

樊明, 沈强云, 魏亦勤, 等. 不同播种方式和播深对宁夏引黄灌区滴灌春小麦生长及产量的影响[J]. 山西农业科学, 2025, 53(1):48-54.

FAN M, SHEN Q G, WEI Y Q, et al. The effect of different sowing methods and depths on the growth and grain yield of spring wheat under drip irrigation in the yellow river irrigation area of Ningxia[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2025, 53(1):48-54.

doi:10.3969/j.issn.1002-2481.2025.01.05

不同播种方式和播深对宁夏引黄灌区滴灌春小麦生长及产量的影响

樊明¹, 沈强云¹, 魏亦勤¹, 马广福², 李红霞¹, 曾宝安¹, 张双喜¹

(1. 宁夏农林科学院 农作物研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 贺兰县农业技术推广服务中心, 宁夏 贺兰 750200)

摘要: 为了提高宁夏引黄灌区春小麦干播湿出技术的播种质量和产量, 以春小麦品种宁春 58 号为试验材料, 通过研究干播湿出种植条件下条播播深 3 cm(CK)、条播播深 6 cm(TS)、匀播播深 3 cm(YQ)、匀播播深 6 cm(YS) 4 个处理的小麦生育期、茎秆特征、产量及产量构成因素等指标, 以期探讨该地区小麦干播湿出种植技术的最佳播种方式。结果表明, 春小麦出苗期匀播早于条播, 但成熟期条播早于匀播, 收获穗数匀播比条播平均增加 38 万穗/hm²; 植株第 2 节间茎秆粗、茎秆强度表现为匀播高于条播, 且匀播比条播平均穗粒数增加 1 粒, 千粒质量增加 0.6 g, 产量增加 341.25 kg/hm²。同一播种方式下, 播深 6 cm 比 3 cm 出苗时间延迟, 第 2 节间茎秆平均长度增加 0.96 cm, 收获穗数减少 105 万穗/hm², 每穗粒数减少 4 粒, 产量减少 1 664.25 kg/hm²。匀播播深 3 cm 处理的收获穗数、穗粒数和千粒质量为最高, 其产量较其他处理高 7.6%~19.8%。综上, 在宁夏引黄灌区春小麦干播湿出技术的最佳播种方式为匀播播深 3 cm。

关键词: 春小麦; 干播湿出; 条播; 匀播; 产量; 宁夏引黄灌区

中图分类号: S512.1⁺2 文献标识码: A 文章编号: 1002-2481(2025)01-0048-07

The Effect of Different Sowing Methods and Depths on the Growth and Grain Yield of Spring Wheat Under Drip Irrigation in the Yellow River Irrigation Area of Ningxia

FAN Ming¹, SHEN Qiangyun¹, WEI Yiqing¹, MA Guangfu²,
LI Hongxia¹, ZENG Baoan¹, ZHANG Shuangxi¹

(1. Crops Research Institute of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China;

2. Helan County Agricultural Technology Extension Service Center, Helan 750200, China)

Abstract: In order to improve the sowing quality and grain yield of spring wheat under dry sowing and wet emergence patterns in the Yellow River irrigation area of Ningxia, a spring wheat variety Ningchun 58 was used as the experimental material in this study, the indexes such as wheat growth period, stem characteristics, grain yield, and yield components in four treatments including sowing depth 3 cm(control, CK), and 6 cm(TS) by stripe manner, and 3 cm(YQ) and 6 cm(YS) by uniform manner were investigated to explore the optimal sowing method for dry sowing and wet emergence planting technology of wheat in the region. The results showed that uniform sowing occurred earlier than stripe sowing during the emergence period of spring wheat, but stripe sowing occurred earlier than uniform sowing during the maturity period; and the number of harvested spikes in uniform sowing increased 38×10^4 spikes/ha compared to stripe sowing, the stem thickness and stem strength of the second internode in uniform sowing was higher than those in stripe sowing, and the average grain number per spike, one thousand grain weight, and grain yield in uniform sowing were increased by 1 grain, 0.6 g, and 341.25 kg/ha, respectively, in comparison with stripe sowing. In the same sowing method, sowing depth 6 cm delayed emergence time, increased the average

