

播期和密度对济麦 44 籽粒产量及品质的影响

魏龙雪, 裴艳婷, 李文佼, 张书良, 张洪勇, 朱金英* (德州市农业科学研究院, 山东德州 253000)

摘要 为探明不同播种期和播种密度对小麦新品种济麦 44 产量和品质的影响, 筛选适宜的播期和播种密度。2019—2020 年度在山东省德州市德城区黄河涯镇试验地就济麦 44 进行了不同播期和播种密度的随机区组试验。结果表明, 济麦 44 籽粒产量和品质对不同播期和播种密度处理组合的反应略有不同, 在产量方面, 播期 10 月 5 日+基本苗 180 万/hm² 处理、播期 10 月 15 日+基本苗 270 万/hm² 处理和播期 10 月 25 日+基本苗 315 万/hm² 处理组合的产量较高, 处理组合间差异不显著; 在产量构成要素来看, 3 个处理组合在千粒重、有效穗数和穗粒数方面均表现较好; 在品质方面, 虽大部分处理组合间均表现不显著, 但从蛋白质含量、稳定时间、吸水率和沉淀值等几个方面综合来看, 播期 10 月 5 日+基本苗 180 万/hm² 处理、播期 10 月 15 日+基本苗 270 万/hm² 处理和播期 10 月 25 日+基本苗 315 万/hm² 处理组合的均值表现总体较好。因此, 济麦 44 在黄淮海冬麦区适宜的参考播期和播种密度为 10 月 5 日、基本苗 180 万/hm²; 10 月 15 日、基本苗 270 万/hm²; 10 月 25 日、基本苗 315 万/hm²。

关键词 济麦 44; 播期; 播种密度; 产量; 品质

中图分类号 S512.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)22-0027-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.22.007

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Sowing Date and Planting Density on Yield and Quality of Winter Wheat Cultivar Jimai 44

WEI Long-xue, PEI Yan-ting, LI Wen-jiao et al (Dezhou Academy of Agricultural Sciences, Dezhou, Shandong 253000)

Abstract To explore the effects of different sowing dates and planting densities on the yield and quality of new wheat variety Jimai 44, the appropriate sowing dates and planting densities were screened. A randomized block experiment with different sowing dates and planting densities were conducted on Jimai 44 in the experimental field of Huangheya Village, Huangheya Town, Decheng District, Dezhou City, Shandong Province in 2019–2020. Results showed that the grain yield and quality of Jimai 44 had slightly different responses to different sowing dates and sowing densities. In terms of yield, the yields of D1Q1, D2Q3 and D3Q4 were higher. And there were no significant differences between the three treatments; In terms of yield components, the three treatments performed well in 1 000-grain weight, effective panicle number and grain number per panicle; In terms of quality, although most of the treatment combinations were not significant, the average values of D1Q1, D2Q3 and D3Q4 were generally better in terms of protein content, stability time, water absorption and sedimentation value. Therefore, the suitable reference sowing date and planting density of Jimai 44 in Huang-Huai-Hai winter wheat region were as follows: October 5, basic seedlings 180×10⁴/hm²; October 15, basic seedlings 270×10⁴/hm²; October 25th, basic seedlings 315×10⁴/hm².

Key words Jimai 44; Sowing date; Planting density; Yield; Quality

小麦的产量和品质不仅取决于品种的遗传特性, 而且受生态环境和栽培技术的影响。播种期和播种密度是影响小麦群体结构性状、产量和品质形成的重要因素。马尚宇等^[1]通过播期、播量和施氮量对小麦干物质积累、转运和分配及产量的影响分析, 指出增施氮肥和适当增大播量有利于小麦产量的提高。邵庆勤等^[2]探索密度对沿淮晚播小麦产量形成及品质性状的影响, 结果显示适当增加密度有利于增加晚播小麦产量并改善晚播小麦品质性状。播期适宜, 小麦可充分利用光、热和水资源, 有利于培育壮苗^[3-4]; 适宜密度则有利于构建合理的群体结构, 使产量构成因素协调发展^[4-5]。专家学者的研究结果显示, 不同小麦品种实现高产的适宜播期、播种密度有别^[6-9]。济麦 44 是山东省农业科学院作物研究所小麦遗传育种团队近年来选育的突破性强筋小麦新品种, 具有优质、抗病、早熟、高产等突出优点。2015—2019 年连续 5 年经香港南顺集团品质测定均达到企业标准, 2017、2018、2019 年连续 3 年达到国标和郑州商品交易所强筋小麦标准, 2019 年入选首届黄淮海区优质强筋小麦品种质量鉴评会超强筋小麦^[10-11]。2018 年通过山东省审定, 2021 年通过国家审定, 自山东省审定同年秋播开始推广种植, 近年来面

