

常金河,徐晓峰,米 倩,等. 不同筋型冬小麦品种灌浆特性与籽粒产量、品质的关系[J]. 江苏农业科学,2022,50(22):70-76.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.22.009

不同筋型冬小麦品种灌浆特性与籽粒产量、品质的关系

常金河¹, 徐晓峰², 米 倩², 焦竹青³, 胡俊敏³

(1. 河南省修武县农业农村局, 河南焦作 454350; 2. 河南科技大学, 河南洛阳 471000; 3. 河南省焦作市种子站, 河南焦作 454000)

摘要:灌浆期是冬小麦产量和品质形成的关键时期,但灌浆特性与产量、品质的关系仍不清楚。以河南省焦作市推广的 4 个冬小麦品种(兼用麦淮麦 43、伟隆 169;强筋麦西农 38、西农 511)为研究对象,通过大田试验,考察灌浆期各组织干物质的变化动态,比较灌浆特性在品种间的差异,在此基础上进一步采用网络拓扑分析技术分析冬小麦产量、品质、氮肥利用效率对灌浆特性的响应关系,探讨协调冬小麦产量、品质和氮肥利用效率的途径。结果表明,强筋麦品种较兼用麦花前干物质输出量高,花前干物质对籽粒的贡献率平均较高。强筋麦品种的灌浆中期持续时间较兼用麦平均长 1.93 d,灌浆速率较低。网络拓扑分析结果表明,千粒质量主要与花前干物质积累、最大灌浆速度、理论最大千粒质量、花前干物质输出量等相关。籽粒产量与 3 个灌浆阶段的灌浆速率呈正相关,与灌浆中期持续时间呈负相关。籽粒产量对千粒质量的依赖性低。淀粉含量与灌浆后期的灌浆速率呈正相关,粗蛋白含量与淀粉含量呈负相关。筛选灌浆中期持续时间长,花前干物质积累量大,花前干物质输出量大的品种和栽培技术,可能是协调产量和粗蛋白含量的潜在途径。

关键词:冬小麦;灌浆特性;粒质量;产量;粗蛋白含量;网络拓扑分析

中图分类号:S512.1⁺10.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)22-0070-06

灌浆期是冬小麦籽粒产量形成的关键时期^[1-2]。依据灌浆期籽粒干物质积累不同阶段的特点,习惯上把灌浆期划分为灌浆初期、灌浆中期、灌浆后期^[3-4],也称为渐增期、快增期、缓增期^[5]。多项式模型、Logistics 模型和 Richards 模型是描述冬小麦灌浆期籽粒干物质增长趋势的 3 种常用模型^[3-4]。依据模型,可以估算不同阶段的灌浆持续时间、灌浆速率、平均灌浆速率、最大灌浆速率、最大灌浆速率出现时间、理论最大粒质量等关键灌浆特征参数^[3-5]。灌浆特性与籽粒干物质、粗蛋白的形成和积累有密切的关系^[6-7]。灌浆特性有较高的遗传力,主要由数量性状决定^[8-9]。施肥量^[10-12]、灌水量及灌水时间^[13-14]、干旱和干热风^[15-19]等环境条件对灌浆特性也有较大的影响。因此明确灌浆特性与籽粒质量、品质间的关系,是实现优质品种向优质产品转化的关键,有助于优质品种的区划布局和推广。

关于冬小麦品种的灌浆特性与粒质量、品质形成间的关系,不同的报道间并不一致。朱灿灿等在总结 1949 年以来河南省冬小麦品种演替时发现,千粒质量与快增期灌浆速率、灌浆持续时间呈显著正相关^[20]。Xie 等研究报道灌浆速率与粒质量关系密切^[21]。郭艳艳等在观察胚乳细胞增殖动态过程中发现粒质量与最大灌浆速率、灌浆中后期速率关系密切^[22]。宫宇等在研究氮肥追施时间时也发现,最大灌浆速率、后期灌浆速率与千粒质量的相关性强^[11]。姜丽娜等在评价新乡市主栽品种灌浆特性时发现,千粒质量与最大灌浆速率呈显著正相关,与平均灌浆速率、有效灌浆持续时间也有较显著的正相关^[23]。石怡彤等对河北省辛集市“粮丰工程”主推的 8 个强筋麦品种的观察时却发现,粒质量虽与最大灌浆速率相关性强,但与灌浆持续时间、灌浆中期到来的迟早相关性弱^[24]。刘见等在研究喷灌对小麦籽粒灌浆特性时发现,千粒质量与灌浆持续时间、最大灌浆速率出现的迟早有较高的正相关^[25]。同时,翟云龙等在研究耕作方式对小麦灌浆特性影响时却发现,千粒质量与灌浆持续时间相关,灌浆中后期的灌浆速率对千粒质量影响小^[26]。刘志良等研究认为,灌浆速率低并不影响千粒质量,灌浆持续时间对千粒质量更重要^[13]。姚钊等在