收稿日期: 2024-04-05

基金项目: 宁夏农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目(NGSB-2021-13); 国家现代农业小麦产业技术体系(CARS-03-87); 2022年宁夏回族自治区青年拔尖人才培养项目

作者简介: 樊明, 副研究员, 硕士, 主要从事小麦育种和高产栽培研究, E-mail: fm45@sina.com

通信作者: 张双喜, 研究员, 博士, 主要从事小麦遗传育种和栽培生理研究, E-mail: shxzhang@163.com

stem length of the second internode by 0.96 cm, and reduced the number of harvested spikes by 105×10^4 spikes/ha, grain number per spike by 4 grains, and yield by 1 664.25 kg/ha compared to sowing depth 3 cm. The treatment of the sowing depth 3 cm in uniform sowing resulted in the highest number of harvested spikes, grain number per spike, and one thousand grain weight, with a yield increase of 7.6%–19.8% compared to other treatments. In conclusion, the optimal sowing method for dry sowing and wet emergence technology of wheat in the Yellow River irrigation area was the sowing depth 3 cm in uniform sowing.

Keywords: spring wheat; dry sowing and wet emergence; stripe sowing; uniform sowing; yield; the yellow River irrigation area of Ningxia

宁夏引黄灌区是我国春小麦生产优势区,小麦是当地重要的口粮作物,该地区年降水量仅有200 mm左右,属于温带干旱地区,水资源严重不足,但可通过引流黄河水资源进行灌溉^[1-2]。然而灌区常用的冬灌、春灌等大水漫灌灌溉方式,存在着水资源利用效率不高、水资源过度浪费、干旱风险程度不断增加等问题^[3-4]。在灌区实施节水农业,推广水肥一体化滴灌技术,促进灌区水资源高效利用和作物节水增产,已成为改革灌溉模式的有效措施。尤其,宁夏在玉米和小麦等作物生产中引进了水肥一体化滴灌技术。王丹等^[5]、黄兴法等^[6]、刘学军等^[7]、李维军^[8]研究表明,滴灌技术有效增加了小麦和玉米种植地的水肥平衡,提升了水资源利用效率,同时能够在一定程度上增强作物的品质。近年来,在宁夏引黄灌区,因秋菜地收获较晚,错过冬灌时间或者无水进行冬灌,第2年春小麦春季播种后底墒较差而影响小麦出苗,利用春小麦水肥一体化干播湿出技术就可以解决小麦因底墒差而出苗困难的问题。干播湿出技术是在前茬作物收获后进行整地,无需冬灌或春灌,第2年在土地上直接进行春播,而后使用滴灌技术进行灌溉,相比大水漫灌可节水49.4%^[9]。干播湿出技术是集农艺节水、工程节水、精量播种为一体的节水栽培技术,其与传统播种技术的区别在于播种时直接用墒出苗而不在前期进行蓄水保墒,明显提升节水效果,同时可以提高作物全苗率,从而进一步增产增效。张敏等^[10]对不同灌水模式下小麦出苗率和灌水量等指标进行了研究,表明干播湿出技术比大田漫灌出苗率提升了9%,并在节水 $2\ 301\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 的情况下不影响小麦正常生育期。杨飞等^[11]对干播湿出条件下玉米出苗率、耗水量和产量构成因子等进行研究,认为干播湿出相较于大水漫灌可使玉米出苗率提升3.85%,节水 $5\ 610\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 而不影响玉米产量。张瑞喜等^[12]对干播湿出条件

下向日葵的生长发育进行了研究,表明干播湿出处理较春灌+膜下滴灌处理可提高向日葵地下部的生物量,并且可以提高土壤温度,为向日葵生长提供更为适宜的土壤环境。

目前,干播湿出技术已在干旱地区开展了广泛的试验和应用,新疆等地已在小麦^[13]和棉花^[14-16]等作物中取得了一定的成效。虽然宁夏引黄灌区针对干播湿出技术也开展了一些研究,但是关于春小麦干播湿出播种技术的研究相对较少,为了进一步提升滴灌的水资源利用率,扩大滴灌技术的推广面积,通过优化灌溉来提高作物增产增效潜力^[17],同时达到节水的目的,开展春小麦干播湿出技术的研究显得尤为重要。