积迅速扩大, 成为山东省主要强筋小麦品种, 受到种子企业、种植户、面粉加工企业的欢迎。为挖掘促进小麦新品种济麦 44 成果的熟化高产潜力并稳定品质指标和转化, 笔者研究了不同播期和播种密度对济麦 44 的籽粒产量及其构成因素以及品质的影响, 旨在明确济麦 44 产量和品质协同提高的播种期和播种密度的最佳组合, 为高产优质小麦新品种济麦 44 的栽培及标准化生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2019—2020 年在德州市德城区黄河涯试验地进行。试验地前茬为玉米, 轻壤土, 地势平坦, 排水方便, 土壤肥力中等偏上, 试验地 0~20 cm 土层土壤基本性状如下: 全氮 120.49 mg/kg, 碱解氮 78.99 mg/kg, 速效磷 26.42 mg/kg, 速效钾 97.81 mg/kg, 有机质 10.29 g/kg。试验地气象情况见表 1。施纯氮 240 kg/hm², 5:5 基肥追施, P₂O₅ 120 kg/hm², K₂O 120 kg/hm²; P、K 肥全部基施, 旋耕、筑畦、划区。气象情况见表 1。

1.2 试验材料 供试品种为小麦新品种济麦 44, 由山东省农业科学院作物研究所提供。品种来源为常规品种, 系 954072 与济南 17 杂交后选育。特征特性为冬性, 幼苗半匍匐, 株型半紧凑, 叶色浅绿, 旗叶上冲, 抗倒伏性较好, 熟相好; 长芒、白壳、白粒, 籽粒硬质。中抗条锈病, 中感白粉病, 高感叶锈病、赤霉病和纹枯病。越冬抗寒性较好, 属强筋品种。

作者简介 魏龙雪(1988—), 女, 山东禹城人, 农艺师, 硕士, 从事作物高产优质栽培研究与推广。* 通信作者, 高级农艺师, 硕士, 从事作物高产优质栽培研究与推广。

收稿日期 2022-02-07; **修回日期** 2022-03-14

1.3 试验设计和方法 试验采取二因素裂区试验设计,主区为播期,分别为10月5日(D1处理)、15日(D2处理)、25日(D3处理)3个水平;副区为播种量,每个播期分别设4个不同的播种量,其中,10月5日(D1处理)播期的播量分别为基本苗180万/hm²(Q1处理)、225万/hm²(Q2处理)、270万/hm²(Q3处理)、315万/hm²(Q4处理)4个水平,10月15日(D2处理)播期的播量分别为基本苗225万/hm²(Q2处理)、270万/hm²(Q3处理)、315万/hm²(Q4处理)、360万/hm²(Q5处理)4个水平,10月25日(D3处理)播期的播量分别为基本苗270万/hm²(Q3处理)、315万/hm²(Q4处理)、360万/hm²(Q5处理)、405万/hm²(Q6处理)4个水平。共计12个处理组合,分别为D1Q1、D1Q2、D1Q3、D1Q4、D2Q2、D2Q3、D2Q4、D2Q5、D3Q3、D3Q4、D3Q5、D3Q6。大区面积120 m²(24.0 m×5.0 m),行距0.25 m条播。其他管理措施同当地高产地块。

表 1 2019—2020 年试验地气象情况				
Table 1 Meteorological conditions of test site in 2019—2020				
生育期 Growth period	平均温度 Average temper- ature//℃	降雨量 Precip- itation mm	总日照 时数 Total sunshine hours//h	>5℃积温 >5℃ accu- mulated tempe- rature//℃
返青期—拔节期 Period of seedling establishment- elongation stage	10.4	10.0	282.0	316.4
拔节—开花期 Jointing stage- duration of flowering	14.9	27.0	350.9	491.6
开花期—乳熟期 Duration of flowering -milk-ripe stage	21.3	98.7	336.2	658.7
收获期 Harvest time	28.1	1.9	108.8	252.9