收稿日期:2021-11-30

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0201700)。

作者简介:常金河(1966—),男,河南修武人,高级农艺师,主要从事农业技术推广与示范工作。E-mail: xwcjh660204@163.com。

通信作者:徐晓峰,博士,副教授,主要从事农田养分资源管理、农业废弃物资源化研究。E-mail: xuxfl01@163.com。

研究滴灌和施氮量对小麦灌浆特性影响时认为最大灌浆速率、中后期灌浆速率、平均灌浆速率、最大灌浆速率出现早晚与千粒质量呈极显著负相关;反而是渐增期灌浆速率、中后期持续时间与千粒质量呈极显著正相关^[10]。灌浆特性与粗蛋白含量的关系报道的较少。杜军志较早研究了粗蛋白积累与小麦灌浆特性的关系,认为粗蛋白含量与灌浆速率呈负相关,与灌浆持续时间呈正相关^[7]。韩巧霞等在研究土壤质地对粗蛋白含量的影响时发现,粗蛋白含量与淀粉含量呈负相关^[27]。Chen 等研究发现,花后遮掩将影响籽粒粗蛋白含量^[28]。由于小麦灌浆特性相关指标较多,而研究方法相对比较简单,与千粒质量、粗蛋白含量的关系又复杂,导致灌浆特性与粒质量、粗蛋白含量间关系仍不清楚,因此很有必要开展进一步的研究。

豫北地区是我国黄淮海冬小麦主产区的核心区域。为此,本研究通过大田试验,研究 4 个当地主推冬小麦品种的灌浆特性,并对千粒质量、产量、粗蛋白含量、淀粉含量等指标与灌浆特性间的关系开展深入的研究,以期对冬小麦品种的科学区划布局和推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于河南省焦作市修武县聚龙粮食专业合作社(113°25′32″E,35°10′16″N),该地多年均温 14.5℃,无霜期 216 d,多年平均降水量 560 mm。试验用地的土壤属潮土,pH 值 8.1,有机质含量 22.7 g/kg,全氮含量 1.22 g/kg,速效磷含量 29.3 mg/kg,速效钾含量 198 mg/kg。实行小麦与玉米轮作,前茬为玉米。

1.2 参试品种

参试品种为当地拟推广的 4 个品种,包括兼用麦淮麦 43、伟隆 169 和强筋麦西农 38、西农 511。

1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,重复 3 次。小区面积为 810 m²。玉米秸秆全量还田。2020 年 10 月 22 日播种,播种量为 150 kg/hm²。种子采用苯醚·咯·噻虫为包衣剂,总有效成分含量为 22%,其中:噻虫嗪 20%,咯菌腈 1%,苯醚甲环唑 1%。播种前深翻,旋耕整地。基肥与追肥的质量比为 3:2。基肥施用复合肥(N 含量 20%、P₂O₅ 含量 20%、K₂O 含量 5%)825 kg/hm²,深翻前撒施。追肥时间依据

当地多数种植户追肥时间,于 2020 年 12 月 6 日结合浇水撒施尿素 225 kg/hm²。2020 年 3 月 20 日、5 月 5 日,分别灌水 1 次。各次灌水量为 225 m³/hm²。

1.4 调查项目与计算方法

1.4.1 灌浆动态调查 在开花时,选择开花期一致、长势一致的穗,进行标记。自 4 月 25 日开始,每隔 7 d,每个小区随机取标记的 20 穗,带回实验室,分为茎叶、穗轴和颖壳、籽粒 3 个部分,分别测定其干物质量。一直调查到腊熟期。依据盛花期和收获期的茎叶、穗轴和颖壳干物质量差值评价花前花后干物质积累与转移效率,具体方法参照文献[29]。

1.4.2 产量及产量构成三要素调查 在灌浆中期,采用 1 m 双行调查法统计穗数;取生长均匀的小麦行,取连续的 20 穗,去掉无效穗,统计穗粒数。收获期每个小区取 1 m² 小麦,收获后测产,并统计千粒质量。

1.4.3 粗蛋白与淀粉含量调查 用红外光谱品质分析仪测定收获期小麦籽粒的粗蛋白、淀粉含量。

1.5 数据处理与分析方法

数据采集后,采用 R 软件(4.0.2 版)及其辅助包^[30]进行数据分布正态性和方差齐次性检验,对符合正态性和方差齐次性要求的数据进行方差分析,并对各组数据采用 Fisher 最小显著差检验法进行组间均值比较;对不符合正态性和方差齐次性要求的数据,采用非参数检验法进行分析。差异显著性水平设为 0.05。

灌浆过程籽粒生物量数据用 Logistic 方程拟合, $y = A / (1 + Be^{kt})$ 。式中: y 为观测时的千粒质量; A 为理论最大千粒质量; k 为平均灌浆速率; t 为开花至观测时的天数; B 为参数。3 个灌浆阶段启动时间、3 个灌浆阶段持续时间、3 个灌浆阶段灌浆速率、最大灌浆速率等参数的估算方法参考文献[3]。

