

多因素控制下渭北旱地小麦产量寻优的研究

刘文国¹, 张建昌¹, 曹卫贤¹, 党占平¹, 强 秦¹, 高亚军², 李生秀²

(1. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 在陕西渭北旱塬进行了连续三年定点小麦田间试验, 通过栽培模式、氮肥水平、种植密度三因素的不同处理, 研究多因素小麦栽培优化组合。结果表明: 采用垄沟、覆膜、秸秆覆盖栽培模式对小麦穗数不产生影响; 施用氮肥能极显著地影响小麦穗数, 在施纯氮 0~240 kg/hm² 范围内, 每增减纯氮 1 kg, 增减穗数 4 288; 增加播量, 极明显地提高小麦穗数; 不同的栽培模式、氮肥用量和小麦种植密度对小麦的穗粒数不产生影响; 覆膜栽培与垄沟栽培之间千粒重差异显著, 种植密度对小麦千粒重在不同的条件下影响明显, 覆膜栽培条件下, 高氮肥水平, 低密度(播种量 180 kg/hm²)的千粒重大于高密度(播种量 225 kg/hm²), 垄沟模式下, 高氮水平(施纯氮 240 kg/hm²)与中氮水平(施纯氮 120 kg/hm²)之间差异不显著, 但与不施氮肥相比, 千粒重明显提高, 秸秆覆盖模式下, 高密度(播种量 225 kg/hm²)与不施氮、高氮水平组合的平均千粒重最低, 两者差异不显著, 但与其它各组合差异显著。正常降水年份, 旱地小麦采用一定的农业栽培模式, 能够显著影响小麦的产量, 尤其是覆膜下, 产量显著高于对照; 降水量多的年份, 采用垄沟模式及秸秆覆盖模式对小麦产量甚至产生负效应。施用氮肥对小麦产量有极显著影响, 在施纯氮 0~240 kg/hm² 范围内, 每增减纯氮 1 kg, 增减籽粒产量 5.7 kg; 种植密度对小麦籽粒产量与生物产量的影响显著, 秸秆覆盖栽培和常规栽培(对照)模式下籽粒产量差异显著, 产量排列次序都为高密度(播种量 225 kg/hm²)大于低密度(播种量 180 kg/hm²), 低氮和不施氮时, 增加密度, 可提高产量。

关键词: 地膜覆盖; 垄沟种植; 秸秆覆盖; 施氮量; 籽粒产量; 生物学产量

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)01-0190-06

提高干旱地区小麦产量一直是旱农研究中的重要问题。影响小麦产量的因素很多, 既有品种、土壤水分, 也有养分、土壤温度等。由于该地区降水量较少, 土壤蒸发量较大, 且无灌溉条件, 土壤肥力不高, 所以人们总是通过各种措施, 设法改变或协调这些因素, 提高产量。因此以地膜覆盖、秸秆覆盖、垄上覆膜垄沟种植等为主的覆盖栽培模式在该地区, 尤其在陕西、山西、甘肃等地被广泛应用。据研究: 秸秆覆盖具有蓄水保墒、提高土壤有机质等作用^[1], 地膜覆盖可显著提高土壤温度, 减少土壤水分蒸发损失^[2], 垄沟种植采取平地起垄、垄上覆膜、沟内覆草、小麦种在沟内的方式, 旨在集水、保墒、增温^[3,4]。

氮肥对作物产量的效应已成为公认^[5~10], 小麦的种植密度对产量的影响已受到人们的关注^[6], 但把这些措施和因素综合研究报道的较少。鉴于此, 我们于 2003~2005 年度连续三年在渭北旱塬进行小麦田间试验, 研究栽培模式、氮肥用量、种植密度等多种因素对小麦产量的影响, 以期对旱地小麦高产和覆盖栽培技术的优化提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验设在彬县小章镇杨凌职业技术学院试验基地, 该地属典型黄土高原沟壑区, 海拔 1 160 m, 地形平坦, 土层深厚, 是暖温带半干旱内陆型气候, 年均温 9.3℃。光照充足, 热量略显短缺, 年均降水量 582 mm, 57%集中于 7~9 月份。

供试土壤为黑垆土, 表土质地中壤, 容重 1.32 g/cm³, pH 8.15, 有机质含量 11.4 g/kg, 碱解氮 38.2 mg/kg, 有效磷 8.3 mg/kg, 有效钾 96.6 mg/kg, 田间持水量 22.5%, 2002 年试验开始时前茬作物为大豆(*Glycine max* Merrill)。