1.4 测定项目与方法 成熟前,每小区选具代表性样点2 m双行,统计有效穗数。成熟后,每小区选取代表性麦穗50个,统计穗粒数。每小区选具代表性样点4 m²单独收获、脱粒、晾晒、记产,测定千粒重。

种子经生理后熟后,进行品质指标测定。用凯氏定氮法测定籽粒氮含量(上海植物生理学会,1999),其值乘以5.7计算籽粒蛋白含量,并折合成14%含水量的含量。湿面筋含量:用Perten面筋洗涤仪,参照GB/T 5506.2—2008《小麦粉湿面筋测定法》。采用瑞士布勒磨磨并测定,参照NY/T 1094.1—2006《小麦实验制粉第1部分设备、样品制备和润麦》和NY/T 1094.2—2006《小麦实验制粉第2部分:布勒氏法用于硬麦》进行制粉并计算出粉率。采用德国布拉本德AT型自动粉质仪测定面粉粉质参数,参照ICC标准No.115和GB/T 14614—2006《小麦粉面团的物理特性吸水量和流变学特性的测定粉质仪法》。

1.5 数据处理 采用Excel 2007进行数据、图形处理;采用DPS 19.05数据处理系统进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 播期和密度对济麦 44 有效穗数的影响 由图 1 可知,12 个处理组合中,D1Q3、D2Q3 和 D3Q4 处理组合的有效穗

数较高,其中 D1Q3 处理组合的有效穗数最高,为 599.61 万/hm²。

对济麦 44 而言,各播期条件下,随播种密度增加,有效穗数整体呈“先增后减”的“单峰”趋势;相同密度不同播期处理间有效穗数呈略减趋势,说明合理的基本苗有利于小穗的形成,当基本苗增加到一定数量时,过高的群体反而不利于小穗的形成。

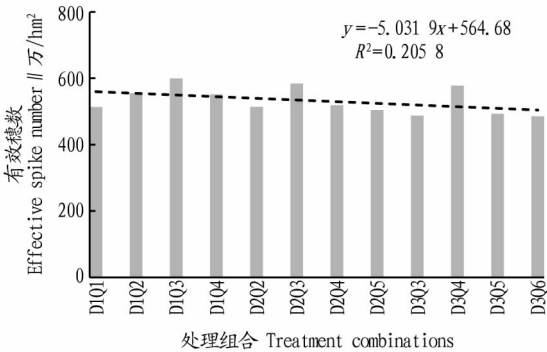


图 1 不同处理组合对济麦 44 有效穗数的影响

Fig.1 Effects of different treatment combinations on spike number of Jimai 44

2.2 播期和密度对济麦 44 穗粒数的影响 从图 2 可看出,12 个处理组合中,穗粒数较高的 7 个处理组合由高到低依次为 D2Q4 处理组合>D1Q1 处理组合>D2Q3 处理组合>D2Q5 处理组合>D1Q2 处理组合>D3Q5 处理组合>D3Q4 处理组合,其中,D2Q4、D1Q1 和 D2Q3 处理组合的穗粒数分别为 38.21、37.87、37.40 粒。

对济麦 44 而言,除 D2 处理外,不同播期处理的穗粒数随播期推迟整体呈下降趋势,说明早播种有助于培育壮苗,促苗早发,提高小花的结实率。D1 播期条件下,随播种密度增加,穗粒数呈逐渐降低变化趋势;D2、D3 播期条件下,随着播种密度增加,穗粒数整体呈“先增后减”的“单峰”趋势。这说明合理的基本苗有利于小穗籽粒的形成,当基本苗增加到一定数量后,群体增大反而不利于小穗的发育结实。

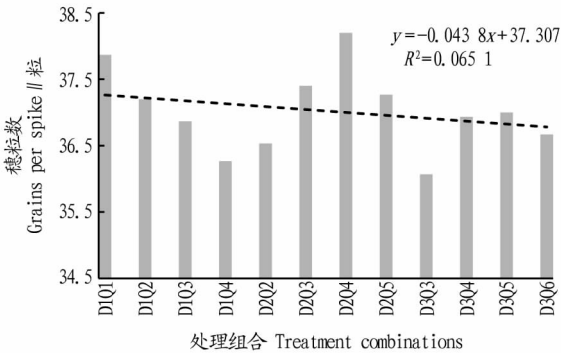


图 2 不同处理组合对济麦 44 穗粒数的影响

Fig.2 Effects of different treatment combinations on grains per spike of Jimai 44