以花前花后干物质积累与转移相关指标、灌浆特性相关指标、产量、千粒质量、淀粉和粗蛋白含量等指标为列,以各观测值为行,构建数据框,分别计算各参数两两间的 Spearman 相关系数,对相关系数的显著性进行 t 检验。保留相关系数大于 0.8, t 测验的 P 值小于 0.01 的参数对。在此基础上利用 R 软件和 igraph 辅助包对所保留的参数对建立网络图,并采用随机漫步算法分析各参数构成的网络图的模块特征,处在同一模块中的参数间往往具有更强的关联性;处于不同模块中,又无连线的参数间被认为无关联性。

为了考察产量构成三要素各自对产量变异的贡献,利用 R 软件和 *vegen* 辅助包中的 *varpart()* 函数进行方差分解,提取产量三要素和随机变异对产量变异的贡献比值。

2 结果与分析

2.1 冬小麦灌浆期单茎干物质积累量的变化

由图 1 可知,参试的 2 个兼用麦品种在茎叶干物质的积累转移特性方面比较相似,2 个强筋麦品种的茎叶干物质积累转移特性差异比较大。淮麦 43 在花后 14 d 茎叶干物质积累量达到最大值,伟隆 169 在花后 7 d 茎叶干物质积累量达到最大值,与开花时比,二者的茎叶在花后干物质积累量仍分别增加了 24.97% 和 24.05%。西农 38 在开花后 7 d 茎

叶生物量达到最大值,而西农 511 则直到花后 28 d 时茎叶干物质积累量仍在小幅增加。西农 511 花后茎叶中干物质增加量达到了 58.78%,而西农 38 则仅增加 12.66%。以茎叶中干物质积累量最大时为基准,茎叶干物质的输出比例,淮麦 43 为 41.09%,伟隆 169 为 40.60%,西农 38 为 46.45%,西农 511 为 47.42%,强筋麦品种的茎叶干物质输出较兼用麦高。到收获时,淮麦 43 在籽粒、颖壳和穗轴、茎叶中干物质分配的比例分别为 50.42%、13.42%、36.16%,伟隆 169 的分别为 50.70%、13.45%、35.85%,西农 38 的分别为 53.57%、15.10%、31.33%,西农 511 的分别为 49.39%、13.60%、37.01%。上述结果表明,强筋麦较兼用麦对茎叶存储干物质的依赖性更高。