本试验在干播湿出条件下,针对不同播种方式、播种深度对小麦出苗、生长发育、产量及产量构成因素的影响开展研究,以期对宁夏引黄灌区春小麦干播湿出技术的研究及推广应用提供技术支撑。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为宁夏引黄灌区主栽春小麦新品种宁春58号,由宁夏农林科学院农作物研究所小麦研究室提供。

1.2 试验地概况

试验于2022年在宁夏贺兰县金贵镇红星村六社(38°59'N,106°43'E)小麦试验地进行。该地区属中温带大陆性干旱气候,海拔1 102 m,年均日照时数为2 935.5 h,年均温9.7℃,年降水量138.8 mm。试验地地力均匀,灌排方便,土壤类型为灌淤土。试验前0~20 cm土层基本理化性质为:pH值7.78,有机质含量15.2 g/kg,全氮含量1.12 g/kg,有效氮含量164 mg/kg,有效磷含量31.7 mg/kg,有效钾含量365 mg/kg。前茬作物为甘蓝,秋收后无冬灌。

1.3 试验方法

试验采用二因素完全随机区组设计,播种方式设条播和匀播,播深设 3 cm 和 6 cm,试验共设条播播深 3 cm(CK)、条播播深 6 cm(TS)、匀播播深 3 cm(YQ)、匀播播深 6 cm(YS)4 种处理。每个小区种植面积为 400 m²,每处理 3 次重复。3 月 6 日播种,播种量 360 kg/hm²,条播采用 12 行常规条播机播种,行距 0.15 m,匀播采用立体匀播机播种。结合整地施基肥尿素 150 kg/hm²,磷酸二铵 225 kg/hm²,在拔节期结合灌水追施尿素 150 kg/hm²。3 月 8 日铺设滴灌带,滴灌带采用内镶贴片式滴灌带,滴头流量 1.38 L/h,滴头间距 0.3 m,滴灌带间距 0.5 m。3 月 15 日开始第 1 次滴灌上水促墒,确保种子萌动所需水分,各处理的灌水量相同,灌溉用水为地下水。其他管理措施同大田。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 生育时期调查 从播种开始,记录小麦出苗期、三叶期、分蘖期、拔节期、孕穗期、抽穗期、开花期、灌浆期、成熟期等各个生育时期。

1.4.2 茎秆性状测定 茎秆强度测定在小麦乳熟期开展,田间选取长势一致的植株,每个处理田间取相邻 10 株(10 株主茎作为一个群体)进行茎秆强度测定,每个处理随机选取 3 个点测定,使用 YYD-1A 型便携式植物抗倒伏测定仪(浙江托普云农科技股份有限公司)测定。测定位置为植株重心高度位置(茎秆基部到平衡支点的距离),测定时用力推动植株,保持仪器和茎秆垂直至和地面成 45°角时记录测定值,3 次取平均值。第 2 节间

长度和茎粗分别采用直尺和电子游标卡尺测定,其中,茎粗测定部位为茎秆中部,测定 10 株取平均值。

1.4.3 叶绿素含量测定 在灌浆期测定旗叶叶绿素含量,使用 SPAD-502 Plus 叶绿素计测定,测定部位为旗叶叶片中部,每个处理重复 10 次,取平均值。

1.4.4 产量及产量构成因素测定 成熟期各处理选取 1.0 m²调查穗数,每小区收获 100 m²进行脱粒测产,并在各小区中随机选取 30 株植株带回室内考种,测定株高、穗长、结实小穗、不实小穗、穗粒数和千粒质量。

1.5 数据分析

数据采用 Excel 2017 和 IBM SPSS 19.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 播深对条播、匀播春小麦生育时期的影响

不同播种方式对小麦生育时期有一定的影响(表 1),不同处理小麦生育期整体为 102~111 d,变幅为 9 d,CK 生育期为 109 d,其中 YQ 处理生育期为 111 d,较 CK 延长 2 d;TS 处理生育期为 102 d,较 CK 缩短 7 d;YS 处理生育期为 105 d,较 CK 缩短 4 d。各处理出苗期不同,其中 YQ 处理最早,TS 处理最迟,二者相差 7 d;在三叶期、分蘖期、拔节期等生育时期进程方面,6 cm 播深处理较 3 cm 播深处理延迟 2~4 d,条播较匀播提前 1~3 d。同一播深处理的抽穗期相同,且 6 cm 播深处理较 3 cm 播深处理的抽穗期延迟 3 d。