2.3 播期和密度对济麦 44 千粒重的影响 由图 3 可知,12 个处理组合中,千粒重较高的 6 个处理组合由高到低依次为 D1Q1 处理组合>D2Q3 处理组合>D1Q2 处理组合>D3Q3 处

理组合>D2Q4 处理组合>D1Q3 处理组合,其中,D1Q1、D2Q3 和 D1Q2 处理组合的千粒重分别为 43.53、43.23、43.13 g。

对济麦 44 而言,除 D2 处理外,不同播期的籽粒千粒重随播期推迟总体呈下降趋势,说明早播有助于培育壮苗,促苗早发;相同播期,随着播种密度的增加,除 D2Q2 和 D2Q3 处理组合间籽粒千粒重表现增加趋势外,其余处理组合济麦 44 籽粒千粒重均逐渐降低,尤其 D3 处理播种期籽粒千粒重随播种密度的增加而显著下降。这说明千粒重对播期较敏感,对晚播时播种密度略敏感,可耐一定密播、迟播。

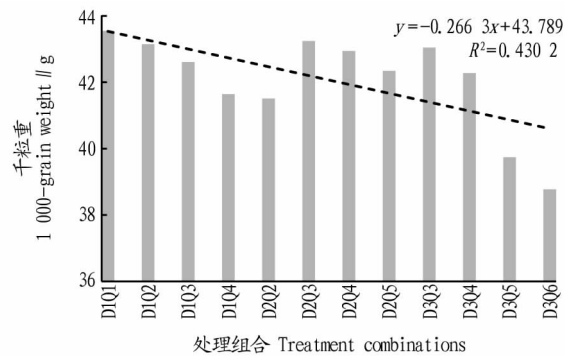


图 3 不同处理组合对济麦 44 千粒重的影响

Fig.3 Effects of sowing date and planting density on 1 000-grain weight of Jimai 44

2.4 播期和密度对济麦 44 籽粒产量的影响 由图 4 可知,12 个处理组合中,小麦籽粒产量较高的 4 个处理组合由高到低依次为 D1Q1 处理组合>D2Q3 处理组合>D3Q4 处理组合>D1Q2 处理组合,其籽粒产量分别为 6 900.03、6 889.33、6 877.76、6 816.67 kg/hm²。

对济麦 44 而言,不同播期间籽粒产量随播期推迟总体呈略下降趋势。相同播期条件下,随着播种密度的增加,济麦 44 籽粒千粒重呈现“先增后减”的“单峰”趋势。不同播期和播种密度处理组合下,D1Q1、D2Q3 和 D3Q4 处理组合的小麦籽粒产量相差不大,说明早播控制用种量和晚播提高一定用种量(以密补迟),可分别通过良好的单株个体发育和群体发育最终使济麦 44 获得较高籽粒产量。

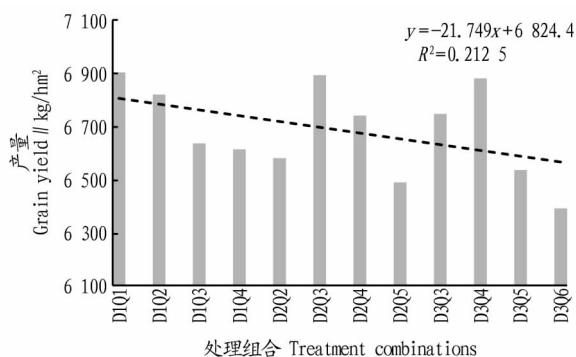


图 4 不同处理组合对济麦 44 产量的影响

Fig.4 Effects of different treatment combinations on yield of Jimai 44

2.5 播期和密度处理间籽粒产量及其构成因素的显著性分析

2.5.1 有效穗数。由表 2 可知,12 个处理组合中,在 0.05 水

平上,D1Q3、D2Q3、D3Q4 处理组合的有效穗数较高,3 个处理组合间无显著差异但与其他处理组合间差异显著;在 0.01 水平上,D1Q3、D2Q3、D3Q4、D1Q1、D1Q4 处理组合的有效穗数较高,5 个处理组合间无显著差异;D3Q6、D3Q3、D3Q5 处理组合的有效穗数较低,3 个处理组合间无显著差异。