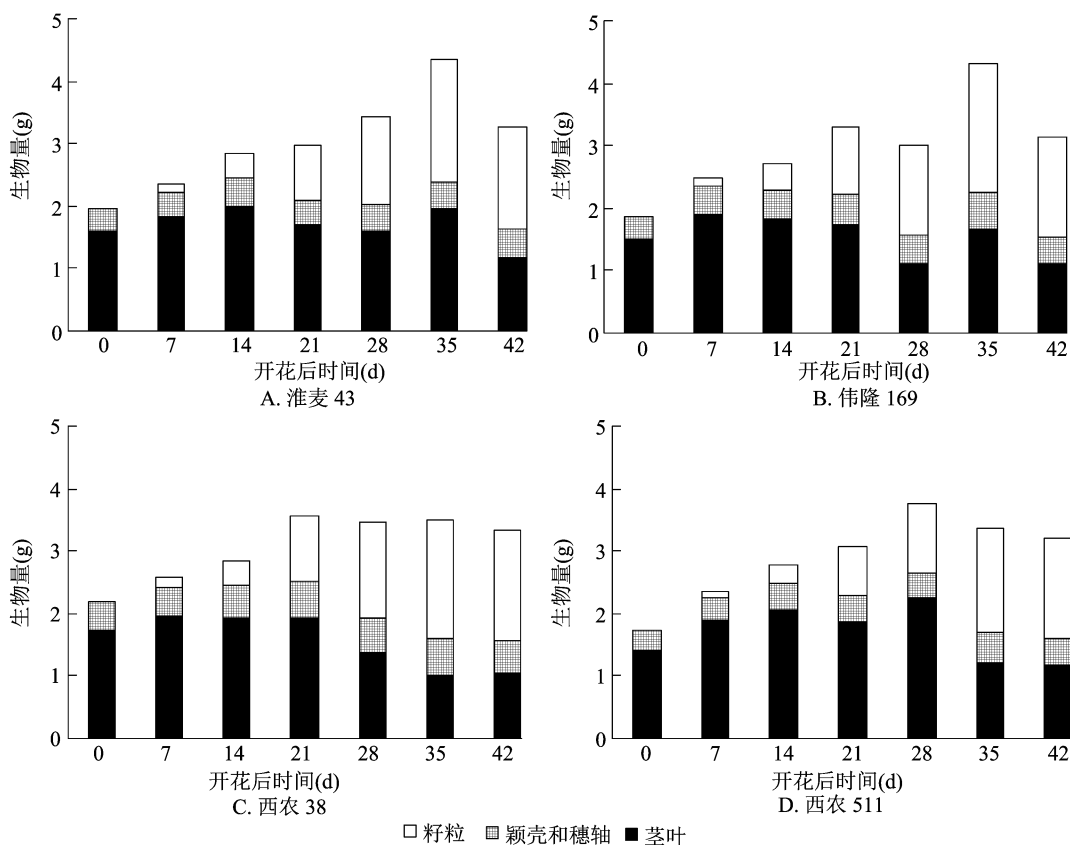


图1 灌浆期茎叶、颖壳穗轴和籽粒生物量变化动态

2.2 各参试品种的灌浆动态与灌浆参数

由图 2 可知,4 个品种的千粒质量增长过程均能用 Logistic 方程进行拟合。由表 1 可知,兼用麦和强筋麦这 2 种筋型的小麦品种在最大粒质量、最大灌浆速率、灌浆各阶段的平均灌浆速率方面无趋势性差异。但在灌浆中期的持续时间上,不同筋型小麦品种间差异较明显。2 个兼用麦品种的灌浆中期

持续时间接近,平均为 13.52 d;2 个强筋麦品种的灌浆中期持续时间平均为 15.45 d。强筋麦的灌浆中期持续时间较兼用麦平均长 1.93 d。

2.3 灌浆期关键指标与籽粒产量、氮肥偏生产力、粗蛋白含量等之间的关系网络拓扑分析

分析灌浆期各关键指标与籽粒产量、粗蛋白含量、氮肥偏生产力等指标间的相关关系,再依据各

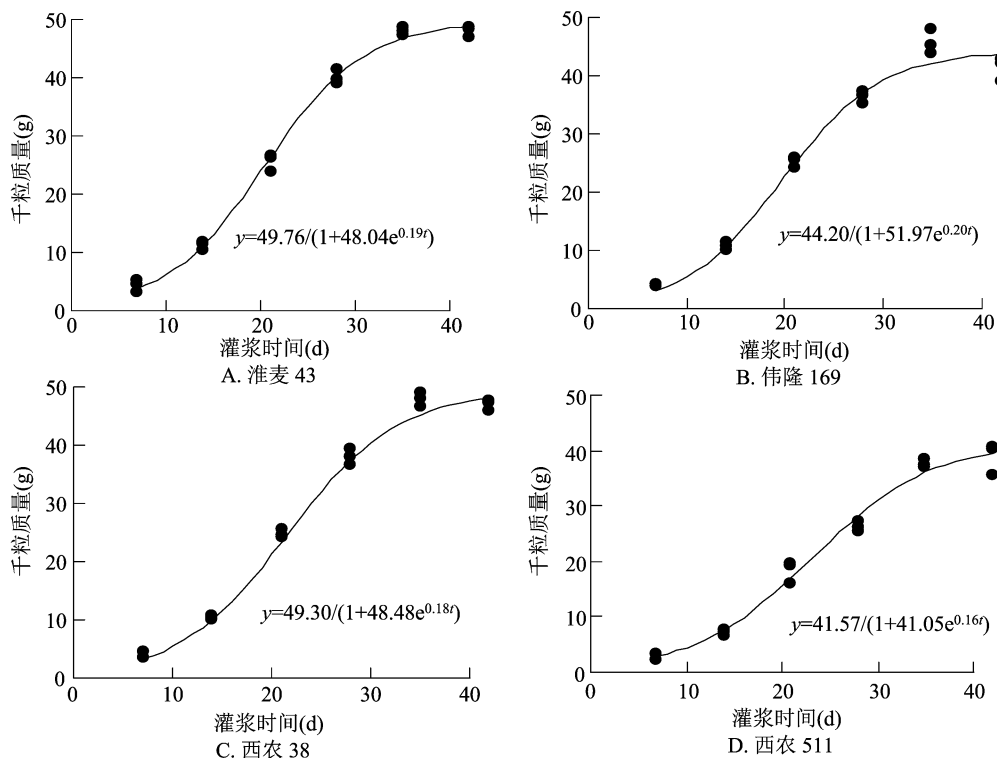


图2 各冬小麦品种籽粒灌浆动态

表 1 各冬小麦品种灌浆特征参数(Logistic)

品种	<i>B</i>	<i>k</i> (mg/d)	<i>A</i> _(g)	<i>v</i> _{max} (mg/d)	<i>T</i> ₁ (d)	<i>T</i> ₂ (d)	<i>T</i> ₃ (d)	<i>v</i> ₁ (mg/d)	<i>v</i> ₂ (mg/d)	<i>v</i> ₃ (mg/d)
淮麦 43	48.04	0.19	49.76	2.35	13.55	13.97	14.48	1.77	1.87	1.99
伟隆 169	51.97	0.20	44.20	2.23	13.06	13.06	15.87	2.33	2.33	3.12
西农 511	41.05	0.16	41.57	1.65	15.14	16.63	10.24	1.29	1.51	0.70
西农 38	48.48	0.18	49.30	2.28	13.89	14.27	13.84	1.77	1.86	1.76

