品种的生长潜力均没有得到充分发挥。为了进一步探讨灌浆持续期和子粒充实度之间的关系, 作者对子粒充实所需的理论灌浆持续期和实际灌浆持续期进行了比较研究(表 2)。其中, 理论灌浆期为子粒充实度达到 0.99 时所需的时间。

从表 2 可以看出, 子粒的实际灌浆期小于子粒的理论灌浆期, 二者相差 11.92~14.53d (225.16~266.32 个生长度·d), 从而导致子粒充实度较低, 生产潜力得不到充分发挥。

表 2 供试品种的理论灌浆持续期和实际灌浆持续期

		豫麦 2 号	冀麦 30 号	豫麦 16 号	郑州 831	郑引 1 号	百农 3217	百泉 3039	百农 792	豫麦 7 号	徐州 21	陕农 7859	郑州 853
D(理论)	d	48.23	50.48	44.02	47.81	48.17	47.13	45.03	42.43	48.71	49.42	42.13	41.45
	生长度·d	973.87	1015.53	885.3	955.11	970.44	948.88	904.15	872.5	963.95	998.68	849.48	821.97
D(实际)	d	34.14	35.89	30.75	33.83	34.53	33.38	31.92	30.51	34.45	35.7	28.93	28.1
	生长度·d	717.71	749.21	643.8	701.8	724.4	708.3	668.77	678.34	706.2	751.2	614.53	531.5
D(理论)一	d	14.09	14.53	13.37	13.93	13.64	13.3	13.11	11.92	14.28	13.72	13.2	13.35
D(实际)													
	生长度·d	256.16	266.32	241.5	253.31	246.04	240.58	235.38	225.16	257.75	247.48	234.95	240.47

2.3.2 子粒灌浆完成期与子粒充实度之间的关系 进一步研究表明, 子粒充实度的大小和品种灌浆完成期密切相关。第 1 类和第 2 类品种中的豫麦 7 号的灌浆完成期均在 5 月 26 日以前, 其充实度也都在 0.95 以上, 其中, 第 1 类品种属高灌浆速度与短灌浆持续期结合型, 而豫麦 7 号虽然灌浆速度中等, 灌浆持续期较长, 但开花极早, 灌浆完成期也较早, 属早开花类型; 第 3 类中的徐州 21 号, 虽然其实际灌浆期很长, 灌浆速度也不算太低, 但其灌浆完成期最短, 充实度也最低。如果我们把充实度 0.95 做为衡量灌浆过程完成好坏的指标, 那么, 在河南省黄淮麦区, 品种的灌浆完成期应在 5 月 26 日以前。灌浆完成期越拖后, 灌浆过程受气候影响越大, 其充实度也越低, 华北农谚“小满不满, 麦有一险”也就是这个道理。

2.4 与子粒充实度有关的几个性状间的关系

2.4.1 起始生长势和灌浆持续期 从表 1 可以看出, 起始生长势由小到大的顺序是: 徐州 21>冀麦 30 号>郑引一号>豫麦 2 号>百农 3217>豫麦 7 号>郑州 831>郑州 853>百泉 3039>百农 792>豫麦 16 号>陕农 7859。灌浆持续期由大到小的排列顺序为: 徐州 21>冀麦 30 号>郑引一号>豫麦 2 号>豫麦 7 号>百农 3217>郑州 831>百泉 3039>百农 792>豫麦 16 号>陕农 7859>郑州 853。由此可以看出, 起始生长势和灌浆持续期之间几乎成规则的逆顺序排列, 所不同的仅仅是百农 3217、豫麦 7 号、郑州 853 等的顺序稍有变化。这说明起

始生长势和灌浆持续期之间存在着负向变化趋势。由于本研究所选用材料有限,二者之间的关系尚需更多的品种做进一步的研究。

2.4.2 开花期与子粒充实度 相关分析表明,开花期和起始生长势(k)、子粒充实之间呈显著的正相关($r=0.7378^{**}$ 、 0.5784^{**}),即开花越晚,起始生长势越大,充实度越高。这一点与前面的结论一致。

3 讨论

由于受河南省生态条件的限制,河南省小麦的发育具有“两长一短(生育期长、分蘖期长、灌浆短)”的特点,有限的灌浆期限制着河南省小麦生产潜力的充分发挥。因此,在育种中如何选择与这一生态条件相适应的品种是进一步提高河南省小麦生产水平的关键。在本研究中,高灌浆速度和短灌浆持续期相结合型品种具有较高的子粒充实度,这类品种最适合河南省的生态条件,子粒的生长潜力基本能够得到发挥。因此,在育种实践中应注意选择这种类型。“灌浆期长、开花期早”类型品种,也具有较高的子粒充实度。如豫麦7号,虽然灌浆速度中等,但开花早,灌浆持续期较长,灌浆完成期也较早,因此其充实度也较高。对这类品种,其生长潜力发挥的程度完全取决于其灌浆完成期的早晚。

子粒充实度是不同于子粒饱满度的新指标,其大小表示子粒生长潜力发挥的程度。而子粒的生长潜力,用子粒的理论重量表示,理论重量可以通过生长方程求出,其代表性可以通过生长方程进行检验。在一定程度上,子粒充实度代表了流、源、库之间的协调状况。本研究中,各品种的子粒充实度和主成分分析结果(Q型结果,待发表)完全吻合。因此我们认为,子粒充实度是表示源、流、库协调状况的理想指标。

参 考 文 献

- 1 张晓龙. 测定小麦种子饱满度的新方法. 作物学报, 1985, 11(2): 134~136
- 2 严威凯. 小麦种子饱满度指标的研究. 作物学报, 1989, 15(3): 19~21
- 3 徐向阳, 任明全, 李尧权. Primary study on the problem of source-sink balance during wheat grain filling period and grain filling models. Proceedings of International Conference on Mathematical Biology, 1997

A Study on Grain Filling Degree and Grain Filling Models in Winter Wheat

Xu Xiangyang Kang Minghui

(Wheat Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002)

He Ji'an

Zhang Duanyu Liu Yonglu

(Jiaozuo Center for Popularizing
Advanced Agrotechnics)

(Zhengzhou College of
Animal Husbandry)

Abstract On the basis of analysis on wheat grain filling and grain growth, the concept of grain filling degree and the related formula were suggested. Also the grain filling models were studied. It is suggested that there are significant differences in grain filling degree among the varieties used and the grain filling degree represents the effect of the grain growth potential. The grain filling models of the high-yield wheat varieties in Henan provinces were divided into four types: (1) higher grain filling rate combined with shorter grain filling duration; (2) longer grain filling duration combined with early flowering; (3) longer grain filling duration combined with later flowering; (4) lower grain filling rate combined with longer grain filling duration. The first two types were most suitable for the ecological condition of Henan province. Their grain filling degrees are higher than others. The grain filling degree is closely related to grain filling duration, the ending date of grain filling, the flowering date and the initial growth potential.

Key words: Wheat; Grain filling degree; Grain filling model