2.5.2 穗粒数。由表 2 可知,在 0.05 水平上,D2Q4、D1Q1、D2Q3、D2Q5、D1Q2 处理组合的穗粒数较高,5 个处理组合间无显著差异但与其他处理组合间差异显著;在 0.01 水平上,D2Q4、D1Q1、D2Q3、D2Q5、D1Q2、D3Q5、D3Q4、D1Q3 处理组合的穗粒数较高,8 个处理组合间无显著差异;D3Q3、D1Q4 处理组合的穗粒数较低,2 个处理组合间无显著差异。

2.5.3 千粒重。由表 2 可知,在 0.05 水平上,D1Q1、D2Q3、D1Q2、D3Q3、D2Q4、D1Q3 处理组合的千粒重较高,6 个处理组合间无显著差异且与其他处理组合间差异显著;在 0.01 水平上,D1Q1、D2Q3、D1Q2、D3Q3、D2Q4、D1Q3、D2Q5、D3Q4 处理组合的有效穗数较高,8 个处理组合间无显著差异;D3Q6、D3Q5 处理组合的千粒重较低,2 个处理组合间无显著差异,但与其他处理组合间差异极显著。

2.5.4 产量。由表 2 可知,在 0.05 水平上,D3Q6、D2Q5 处理组合的产量较低,2 个处理组合间差异不显著;在 0.01 水平上,D1Q1、D2Q3 和 D3Q4 处理组合的产量较高,3 个处理组合间差异不显著。

2.6 播期和密度对济麦 44 品质指标的影响

2.6.1 对籽粒蛋白质含量的影响。由表 3 可知,在 0.05 水平上,蛋白质含量较高的处理组合为 D2Q3、D1Q1 和 D3Q4,3 个处理组合间差异不显著但与 D3Q5、D3Q6 处理组合间差异显著,与其他处理组合间差异不显著;在 0.01 水平上,3 个处理组合与 D3Q6 处理组合间差异均极显著,与其他处理组合间均无显著差异。

2.6.2 对湿面筋含量的影响。由表 3 可知,D3Q5、D3Q6 处理组合湿面筋品质与其他处理组合均有极显著差异,其他处理组合间无显著差异。

2.6.3 对沉淀值的影响。由表 3 可知,沉淀值较高的处理组合组合为 D3Q4、D2Q3 和 D1Q1,3 个处理组合间差异不显著且与 D1Q4 处理组合间有显著差异,与其他处理组合间无显著差异。

2.6.4 对稳定时间的影响。由表 3 可知,稳定时间较高的处理组合为 D3Q4、D2Q3 和 D1Q1,3 个处理组合间差异不显著且与 D3Q6 处理组合间有显著差异,与其他处理组合间无显著差异。

2.6.5 对吸水率的影响。由表 3 可知,吸水率较高的处理组合为 D1Q1、D2Q3 和 D3Q4,3 个处理组合间差异不显著,且与其他处理组合间无显著差异。

2.6.6 对出粉率的影响。由表 3 可知,出粉率较高的处理组合为 D2Q3、D1Q1 和 D3Q4,3 个处理组合间差异不显著但与 D3Q5、D3Q6 处理组合间差异显著,与其他处理组合间差异不显著。

表 2 不同处理组合对济麦 44 籽粒产量及其构成因素的影响 (LSD 法)

Table 2 Effects of different treatment combinations on yield and its component factors of Jimai44(LSD Method)