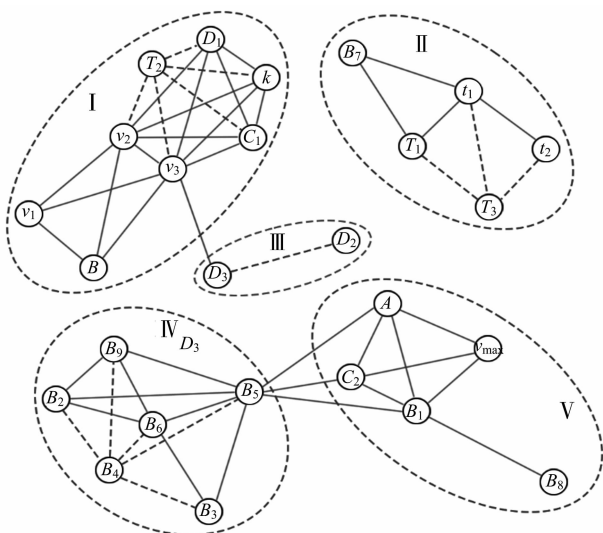
注:*B* 为 Logistic 方程参数,无具体含义;*k* 为平均灌浆速率;*A* 为理论最大千粒质量;*v*_{max} 为最大灌浆速率,*T*₁、*T*₂、*T*₃ 分别为灌浆前期、中期、后期的持续时间;*v*₁、*v*₂、*v*₃ 分别为灌浆前期、中期、后期的灌浆速率。

指标间的相关性,构建指标间的网络关系,进行模块分析。发现这些关键指标在网络图中可以分为 5 个模块(图 3)。模块 I 主要与灌浆速率有关,包括灌浆前期灌浆速率、灌浆中期灌浆速率、灌浆后期灌浆速率、平均灌浆速率、灌浆中期持续时间、籽粒产量和氮肥偏生产力等指标。氮肥偏生产力、籽粒产量与 3 个阶段平均灌浆速率等呈正相关,而与灌浆中期持续时间呈负相关。模块 II 主要与干物质积累有关,其中花后干物质积累与灌浆初期持续时间、灌浆中期启动时间、灌浆后期启动时间呈正相关,灌浆后期持续时间与灌浆初期持续时间、灌浆中期启动时间、灌浆后期启动时间呈负相关。模块 III 主要包括粗蛋白、淀粉含量,与品质有关。模块 III 通过灌浆后期的灌浆速率与模块 I 联系。模块 IV 主要与花前花后干物质积累和转移

有关,其中花后干物质积累对籽粒的贡献率与其他指标都呈负相关。这一结果表明,颖壳和穗轴干物质的积累可能主要来自于花前干物质的转移,花后干物质积累对颖壳和穗轴的贡献相对较小。模块 V 主要与产量形成有关,包括理论最大千粒质量、花前茎叶生物量、每穗籽粒干物质质量、最大灌浆速率、千粒质量等,各参数间均呈正相关。模块 IV 通过花前茎叶干物质输出量这一指标与模块 V 联系,主要与花前茎叶生物量、千粒质量、理论最大粒质量有关。

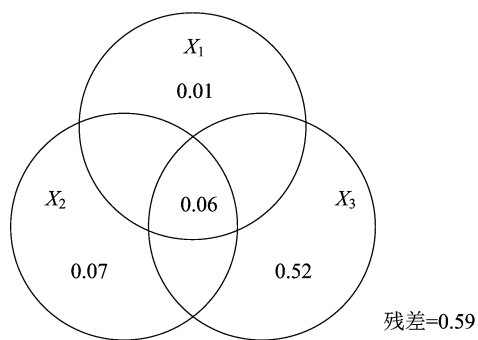
2.4 籽粒产量与产量构成要素的关系

通过对穗数、穗粒数、千粒质量与籽粒产量作方差分解分析,发现穗数对籽粒产量变异的贡献率达 52%,穗粒数、千粒质量对籽粒产量变异的贡献率很小(图 4)。



A 代表理论最大千粒质量; k 代表平均灌浆速率; B 是 Logistic 方程参数; v_{\max} 为最大灌浆速率; t_1 、 t_2 分别为灌浆中期、后期启动时间; T_1 、 T_2 、 T_3 分别为灌浆前期、中期、后期的持续时间; v_1 、 v_2 、 v_3 分别为灌浆前期、中期、后期的灌浆速率; B_1 为花前茎叶生物量; B_2 为花前颖壳和穗轴生物量; B_3 为收获期颖壳和穗轴生物量; B_4 为花后干物质积累对籽粒贡献率; B_5 为花前茎叶干物质输出量; B_6 为花前茎叶干物质输出率; B_7 为花后干物质积累量; B_8 为每穗籽粒干物质质量; B_9 为花前茎叶干物质输出对籽粒的贡献率; C_1 为籽粒产量; C_2 为千粒质量; D_1 为氮肥偏生产力; D_2 为粗蛋白含量; D_3 为淀粉含量。实线代表正相关, 虚线代表负相关