表 1 不同播深对条播、匀播春小麦生育时期的影响

Tab.1 Effects of different sowing depths on the growth period of spring wheat in stripe and uniform sowing

处理 Treatment	生育时期/(月-日) Growth period							
	出苗期 Seeding stage	三叶期 Trefoil stage	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Jointing stage	抽穗期 Heading stage	开花期 Flowering stage	灌浆期 Filling stage	成熟期 Maturation stage
TS	04-01	04-15	04-18	05-13	05-25	05-31	06-14	07-11
YQ	03-26	04-10	04-13	05-10	05-22	05-30	06-13	07-14
YS	03-30	04-13	04-15	05-14	05-25	06-1	06-14	07-12
CK	03-27	04-11	04-14	05-10	05-22	05-28	06-13	07-13

由此可见,干播湿出滴灌条件下,条播较匀播在同一播深下生育期提前,匀播较条播延长了营养生长期,利于幼穗分化,为后期生殖生长和高产创造了有利条件。同一播种方式下,播深 3 cm 较 6 cm 处理生育期提前,说明播种深度加深,延迟

了小麦发芽和出苗时间,小麦自身养分消耗大,不利于小麦生长发育和产量的形成。在开花期和灌浆期上,同一播种深度条件下匀播和条播生育期相差不大,但是同一播种方式下不同播种深度对生育期影响较大,YS 处理比 YQ 处理延迟 1~2 d,

TS处理比CK延迟1~4 d。在成熟期上,TS处理较CK提前2 d,YS处理较YQ处理提前2 d,YQ处理较CK延迟1 d。综合分析,YQ处理成熟期比其他处理延长1~3 d,一定程度上延长了小麦的灌浆时间,增加了千粒质量,为小麦增产奠定了基础。

2.2 播深对条播、匀播春小麦植株及茎秆特征的影响

不同播种方式和播深对小麦苗数和植株茎秆特征影响不同(表2),其中,基本苗数、株高、单株茎秆强度、第2节间茎粗、第2节间茎长等测定特征值在不同播种方式间差异不显著,在播深3 cm和6 cm处理间差异达到显著水平($P<0.05$),旗叶绿素含量值在各个处理间差异不显著。其中,CK基本苗最高,其次是YQ处理,最低的是TS处理,为439.5万株/hm²,较CK减少91.5万株/hm²;株高以YQ处理为最高,可达89.3 cm,同时单株茎

秆强度和第2节间茎粗也最大,分别为0.17 N和4.70 mm,较CK分别增加0.04 N和0.27 mm;第2节间茎长依次为YS>TS>YQ>CK,不同播深处理间差异显著($P<0.05$),随着播种深度加深,第2节间茎秆长度越长;旗叶绿素含量以YS处理最大,较CK高2.7。

综上所述,不同播种方式对小麦出苗和植株茎秆特征的影响较小,这些性状受播种深度的影响较大。相较于浅播(3 cm),深播(6 cm)会使小麦株高降低,由于播种深度加深,小麦在出苗时会延长基部第2节间长度,同时使第2节间粗度变小,使得小麦单株茎秆强度下降,存在潜在的倒伏风险,对产量产生影响。因此,生产上在春小麦干播湿出播种时,对于耕层土壤干燥疏松的田块要注意控制播种深度,避免播种过深而对产量产生不利影响。

表2 不同播深对条播、匀播春小麦植株及茎秆特征的影响

Tab.2 Effects of different sowing depths on the characteristics of spring wheat plants and stems in stripe and uniform sowing

处理 Treatment	基本苗数/ (万株/hm ²) Total seedlings	株高/cm Plant height	单株茎秆强度/N Stem strength per plant	第2节间茎粗/mm Second internode stem thickness	第2节间茎长/cm Second internode stem length	叶绿素含量(SPAD值) Chlorophyll content
TS	439.5b	85.5b	0.05c	3.38b	7.59b	57.5a
YQ	514.5a	89.3a	0.17a	4.70a	6.86a	57.1a
YS	454.5b	83.8b	0.07b	3.55b	7.84b	58.2a
CK	531.0a	88.5a	0.13a	4.43a	6.65a	55.5a

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间在0.05水平上差异显著。表4同。

Note: Different lowercase letters after the data in the same column indicated significant differences among different treatments at the 0.05 level. The same as Tab.4.