处理组合 Treatment combination	有效穗数 Effective spike number//万/hm ²	穗粒数 Grains per spike	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²
D1Q1	555.17 bcAB	37.20 abcdABC	43.13 abAB	6 900.03 aA
D1Q2	513.37 dBCD	37.87 abAB	43.53 aA	6 816.67 abA
D1Q3	599.61 aA	36.86 bcdABC	42.69 abcABC	6 633.33 abcdAB
D1Q4	551.80 bcABC	36.26 cdC	41.63 cBC	6 611.12 abcdAB
D2Q2	514.03 dBCD	36.53 cdBC	41.50 cC	6 577.78 abcdAB
D2Q3	583.81 abA	37.40 abcABC	43.23 abAB	6 889.33 aA
D2Q4	518.76 cdBCD	38.21 aA	42.93 abABC	6 737.32 abcdAB
D2Q5	504.07 dCD	37.26 abcABC	42.33 bcABC	6 486.67 cdAB
D3Q3	487.16 dD	36.06 dC	43.03 abABC	6 744.43 abcAB
D3Q4	577.61 abA	36.93 bcdABC	42.27 bcABC	6 877.76 abA
D3Q5	492.96 dD	37.00 bcdABC	39.73 dD	6 533.33 bcdAB
D3Q6	485.41 dD	36.66 cdBC	38.77 dD	6 388.89 dB

注:同列不同大写字母表示处理组合间在 0.01 水平上差异极显著;同列不同小写字母表示处理组合间在 0.05 水平上差异显著
Note:Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level;different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

表 3 不同处理组合对济麦 44 籽粒品质指标的影响 (LSD 法)

Table 3 Effects of different treatments on grain quality index of Jimai 44 (LSD Method)

处理组合 Treatment combination	蛋白质含量 Protein content//%	湿面筋含量 Wet gluten content//%	沉淀值 Sedimentation mL	稳定时间 Settling time//min	吸水量 Absorption amount//mL/kg	出粉率 Flour yield//%
D1Q1	15.4 aA	35.1 aA	50.99 abAB	23.6 abAB	638.6 aA	71.22 abA
D1Q2	14.7 abAB	34.7 aA	50.34 abcAB	20.2 bcAB	592.0 abA	70.75 abcA
D1Q3	14.4 abAB	34.5 aA	49.79 bcAB	21.6 abcAB	591.6 abA	70.94 abcA
D1Q4	14.9 abAB	34.8 aA	49.19 cB	22.3 abcAB	546.3 bA	69.90 bcA
D2Q2	14.7 abAB	35.3 aA	50.94 abAB	22.0 abcAB	572.3 abA	70.10 abcA
D2Q3	15.5 aA	35.4 aA	51.49 aA	24.5 abA	638.4 aA	71.51 aA
D2Q4	14.7 abAB	34.6 aA	50.96 abAB	21.0 bcAB	600.2 abA	70.57 abcA
D2Q5	14.6 abAB	34.3 aA	49.77 bcAB	23.3 abAB	622.7 abA	70.58 abcA
D3Q3	14.5 abAB	35.2 aA	50.95 abAB	23.4 abAB	612.2 abA	70.72 abcA
D3Q4	15.3 aAB	34.8 aA	51.50 aA	25.5 aA	624.1 abA	71.19 abA
D3Q5	14.0 bAB	29.1 bB	50.93 abAB	22.5 abcAB	581.7 abA	69.50 cA
D3Q6	13.7 bB	29.4 bB	50.90 abAB	19.4 cB	598.0 abA	69.40 cA

注:同列不同大写字母表示处理组合间在 0.01 水平上差异极显著;同列不同小写字母表示处理组合间在 0.05 水平上差异显著
Note:Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level;different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

3 结论

结合不同播期和播种密度处理组合对济麦 44 籽粒产量和品质的影响来看,在产量方面,D1Q1、D2Q3 和 D3Q4 处理组合的产量较高,3 个处理组合间差异不显著;从产量构成要素来看,3 个处理组合在千粒重、有效穗数和穗粒数方面均表现较好;从品质来看,虽大部分处理组合间差异均不显著,但结合蛋白质含量、稳定时间、吸水率和沉淀值等方面综合来看,D1Q1、D2Q3 和 D3Q4 处理组合的均值总体表现较好。

因此,总体表现较优的 3 个处理组合为 D1Q1、D2Q3 和 D3Q4。小麦品种适期适量播种是夺取高产的一个重要环

节。因此,济麦 44 在黄淮海冬麦区适宜的参考播期和播种密度如下:10 月 5 日(D1 处理)、基本苗 180 万/hm²(Q1 处理);10 月 15 日(D2 处理)、基本苗 270 万/hm²(Q3 处理);10 月 25 日(D3 处理)、基本苗 315 万/hm²(Q4 处理)。该研究以 2019—2020 年淄博地区的试验数据为基础,难免具有片面性,所以播期播种密度的选择还应参考当年的气象条件、土壤质地和肥力水平等栽培条件。

参考文献

[1] 马尚宇,王艳艳,刘雅男,等.播期、播量和施氮量对小麦干物质积累、转运和分配及产量的影响[J].中国生态农业学报,2020,28(3):375-385.
[2] 邵庆勤,闫素辉,张从宇,等.密度对沿淮晚播小麦产量形成及品质性状的影响[J].中国生态农业学报,2018,26(9):1366-1377.