图3 灌浆期关键指标与籽粒产量和氮肥偏生产力关系的网络拓扑分析结果



X_1 为千粒质量; X_2 为穗粒数; X_3 为穗重

图4 产量三要素对籽粒产量的贡献率

3 讨论

3.1 花前干物质积累、灌浆特性与千粒质量的关系

千粒质量曾是限制冬小麦产量的主要因素^[20], 因此在以往的报道中, 千粒质量与灌浆特性的关系受到普遍的重视。大多报道都认为千粒质量与最大灌浆速率有很强的相关性, 同时与平均灌浆速率、灌浆持续时间、快增期灌浆速率等诸多灌浆特性也有较好的相关性^[20,23-25]。本研究也证实了千粒质量与最大灌浆速率间存在较强的相关性, 但在

参数间拓扑分析时并未发现它与其他灌浆参数间的关联性。这种现象可能与拓扑分析是在相关分析的基础上开展的有关。在分析各指标间关系时, 本研究首先采用相关系数和 P 值的阈值对相关关系进行筛选, 在此基础上通过距离计算评价各指标间的关系。这种相对较严格的检验可能去掉了参数间较弱的关联性, 这一结果与石怡彤等的观察结果^[24-26]一致。本试验的结果也表明, 花前干物质的转移和花后干物质的积累量与千粒质量有更高的相关性。

在本研究中, 千粒质量与产量间并无显著的相关关系, 这一结果可能与限制冬小麦产量因子的演变有关。朱灿灿等在总结河南省自 1949 年以来各年代小麦产量时发现, 4 000 kg/hm² 已经是较高的产量^[20]。姜丽娜等考察河南省 6 个主栽品种时, 最高产量已经超过 8 000 kg/hm²^[23]。这一过程中穗数的增加具有很重要的作用^[23,31]。本研究结果表明, 穗数是决定产量的主要因素。尽管如此, 千粒质量在产量形成中的重要性仍不应被忽视。

3.2 花前干物质积累、灌浆特性与产量、品质的关系

我们发现产量与 3 个灌浆期的灌浆速率、平均灌浆速率密切相关, 与第 2 阶段的灌浆持续时间呈负相关。在我们已查阅的文献中, 大多文献都是关于灌浆参数与籽粒质量或千粒质量的讨论, 很少讨论灌浆参数与产量间的关系。为什么产量与平均灌浆速率、3 个灌浆阶段的灌浆速率相关, 而与最大灌浆速率关系不强? 我们猜测, 由于花后干物质积累对籽粒贡献大, 而花后干物质积累与光合效率有关, 可能光合效率与灌浆速率有密切的关系。

在籽粒形成过程中, 粗蛋白和淀粉的积累过程有不同的特点。粗蛋白含量常在花后 15 d 达到最大, 此后因淀粉积累速率提高而被稀释^[6]。因此, 粗蛋白含量与淀粉含量常呈负相关^[7]。在本研究中也观察到类似的现象。同时我们也注意到淀粉含量与第 3 阶段的灌浆速率呈正相关。这一现象与张惠叶等的报道^[6]是一致的。这种情况说明小麦后期衰老进程与淀粉积累密切相关, 从而给粗蛋白带来稀释效应。

灌浆第 2 阶段持续时间与粗蛋白含量呈显著的正相关。灌浆第 2 阶段是灌浆速率较快的阶段, 也是粗蛋白快速积累的阶段^[6]。可能第 2 阶段灌浆持续时间延长, 有利于营养器官氮向籽粒转移。

3.3 协调产量、品质关系的潜在途径

在单个籽粒中,粗蛋白与淀粉含量间的负相关关系已经被反复证明^[7,27]。随着产量对千粒质量依赖性的下降,千粒质量与产量表现出脱钩的现象^[13,23],为协调产量、品质提供了新的机会。灌浆后期的灌浆速率对淀粉含量有直接的影响^[16],而灌浆中期持续时间与粗蛋白含量表现为较强的正相关关系,因此,有可能通过选择灌浆持续时间长的品种^[7],采取有利于灌浆中期持续时间延长的栽培技术和田间管理措施^[10-11,32],通过协调个体与群体的关系,实现产量与品质间的协同改善。

4 结论

强筋麦较兼用麦茎叶存储干物质积累量达到最大值时早,输出比例大,灌浆中期持续时间更长。其他灌浆参数在不同筋型小麦间差异小,同类型筋型间变异大。在本研究中,千粒质量主要与花前干物质积累量、最大灌浆速率、理论最大千粒质量、花前干物质输出量相关,与 3 个灌浆阶段的灌浆速率、3 个灌浆阶段的持续时间关联性不强。籽粒产量与 3 个灌浆阶段的灌浆速率密切相关,与灌浆中期持续时间呈负相关。籽粒淀粉含量与灌浆后期灌浆速率呈正相关,粗蛋白与淀粉含量呈负相关。产量对千粒质量依赖性低。筛选灌浆中期持续时间长,花前干物质积累量大,花前干物质输出量大的品种和栽培技术,对同步提高产量和粗蛋白含量可能是有利的。

参考文献:

- [1] 孙凤瑞,李金铭. 冬小麦不同类型籽粒灌浆速度的测定[J]. 河北农学报,1983,8(2):7-12.
- [2] Lv X K, Han J, Liao Y C, et al. Effect of phosphorus and potassium foliage application post-anthesis on grain filling and hormonal changes of wheat[J]. Field Crops Research, 2017, 214: 83-93.
- [3] 薛 香, 吴玉娥, 陈荣江, 等. 小麦籽粒灌浆过程的不同数学模型模拟比较[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(6): 169-171.
- [4] 付雪丽, 赵 明, 周宝元, 等. 小麦、玉米粒质量动态共性特征及其最佳模型的筛选与应用[J]. 作物学报, 2009, 35(2): 309-316.
- [5] 郭雨果, 刘 盼, 石晶晶, 等. 河北平原冬小麦籽粒灌浆特性参数分析[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(8): 72-74.
- [6] 张惠叶, 徐兆飞. 冬小麦灌浆期蛋白质积累动态研究[J]. 麦类作物学报, 1995, 15(1): 47-48, F003.
- [7] 杜军志. 冬小麦选择群体中籽粒灌浆参数与蛋白质含量的关系[J]. 国外农学(麦类作物), 1995, 15(1): 2-5.
- [8] Mou B Q, 韩清芳. 冬小麦灌浆速率和灌浆持续期的遗传[J]. 国

- 外农学(麦类作物), 1994, 14(6): 2-4, 16.
- [9] 丁贤发, 栗雨勤, 吴兰胜, 等. 冬小麦杂种后代灌浆速度的研究[J]. 华北农学报, 1987, 2(4): 52-60.
- [10] 姚 钊, 王重阳, 崔 静. 施氮量对滴灌冬小麦不同穗位籽粒灌浆特性的影响[J]. 浙江农业学报, 2021, 33(4): 576-585.
- [11] 宫 宇, 郭艳艳, 王贵彦, 等. 追氮时期对冬小麦胚乳发育及灌浆特性的影响[J]. 麦类作物学报, 2019, 39(4): 472-477.
- [12] Liu Y, Sui Y W, Gu D D, et al. Effects of conservation tillage on grain filling and hormonal changes in wheat under simulated rainfall conditions[J]. Field Crops Research, 2013, 144: 43-51.
- [13] 刘志良, 李晓爽, 曹彩云, 等. 春灌一水时间对冬小麦灌浆特性和水分利用效率的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2021, 29(8): 1296-1304.
- [14] 李 双, 司转运, 申孝军, 等. 水氮供应对灌浆期冬小麦籽粒淀粉合成相关酶活性及产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2018, 38(4): 460-468.
- [15] 杜世州, 乔玉强, 李 玮, 等. 低温冷害下不同播期和播量对冬小麦籽粒灌浆特征的影响[J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(5): 551-559.
- [16] 成 林, 张志红, 方文松. 干热风对冬小麦灌浆速率和千粒质量的影响[J]. 麦类作物学报, 2014, 34(2): 248-254.
- [17] 房全孝, 陈雨海, 李全起, 等. 灌溉对冬小麦灌浆期光合产物供应和转化及有关酶活性的影响[J]. 作物学报, 2004, 30(11): 1113-1118.
- [18] Shang Z T, Shang S, Yu J, et al. Relationships between the climate change and the grain filling of winter wheat[J]. Pakistan Journal of Botany, 2016, 48(6): 2359-2366.
- [19] Farooq M, Bramley H, Palta J A, et al. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases[J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 2011, 30(6): 491-507.
- [20] 朱灿灿, 张宝娜, 王 翔, 等. 河南省不同年代小麦品种籽粒灌浆特性分析[J]. 河南农业科学, 2014, 43(4): 32-35, 39.
- [21] Xie Q, Mayes S, Sparkes D L. Cernel size, grain filling, and morphology determine individual grain weight in wheat[J]. Journal of Experimental Botany, 2015, 66(21): 6715-6730.
- [22] 郭艳艳, 段巍巍. 不同冬小麦品种籽粒胚乳增殖和灌浆对粒质量的影响[J]. 麦类作物学报, 2018, 38(1): 84-89.
- [23] 姜丽娜, 张雅雯, 朱姬林, 等. 不同小麦品种籽粒灌浆特性及产量研究[J]. 华北农学报, 2019, 34(3): 96-101.
- [24] 石怡彤, 辛秀竹, 刘豆豆, 等. 不同强筋冬小麦品种旗叶衰老及产量构成差异[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2021, 41(3): 50-59.
- [25] 刘 见, 宁东峰, 秦安振, 等. 黄淮南部平原喷灌冬小麦灌浆特性及水氮优化耦合研究[J]. 水土保持学报, 2021, 35(1): 244-250.
- [26] 翟云龙, 魏燕华, 张海林, 等. 耕种方式对冬小麦籽粒灌浆特性及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35(4): 211-216.
- [27] 韩巧霞, 郭天财, 高松洁, 等. 不同质地土壤冬小麦灌浆期籽粒蛋白质和淀粉含量变化动态[J]. 河南农业科学, 2004, 33(6): 11-14.