2.3 播深对条播、匀播春小麦穗部性状的影响

小麦穗部是小麦产量形成的重要部位,穗长越长结实的小穗和穗粒数就越多,不同播种方式和播种深度对小麦穗部性状产生不同影响。由表3可知,不同处理的穗长依次为YQ>CK>YS>TS,整体上来看,匀播方式下的穗长大于条播方式,浅播(3 cm)处理的穗长大于深播(6 cm)处理;分化小穗数同一播深处理的相同,播深3 cm处理的为18个,播深6 cm处理的为17个;在穗粒质量上,YQ处理最大(1.9 g),其次为CK和TS处理,最小为YS处理,最大和最小相差0.5 g;结实率表现趋势为CK>YQ>TS>YS,匀播播深6 cm的结实率最低(89.4%),条播播深3 cm的结实率最高(90.6%)。综合分析,在干播湿出条件下,匀播较条播更有利于

小麦穗部幼穗分化,增加穗长和小穗数,提高结实率和穗粒质量;深播(6 cm)较浅播(3 cm)穗长变短,小穗数减少,穗粒质量和结实率降低。

表3 不同播深对条播、匀播春小麦植株穗部性状的影响

Tab.3 Effects of different sowing depths on the spike characteristics of spring wheat plants in stripe and uniform sowing

处理 Treatment	穗长/cm Spike length	小穗数/个 Spikelet number	穗粒质量/g Grain weight per spike	结实率/% Seed- setting rate
TS	10.2	17	1.5	89.7
YQ	11.5	18	1.9	90.3
YS	10.3	17	1.4	89.4
CK	10.9	18	1.7	90.6

2.4 播深对条播、匀播春小麦产量及产量构成因子的影响

从表4可以看出,不同处理下穗数表现为YQ>CK>YS>TS, YQ处理收获穗数最大(657.0万穗/hm²),较对照增加25.5万穗/hm²,但二者差异不显著,TS处理的穗数最低(513.0万穗/hm²),较最高YQ处理减少144万穗/hm²,二者差异达到显著水平($P<0.05$),说明匀播较条播更有利于小麦植株个体生长发育,增加有效穗数;播种深度加深影响小麦植株生长,有效穗数减少;穗粒数表现为YQ处理最高,达到44粒,较CK多2粒,TS和YS处理穗粒数相同,都为39粒,低于YQ处理和CK,且同一播种方式下不同播深间穗粒数差异显著($P<0.05$),说明播深加深不利于小麦穗粒数增加;千粒质量表现为YQ>CK>YS>TS,最高YQ处理和最低TS处理相差4.2g,差异显著($P<0.05$)。产量表现为YQ>CK>TS>YS, YQ处理的产量最大(10 371.0 kg/hm²),较CK高730.5 kg/hm²,增产7.6%,二者间差异显著($P<0.05$); YQ处理较YS处理增产19.8%,二者间差异显著($P<0.05$)。TS、YS处理较CK分别减产13.2%和13.7%,差异达到显著水平($P<0.05$),TS处理与YS处理间

产量差异不显著。

表4 不同播深对条播、匀播春小麦产量及产量构成因素的影响

Tab.4 Effects of different sowing depths on the yield and yield components of spring wheat in stripe and uniform sowing

处理 Treat- ment	穗数/ (万穗/hm ²) Spike number	穗粒数 Grain num- ber per spike	千粒质量/g One thousand grain weight	产量/ (kg/hm ²) Yield
TS	513.0c	39b	45.2b	8 365.5c
YQ	657.0a	44a	49.4a	10 371.0a
YS	565.5b	39b	45.3b	8 317.5c
CK	631.5a	42a	48.3a	9 640.5b

结果表明,干播湿出条件下产量变化主要是由播种深度不同而引起(表5),播种深度间呈显著差异($P<0.05$),不同播种方式上采用3cm播种深度,匀播较条播能增加小麦收获穗数和千粒质量,从而增加产量;若增加播种深度,如采用6cm播深,小麦产量则明显降低,且不同播种方式间差异不显著,对产量影响不明显,在同一播种方式下,随着播种深度增加产量显著降低。

表5 不同播种方式、播深的产量方差分析

Tab.5 Analysis of variance in yield of spring wheat under different sowing methods and depths