最佳;随着硒浓度的再增加,外源硒对丝瓜生长的促进作用消失,甚至变为毒害作用,表明高浓度硒对丝瓜幼苗生长具有一定的伤害。因此,2.0 或 2.5 $\mu\text{mol/L}$ 硒浓度可作为外源硒促进丝瓜生长及缓解丝瓜非生物胁迫的代表性研究浓度,外源硒对丝瓜幼苗其他生理生化指标的影响,有待进一步研究和探讨。

参考文献

[1] SCHWARZ K,FOLTZ C M.Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration[J].Journal of the American chemical society,1957,79(12):3292-3293.

[2] 吴求亮,杨玉爱,谢正苗,等.微量元素与生物健康[M].贵阳:贵州科技出版社,2000:12-25.

[3] COX D N,BASTIAANS K.Understanding Australian consumers' perceptions of selenium and motivations to consume selenium enriched foods[J].Food quality and preference,2007,18(1):66-76.

[4] TAPIERO H,TOWNSEND D M,TEW K D.The antioxidant role of selenium and seleno-compounds[J].Biomedicine and pharmacotherapy,2003,57(3/4):134-144.

[5] 朱善良.硒的生物学作用及其研究进展[J].生物学通报,2004,39(6):6-8.

[6] CHEN L C,YANG F M,XU J,et al.Determination of selenium concentration of rice in China and effect of fertilization of selenite and selenate on selenium content of rice[J].Journal of agricultural and food chemistry,2002,50(18):5128-5130.

[7] GAILER J.Chronic toxicity of AsIII in mammals;The role of (GS)₂AsSe⁻[J].Biochimie,2009,91(10):1268-1272.

[8] SUN H Y,DAI H X,WANG X Y,et al.Physiological and proteomic analysis of selenium-mediated tolerance to Cd stress in cucumber(*Cucumis sativus* L.)[J].Ecotoxicology and environmental safety,2016,133:114-126.

[9] 杨红丽,王子崇,张慎璞,等.西瓜喷施硒肥效应的研究[J].中国土壤与肥料,2008(1):37-39.

[10] 陈玉红,刘忠良.硒对水培黄瓜生长的影响[J].中国园艺文摘,2011,27

(3):13-14.

[11] 徐暄,孙其文.不同浓度硒对水果黄瓜种子萌发的影响研究[J].安徽农学通报,2014,20(20):22-24.

[12] 孙红艳,王杰文,王宇娜,等.硒对镉胁迫下黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J].江苏农业科学,2016,44(12):175-177.

[13] 梁春红,康云艳,柴喜荣,等.硒营养对菜心(菜薹)植株生长、产量和品质的影响[J].广东农业科学,2014,41(7):33-37.

[14] 孟祥,阳显斌,李中权,等.硒对烟草种子萌发和幼苗生长的影响[J].安徽农业科学,2016,44(30):31-33.

[15] 冯魁,马艳明,田新年,等.亚硒酸钠浸种对春小麦种子萌发特性的研究[J].种子,2017,36(9):39-43.

[16] 何士敏,张燕,易涵.硒浸种对豌豆种子萌发的生理生化效应[J].种子,2012,31(2):42-47.

[17] 唐巧玉,吴永尧,周大寨,等.硒对大豆根系活力的影响[J].河南农业科学,2005,34(7):42-44.

[18] 邵志慧,林匡飞,徐小清,等.硒对小麦和水稻种子萌发的生态毒理效应的比较研究[J].生态学杂志,2005,24(12):1440-1443.

[19] 吉清妹,潘孝忠,符传良,等.亚硒酸钠对灵芝生长及富硒效应的影响[J].沈阳农业大学学报,2016,47(6):716-721.