李雪玲,郭俊先,陈 莉,等. 不同覆膜宽度对棉花生长发育、产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(22):76-80.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.22.010

不同覆膜宽度对棉花生长发育、产量及品质的影响

李雪玲¹,郭俊先¹,陈 莉²,郭 飞³,宋鹤岭²,张 众¹

(1. 新疆农业大学机电工程学院,新疆乌鲁木齐 830052; 2. 沙湾市农业技术推广中心,新疆沙湾 832100;

3. 新疆塔城地区农业技术推广中心,新疆塔城 834700)

摘要:为了研究不同覆膜宽度对棉花不同时期生长发育及产量、纤维品质的影响,以确定机采棉种植中较优的覆膜宽度。在同一密度种植条件下,设置 2 种不同覆膜宽度,分别为 4.40 m 超宽膜(1 膜 12 行)、2.05 m 宽膜(1 膜 6 行),用以分析不同覆膜宽度对棉花农艺性状、叶面积指数、干物质积累量以及产量、纤维品质的影响。结果表明,在 4.40 m 超宽膜种植模式下,棉花株高、果枝始节高度、果枝数、茎粗等农艺参数均优于 2.05 m 宽膜种植模式;在 4.40 m 超宽膜种植模式下,棉花的叶面积指数较 2.05 m 宽膜种植模式的叶面积指数高 31.98%,超宽膜种植模式的产量也比宽膜种植模式的高,超宽膜种植模式的产量为 6 465.55 kg/hm²,宽膜种植模式的产量为 6 176.92 kg/hm²。超宽膜种植模式的产量比宽膜种植模式提高了 4.67%,在 2 种覆膜宽度种植模式下,棉花的纤维品质无明显差异。通过研究结果可以得出,4.40 m 超宽膜的种植模式能够提高机采棉产量,可为棉花种植中选择适合的地膜覆盖宽度提供理论依据。

关键词:覆膜宽度;农艺性状;产量;品质;棉花生长发育;纤维品质

中图分类号:S562.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)22-0076-05

新疆属于我国西北地区,地处西北地区最西侧,属温带大陆性干旱荒漠气候,可为棉花的生长提供有利环境^[1-2]。目前,新疆已成为我国最大的棉花生产地,2021 年,新疆地区棉花的种植面积就已经达到了 250.61 万 hm²,产量也已经达到了 573.1 万 t。部分研究者从育种角度研究棉花的农艺性状,关于不同覆膜宽度对棉花农艺性状、产量、品质方面影响的研究较少。李生秀等研究发现,不同覆膜方式对棉花生长发育及产量都有影响^[3]。闫夏通过研究发现,与宽膜种植模式相比,超宽膜

种植模式既提高了棉田的地温,同时也达到了增产的效果^[4]。翟振平等研究发现,与宽膜种植模式相比,超宽膜种植模式对棉花农田环境的增温保墒效果较好,出苗情况较宽膜种植模式更优,同时超宽膜种植模式的生育期也较宽膜有所提前,超宽膜种植模式的产量较宽膜种植模式高 13.51%^[5]。孙孝宝研究发现,在超宽膜种植模式下,棉花产量有所增加,不同覆膜宽度种植模式下棉花的生长发育情况也不相同^[6]。蔡晓莉等研究发现,在相同密度下,种植模式不同,棉花的生长发育差异也比较明显^[7]。选择合适的种植方式可以为棉花生长发育营造良好的生态环境,同时可以提高棉花植株在单位面积的光合作用,以此达到高产的目的^[8]。李有忠等通过研究发现,超宽膜栽培技术的保温保墒效果明显,有利于棉花的生长发育,且超宽膜栽培技术的产量较窄膜、宽膜栽培技术明显提高^[9]。已有

收稿日期:2021-12-21

基金项目:新疆维吾尔自治区重大科技专项(编号:2020A01002-4)。

作者简介:李雪玲(1996—),女,新疆沙湾人,硕士研究生,研究方向为棉花栽培。E-mail:674780076@qq.com。

通信作者:郭俊先,博士研究生,教授,研究方向为农产品无损检测。

E-mail:junxianguo@163.com。

[28] Chen E, Wang Z, Yin Y, et al. Shading after anthesis in wheat influences the amount and relative composition of grain proteins [J]. The Journal of Agricultural Science, 2013, 151(1): 44-55.

[29] 徐晓峰,焦念元. 氮肥减施对宽幅播种冬小麦产量形成和氮肥利用效率的影响[J]. 核农学报, 2021, 35(4): 953-959.

[30] The R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing (Version 4.0.2). R Foundation for Statistical

Computing, Vienna, Austria [Z/OL]. URL <https://www.R-project.org/>.

[31] 马冬云,郭天财,王晨阳,等. 施氮量对冬小麦灌浆期光合产物积累、转运及分配的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(6): 1027-1033.

[32] 张 霞,夏 清,杨珍平,等. 晚播条件下播期与播量对小麦籽粒灌浆特性的影响[J]. 山西农业科学, 2019, 47(2): 173-179.