变异来源 Source of variation		SS	DF	MS	F	P
播种方式	Sowing method	1 552.69	1	1 552.69	3.953	0.0939
播种深度	Sowing depth	36 951.90	1	36 951.90	94.079	0.0001
播种方式×播种深度	Sowing method×Sowing depth	2 025.40	1	2 025.40	5.157	0.0636
误差	Deviation	2 356.65	6	392.77		
总变异	Total variation	42 926.07	11			

3 结论与讨论

匀播技术是通过小麦植株均匀分布,均衡占有农田资源来实现苗壮、穗多穗大、产量高^[18],较条播播种增产显著。本试验条件下,采用同一播种深度,条播方式比匀播方式生育期提前,匀播种植更有利于小麦植株个体生长发育,其幼穗分化和灌浆时间延长,为小麦增产奠定了基础。本研究结果表明,干播湿出种植条件下,条播较匀播更能提高小麦苗数,但是后期匀播种植更利于小麦植株个体生长发育,主茎分蘖率高于条播,有效收获

穗数增多^[19];匀播使小麦群体分布更加合理,植株个体第2节间茎秆变粗,使得茎秆强度变强,抗倒伏能力增强,这与李召锋等^[20]的研究结果一致。

播种深度是小麦高产栽培技术中研究的首要问题,在宁夏引黄灌区,春小麦播种过深容易导致种子霉烂或出苗缓慢,不利于后期生长,播种过浅,种子容易裸露被鸟啄食或不能吸收土壤水分而影响发芽。在无冬灌条件下进行干播湿出,土壤干土层厚,控制好播种深度尤为重要。本研究表明,同一播种方式下,播深6cm较3cm延长了小麦发芽出苗时间,出苗率降低^[21-22],生育时期延

迟,但成熟期提前,缩短了灌浆时间。在播深6 cm时,第2节间茎秆平均长度较CK增加1.07 cm,较3 cm播深增加0.96 cm,节间变长,抗倒伏性降低^[23]。

播种深度对产量影响作用显著,随着播种深度增加,收获穗数变少,穗长变短,分化小穗数变少,穗粒数和结实率变低,产量降低^[24-25]。本研究表明,匀播及播深3 cm处理的穗数、穗粒数和千粒质量最高,其产量较其他处理增加7.6%~19.8%,深播下匀播与条播的产量、穗粒数、千粒质量差异不明显,但穗数匀播明显高于条播,表明深播下匀播在提高春小麦穗数方面的优势仍然存在;浅播下匀播的穗数、产量、穗粒数、千粒质量高于条播,表明匀播较条播具有明显增产优势,生产上利用匀播种植较条播能有效促进春小麦分蘖,增加收获穗数,提高结实率和穗粒数,最终促进小麦增产,这和杨飞等^[18-19]的研究结果一致。在干播湿出条件下,要提高小麦产量,在播种方式上可采用匀播播种来提高小麦群体质量,通过改善小麦个体生长发育环境来增加收获穗数和产量构成因子,从而提高产量,同时因春播前耕地没有进行冬灌,地块土壤干燥撬虚,要利用滴灌条件来保证小麦种子出苗所需水分,因而要控制好合理播种深度,减小因播种深度不当对小麦产量带来的不利影响。生产上,播种深度不宜过深,有利于种子萌动和出苗,可结合匀播种植,充分发挥小麦个体增产潜力,促进小麦增产增收,适宜浅播明显有利于产量的提高,尤其对匀播效果更明显,具体的生理生态机理还有待进一步多年多点深入研究。

参考文献:

- [1] 陈东升,袁汉民,王小亮,等.宁夏引黄灌区部分小麦品种(系)品质性状分析[J].宁夏农林科技,2004,45(3):21-23.
CHEN D S, YUAN H M, WANG X L, et al. Analysis of quality traits of some wheat varieties (lines) in Ningxia Yellow River irrigation area[J]. Ningxia Journal Agriculture and Forestry Science and Technology, 2004, 45(3): 21-23.
- [2] 宁夏回族自治区人民政府办公厅.关于印发宁夏黄河水资源县级初始水权分配方案的通知[J].宁夏回族自治区人民政府公报,2009(31):31-33.
Office of the People's Government of Ningxia Hui Autonomous Region. Notice on issuing the county level initial water rights allocation plan for Yellow River water resources in Ningxia[J]. Communique of the People's Government of Ningxia Hui Autonomous Region, 2009(31): 31-33.
- [3] 包阿茹汗,覃志豪,高懋芳,等.宁夏玉米和小麦干旱风险评价研究[J].中国农业资源与区划,2019,40(4):70-84.
BAO A, QIN Z H, GAO M F, et al. Drought risk assessment of maize and wheat cropping in Ningxia[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(4): 70-84.
- [4] 徐桂珍.基于自然灾害风险理论的陕西省典型作物干旱灾害风险评估与区划[J].中国农村水利水电,2017(7):179-184.
XU G Z. Risk assessment and zoning of typical crop drought disasters in Shanxi Province based on natural disaster risk theory[J]. China Rural Water and Hydropower, 2017(7): 179-184.
- [5] 王丹,韩聪颖,黄兴法,等.宁夏引黄灌区不同群体密度下滴灌春小麦耗水规律和产量初探[J].灌溉排水学报,2015,34(S2):155-158.
WANG D, HAN C Y, HUANG X F, et al. Study on the water use and yield of spring wheat with various population densities under drip irrigation in Ningxia Yellow River irrigation area[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2015, 34(S2): 155-158.
- [6] 黄兴法,刘晓晖,张晓航,等.宁夏引黄灌区水肥制度对滴灌春小麦生长及产量的影响[J].灌溉排水学报,2015,34(S2):9-12.
HUANG X F, LIU X H, ZHANG X H, et al. Effect of water-fertilizer scheduling on yield of spring wheat under drip irrigation in Yellow River irrigation region of Ningxia Hui Autonomous region[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2015, 34(S2): 9-12.
- [7] 刘学军,翟汝伟,李真朴,等.宁夏扬黄灌区玉米滴灌水肥一体化灌溉施肥制度试验研究[J].中国农村水利水电,2018(9):74-78.
LIU X J, ZHAI R W, LI Z P, et al. Experimental research on the application of integrated fertilizer and fertilizer system for maize drip irrigation in Ningxia yellow irrigation area[J]. China Rural Water and Hydropower, 2018(9): 74-78.
- [8] 李维军.宁夏玉米滴灌水肥一体化灌溉施肥制度研究[J].农业工程技术,2019,39(23):48.
LI W J. Research on integrated irrigation and fertilization system of drip irrigation for corn in Ningxia[J]. Agricultural Engineering Technology, 2019, 39(23): 48.
- [9] 刘秀.大田滴灌“干播湿出”技术初探[J].农业科技与信息,2013(5):7-8.
LIU X. Preliminary exploration of "dry sowing and wet drainage" technology for field drip irrigation[J]. Agricultural Science-Technology and Information, 2013(5): 7-8.
- [10] 张敏,陈永伟,徐灿,等.宁夏引黄灌区春小麦不同灌水模式综合比较试验[J].农业与技术,2023,43(13):66-70.
ZHANG M, CHEN Y W, XU C, et al. Comprehensive comparative experiment of different irrigation modes for spring wheat in ningxia yellow river irrigation area[J]. Agriculture and Technology, 2023, 43(13): 66-70.
- [11] 杨飞,马文礼,李宗泽,等.宁夏扬黄灌区滴灌玉米干播湿出技术研究[J].安徽农业科学,2018,46(13):44-46.
YANG F, MA W L, LI Z Z, et al. Dry seeding and wet emergence technology of maize in ningxia yanghuang irrigated area[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2018, 46(13): 44-46.