本试验设栽培模式、施氮和密度 3 因子, 栽培模式设: 常规栽培(对照)、秸秆覆盖(小麦行间覆盖麦草 4 500 kg/hm²)、地膜覆盖(平覆膜, 膜上穴播小麦)、垄沟模式(垄上覆膜沟内种植 2 行小麦, 小麦行间覆草 1 500 kg/hm², 垄宽: 沟宽为 40 cm: 20 cm) 4 种方式; 施氮设不施氮(N₀)、120 kg/hm²(N₁₂₀)、240 kg/hm²(N₂₄₀) 3 个水平; 密度设播量 180 kg/hm²

收稿日期: 2006-04-28

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(30230230); 国家自然科学基金项目(40471069)

作者简介: 刘文国(1966—), 男, 讲师, 陕西兴平人, 在职硕士, 从事土壤与植物营养、专用肥方面的教学与科研工作。E-mail: liuwgen@126.com.

(D₁₈₀)和 225 kg/hm²(D₂₂₅)两个水平。田间排列采用裂区设计,以栽培模式为主区,施氮量为副区,密度为副副区。小区面积 15m²(3 m×5 m),重复 3 次。实行冬小麦一休闲种植方式。以过磷酸钙(含 P₂O₅ 大于 16%)为肥底,其施入量为 P₂O₅ 105 kg/hm²;氮肥选用尿素(含 N 46%),两种肥料在播种前均匀撒入相应小区,翻入耙平后播种。地膜覆盖采用穴播,其它处理开沟条播,播后即进行秸秆覆盖处理。

小麦供试品种为西农 1043,每年于 9 月下旬或 10 月初播种,第二年 6 月下旬收获。收获前对各小区进行测产和考种,收获后测定各小区的实际产量和生物学产量。

1.2 测定项目与方法

播前采 0~20 cm 土样,用于测定土壤 pH(pHS—3CT 酸度计测定)、有机质(重铬酸钾外加热法)、碱解氮(碱解扩散法)、有效磷(0.5 mol/L 碳酸氢钠浸提、钼锑抗比色法)和有效钾(火焰光度计法)等指标,土壤容重用环刀法测定^[11]。

收获前每小区选取两点各 1 m 长,数其穗数,取平均值,根据其行宽计算其面积,再折算出每 hm² 的穗数。每小区在有代表性的两点各取 30 株,数其粒数,取平均值即为穗粒数。按小区收获打,全部称重,再换算为 hm² 的生物学产量。收获晾晒后,按

小区取样,数 1000 粒,重复三次,称重取其平均值即为千粒重。按小区脱粒,晒干,计产。

2 结果与分析

2.1 不同栽培条件对产量构成因素的影响

2003~2005 年不同栽培模式、氮肥用量下穗数、穗粒数、千粒重的三年资料取平均值,按试验设计的三次重复进行方差分析,多重比较结果见表 1。

2.1.1 对穗数的影响 栽培模式对成穗数无显著影响(表 1),其中最高穗数 387.9 万/hm² 与最低穗数 360.9 万/hm² 相差仅 27 万/hm²,可认为是由试验误差产生。因此,旱地小麦生产中,采用垄沟种植、覆膜或秸秆覆盖模式与对照相比不会明显引起有效分蘖的变化。施用氮肥对成穗数有极显著影响。三种氮肥水平的平均穗数,随施氮量的增加而上升,依次为 N₂₄₀>N₁₂₀>N₀,回归分析表明,在施 N 0~240 kg/hm² 范围内,每增减纯氮 1 kg,增减穗数 4 288(*r*=0.95)。因此,增施一定量氮肥,对于提高小麦有效分蘖极其重要。种植密度对成穗数亦有极显著的影响。D₂₂₅和 D₁₈₀的平均穗数分别为 395.8万/hm²、359.4 万/hm²,相差 36.4 万/hm²,差异达极显著水平(*P*<0.01)。表明旱地小麦生产中,为提高有效穗数,可适当增加播量。

表 1 不同栽培模式及氮肥用量下穗数、穗粒数、千粒重的比较(Duncan 法,3 年平均值)