[20] 康德贤,黎炎,卢发仕,等.有棱丝瓜新品种桂冠 5 号的选育[J].中国蔬菜,2021(1):89-91.

[21] 王素平.H₂O₂ 对镉胁迫下黄瓜种子萌发及生长的影响[J].种子,2012,31(3):98-100.

[22] BELIGNI M V,LAMATTINA L.Nitric oxide counteracts cytotoxic processes mediated by reactive oxygen species in plant tissues[J].Planta,1999,208(3):337-344.

[23] 郭艳,张江萍,刘和.微量元素硒在园艺植物中的生理功能研究进展[J].中国农学通报,2013,29(1):76-79.

[24] XUE T L,HARTIKAINEN H,PIIRONEN V.Antioxidative and growth-promoting effect of selenium on senescing lettuce[J].Plant soil,2001,237(1):55-61.

[25] 王海波,王孝娣,姚秀业,等.氨基酸硒叶面肥在玫瑰香葡萄上的应用效果[J].中外葡萄与葡萄酒,2011(5):47-49.

[26] 郭银生.光环境调控对水稻幼苗和黑豆芽苗菜生长发育的影响[D].南京:南京农业大学,2011.

(上接第 30 页)

[3] 周宝元,马玮,孙雪芳,等.播/收期对冬小麦-夏玉米一年两熟模式周年气候资源分配与利用特征的影响[J].中国农业科学,2019,52(9):1501-1517.

[4] 徐晖,崔怀洋,张伟,等.播期、密度和施氮量对稻茬小麦光明麦 1 号氮肥表观利用率的调控[J].作物学报,2016,42(1):123-130.

[5] 苏在兴,王波,黄忠勤,等.播期·密度和追施缓释肥对徐麦 368 产量及群体结构的影响[J].安徽农业科学,2022,50(15):29-33,54.

[6] 王兰,王良,刘肖瑜,等.不同年型下冬小麦适宜播期及密度研究[J].山东农业科学,2019,51(3):29-35.

[7] 王燕,祁虹,张谦,等.粮棉轮作模式下播期播量对棉茬小麦生长发育和产量的影响[J].麦类作物学报,2018,38(12):1473-1480.

[8] 史晓芳,仇松英,史忠良,等.播期和播量对冬小麦尧麦 16 群体性状和产量的影响[J].麦类作物学报,2017,37(3):357-365.

[9] 刘莹,唐清,王立峰,等.播期和密度对襄麦 D31 籽粒产量及品质的影响[J].麦类作物学报,2017,37(3):376-381.

[10] 汪娟梅,张睿,田永平,等.播期播量对小麦中麦 895 产量和品质的影响[J].麦类作物学报,2020,40(11):1375-1381.

[11] 刘爱峰,曹新有,王灿国,等.优质强筋小麦济麦 44 面包相关品质的配粉效应研究[J].山东农业科学,2019,51(10):45-49.

(上接第 33 页)

[5] 吴耕民.中国温带落叶果树栽培学[M].杭州:浙江科学技术出版社,1993.

[6] 魏闻东.鲜食梨[M].郑州:河南科学技术出版社,2005.

[7] 张绍铃,张振铭,乔勇进,等.不同时期套袋对幸水梨果实品质、石细胞发育及其相关酶活性变化的影响[J].西北植物学报,2006,26(7):1369-1377.

[8] 李先明,秦仲麒,涂俊凡,等.不同类型纸袋套袋处理对梨果实品质的影响[J].浙江农业学报,2012,24(6):998-1003.

[9] 张喜焕,陈敬谊,辛贺明,等.梨果实外观品质研究进展[M]//郝荣庭,董启凤.梨科研与生产进展.北京:中国农业出版社,1998:131-134.

[10] 马克元,程福厚,傅玉翔,等.鸭梨果实果点和锈斑的发育[J].园艺学报,1995,22(3):295-296.

[11] 黄春辉,柴明良,潘芝梅,等.套袋对翠冠梨果皮特征及品质的影响[J].果树学报,2007,24(6):747-751.

[12] 李先明,伊华林,秦仲麒,等.不同时期套袋对鄂梨 2 号果实品质的影响[J].果树学报,2008,25(6):924-927.

[13] 李先明,朱红艳,李梦歌,等.湖北地区砂梨有害生物发生及防治现状[J].果树学报,2018,35(S1):46-54.