- [12] 张瑞喜, 史吉刚, 宋日权, 等. 干播湿出对向日葵生长发育及苗期地温的影响[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(12): 71-74.
ZHANG R X, SHI J G, SONG R Q, et al. Effects of dry seeding and wet emergence on sunflower growth and seedling soil temperature[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2015, 34(12): 71-74.
- [13] 丁芬玲. 冬小麦新冬 20 号干播湿出生产新技术探索[J]. 农业与技术, 2017, 37(2): 8.
DING F L. Exploration of new production techniques for dry sowing and wet production of winter wheat xindong 20[J]. Agriculture and Technology, 2017, 37(2): 8.
- [14] 曹健. 棉花干播湿出早期管理技术要点[J]. 农村科技, 2013(9): 6.
CAO J. Key points of early management techniques for dry sowing and wet emergence of cotton[J]. Rural Science & Technology, 2013(9): 6.
- [15] 曾雄, 李攀芳. 阿瓦提县盐碱地棉花干播湿出与滴肥出苗集成应用技术[J]. 农村科技, 2019(5): 3-5.
ZENG X, LI P F. Integrated application technology of dry sowing and wet emergence and drip fertilizer emergence of cotton in saline alkali soil of Awati county[J]. Rural Science & Technology, 2019(5): 3-5.
- [16] 胡荣国. 棉花干播湿出技术在五十团的推广应用[J]. 新疆农垦科技, 2023, 46(3): 13-14.
HU R G. The Promotion and application of cotton dry sowing and wet extraction technology in fifty regiments[J]. Xinjiang Farm Research of Science and Technology, 2023, 46(3): 13-14.
- [17] 张学品, 冯伟森, 丁志强, 等. 水分处理对冬小麦产量和水分利用效率的影响[J]. 山西农业科学, 2022, 50(12): 1654-1661.
ZHANG X P, FENG W S, DING Z Q, et al. Effects of water treatment on yield and water use efficiency of winter wheat[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2022, 50(12): 1654-1661.
- [18] 杨飞, 马文礼, 陈永伟, 等. 匀播、滴灌对春小麦幼穗分化进程及产量的影响[J]. 作物杂志, 2018(4): 84-88.
YANG F, MA W L, CHEN Y W, et al. The effects of uniform sowing and drip irrigation on the spike differentiation and yield of spring wheat[J]. Crops, 2018(4): 84-88.
- [19] 杨飞, 张战胜, 陈永伟, 等. 匀播滴灌对小麦分蘖消长规律及产量三要素的影响[J]. 耕作与栽培, 2018, 38(2): 12-14.
YANG F, ZHANG Z S, CHEN Y W, et al. Influence of uniform sowing and drip irrigation on the rule of tillering and three factors of wheat yield[J]. Tillage and Cultivation, 2018, 38(2): 12-14.
- [20] 李召锋, 黄润, 王竹琼, 等. 滴灌春小麦花后茎秆抗倒性变化[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(9): 63-66.
LI Z F, HUANG R, WANG Z Q, et al. Changes in stem lodging resistance of spring wheat after flowering under drip irrigation[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017, 45(9): 63-66.
- [21] 李玥, 王兴荣, 张彦军, 等. 不同小麦种质资源耐深播能力的差异[J]. 麦类作物学报, 2017, 37(4): 483-490.
LI Y, WANG X R, ZHANG Y J, et al. Difference of deep-sowing tolerance ability in wheat germplasm[J]. Journal of Triticeae Crops, 2017, 37(4): 483-490.
- [22] 豆利岭, 刘庆峰, 王宁, 等. 不同土壤和播种深度下稻秸淋洗对小麦出苗及生长发育的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(23): 106-110.
DOU L L, LIU Q F, WANG N, et al. Influences of rice straw leaching on emergence and growth of wheat seedlings under different soil and sowing depth[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2019, 47(23): 106-110.
- [23] 樊明, 张双喜, 魏亦勤, 等. 不同春小麦茎秆抗倒伏特性分析[J]. 宁夏农林科技, 2022, 63(5): 9-12.
FAN M, ZHANG S X, WEI Y Q, et al. Analysis on lodging resistance of different wheat stems[J]. Journal of Ningxia Agriculture and Forestry Science and Technology, 2022, 63(5): 9-12.
- [24] 易峰, 钱双, 许泽华, 等. 不同播种深度对小麦生长及其产量的影响研究[J]. 上海农业科技, 2019(3): 55-57.
YI F, QIAN S, XU Z H, et al. A study on the effects of different sowing depths on wheat growth and yield[J]. Shanghai Agricultural Science and Technology, 2019(3): 55-57.
- [25] 闫雪, 史雨刚, 王曙光, 等. 小麦穗部性状与产量的相关性分析[J]. 山西农业科学, 2015, 43(9): 1073-1075.
YAN X, SHI Y G, WANG S G, et al. Correlation analysis between panicle traits and yield in wheat[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2015, 43(9): 1073-1075.