Table 1 Comparison of ear number, ear grain number and weight of a thousand grains of wheat in different modules and nitrogen levels (Duncan method, average of 3 years)																
施氮量 N (kg/hm ²)	播量 Sowing amount (kg/hm ²)	栽培模式 Wheat cultivation modules												各氮肥水平的平均值 Average of each N fertilizer level		
		垄沟种植 Furrow planting			地膜覆盖 Plastic film mulch			秸秆覆盖 Straw mulch			常规种植 No mulch					
		穗数 Ear number (10 ⁴ /hm ²)	穗粒数 Ear grain number	千粒重 Weight of a thousand seeds (g)	穗数 Ear number (10 ⁴ /hm ²)	穗粒数 Ear grain number	千粒重 Weight of a thousand seeds (g)	穗数 Ear number (10 ⁴ /hm ²)	穗粒数 Ear grain number	千粒重 Weight of a thousand seeds (g)	穗数 Ear number (10 ⁴ /hm ²)	穗粒数 Ear grain number	千粒重 Weight of a thousand seeds (g)	穗数 Ear number (10 ⁴ /hm ²)	穗粒数 Ear grain number	千粒重 Weight of a thousand seeds (g)
240	225	419.2	25.9	47.8	425.7	27.2	47.5	472.1	26.0	47.6	450.9	22.8	46.7	419.7	25.8 a	47.7 a
240	180	387.4	26.9	47.9	388.7	28.3	49.1	412.7	25.2	48.2	400.7	24.5	47.0	a A		
120	225	407.2	27.1	47.6	384.6	26.2	49.2	432.8	22.7	48.5	427.1	26.2	47.9	396.3	26.1 a	48.2 a
120	180	361.9	27.0	47.7	381.0	27.5	48.4	399.3	26.8	48.7	376.4	25.0	47.6	a A		
0	225	317.9	26.8	47.3	341.3	25.2	48.7	320.7	24.8	47.6	350.2	24.0	48.4	316.8	25.3 a	48.1 a
0	180	272.0	27.4	46.8	331.9	25.2	49.0	278.7	24.7	48.8	322.0	24.7	48.2	b B		
各模式的平均值 Average of Each module		360.9 a	26.8 a	47.5 b	375.5 a	26.6 a	48.6 a	386.0 a	25.1 a	48.2 b	387.9 a	24.5 a	47.6 ab	—	—	—

注:具有相同字母标记的数字间无显著差异。Note: Data sharing the same letters are not significantly different.

2.1.2 对穗粒数的影响 研究表明,栽培模式对小麦穗粒数影响不明显。4 种模式之间的平均穗粒数差异均未达到 0.05 显著水平,因此,在旱地小麦生

产中,采用覆膜、垄沟种植和秸秆覆盖模式对穗粒数影响不大。氮肥施用量在 0~240 kg/hm² 范围内变化,对平均穗粒数的影响不明显。密度对穗粒数影

响也不明显,其中高密度 D₂₂₅的平均穗粒数为26.1粒,低密度 D₁₈₀的平均穗粒数为 25.4 粒,二者相近。

2.1.3 对千粒重的影响 在旱地小麦生产中,采用一定栽培模式,对小麦平均千粒重有明显影响。4种模式的多重比较表明,覆膜的千粒重为 48.6 g 与垄沟种植的 47.5 g 之间差异显著,其它各模式两两之间差异均不显著。在不同的栽培条件下,种植密度对小麦千粒重影响明显。垄沟模式下,氮肥用量在 0~240 kg/hm² 范围变化,两密度 D₂₂₅和 D₁₈₀对小麦平均千粒重影响不明显;覆膜下,不施氮肥和施用 120 kg/hm² 时,高密 D₂₂₅和低密 D₁₈₀变化对千粒重影响不明显,但高氮水平即施用 N 240 kg/hm² 时,低密 D₁₈₀的千粒重较高,为 49.1 g,与高密 D₂₂₅的千粒重 47.5 g 相差 1.6 g,差异显著($P<0.05$);秸秆覆盖模式下,结果刚好与覆膜相反,施氮 240 kg/hm² 和施氮 120 kg/hm² 时,高密 D₂₂₅ 和低密 D₁₈₀变化对千粒重影响不明显,而不施氮肥的低密 D₁₈₀与高密 D₂₂₅之间差异明显,分别为 48.8 g 和 47.6 g,相差 1.2 g;常规模式下(对照),与垄沟模式相同,在氮肥的不同水平下,两密度对小麦的千粒重

影响不明显。氮肥用量对小麦千粒重的影响较明显,垄沟模式下,高氮水平 N₂₄₀与中氮水平 N₁₂₀之间差异不显著,但与不施氮肥相比,千粒重明显提高,相差 1.2 g;覆膜下,高氮 N₂₄₀高密 D₂₂₅组合下,千粒重最低,为 47.5 g,与其它各处理组合差异显著;其它各组合之间差异不明显;秸秆覆盖模式下,高密 D₂₂₅与不施氮、高氮 N₂₄₀组合的平均千粒重最低,两者差异不显著,但与其它各组合差异显著,其它各组合之间差异不显著;常规模式下,氮对千粒重影响的变化趋势为 N₀>N₁₂₀>N₂₄₀,这一结果的原因是 N₀苗稀,成穗数最少,穗小,穗粒数少,但籽粒较为饱满之故。全部试验以常规高密高氮水平的千粒重最低,为 46.7 g,以覆膜中氮高密的千粒重最高,为 49.2 g,两者差异达极显著水平($P<0.01$)。

2.2 不同栽培条件对籽粒产量与生物学产量的影响

把 2003~2005 年产量资料分别按年份整理,具体是用不同栽培模式(模式为主区)下裂区或裂区求各模式的平均值,按试验设计的三次重复进行方差分析,多重比较结果见表 2。

表 2 不同栽培模式籽粒和生物学产量的比较(kg/hm², 3 年资料, Duncan 法)
Table 2 Comparison of grain and biological output of wheat in different modules

项目 Items	2003				2004				2005			
	模式 Modules	平均值 Average	0.05	0.01	模式 Modules	平均值 Average	0.05	0.01	模式 Modules	平均值 Average	0.05	0.01
籽粒产量 Grain quantity	覆膜 Plastic film mulch	3156.08	a	A	覆膜 Plastic film mulch	4614.65	a	A	覆膜 Plastic film mulch	4584.67	a	A
	垄沟 Furrow planting	3036.08	ab	A	常规 No mulch	4497.97	a	A	垄沟 Furrow planting	4435.78	a	A
	秸秆覆盖 Straw mulch	2266.41	ab	A	秸秆覆盖 Straw mulch	3938.64	a	A	秸秆覆盖 Straw mulch	4185.39	ab	A
	常规 No mulch	2141.59	b	A	垄沟 Furrow planting	3558.59	a	A	常规 No mulch	3719.44	b	A
生物学产量 Biological output	垄沟 Furrow planting	12095.05	a	A	常规 No mulch	15739.68	a	A	秸秆覆盖 Straw mulch	12442.30	a	A
	覆膜 Plastic film mulch	12052.45	a	A	覆膜 Plastic film mulch	15081.13	a	A	覆膜 Plastic film mulch	12168.19	a	A
	秸秆覆盖 Straw mulch	10920.92	ab	A	秸秆覆盖 Straw mulch	14910.00	a	A	垄沟 Furrow planting	11544.04	a	A
	常规 No mulch	8900.44	b	A	垄沟 Furrow planting	14261.82	a	A	常规 No mulch	9682.69	b	A

注:具有相同字母标记的数字间无显著差异。Note: Data sharing the same letters are significantly different.

2.2.1 不同栽培模式对小麦产量的影响 表 2 可见,正常降水年份,旱地小麦采用一定的农业栽培模式,能够显著影响小麦的产量,尤其是覆膜下,产量显著高于对照;降水量多的年份(2004 年),采用垄沟与秸秆覆盖模式对小麦产量影响不大。2004 年 4 种栽培模式之间无论生物学产量还是籽粒产量均未达 0.05 显著水平。产生这一现象的原因可能是由于该地区 2003 年 6 月下旬至 2003 年 9 月下旬降水量异常,期间降水达 636.8 mm,正常年份为 337.7 mm,超出正常年份 299.1 mm,致使 2003 年 9 月下

旬播前 2 m 各模式土壤贮水量平均达 612.7 mm, 虽然 2003~2004 年度对照的平均产量(常规模式)比垄沟模式及秸秆覆盖模式平均产量分别高出 920.9 kg/hm² 和 559.3 kg/hm², 但可认为是试验误差所致。由此, 干旱地区降水量高的年份, 采用垄沟模式及秸秆覆盖模式失去了采取措施的意义。但在 2003 年和 2005 年正常降水年份, 栽培模式对籽粒产量的影响次序都为覆膜模式>垄沟模式>秸秆覆盖模式>常规模式(对照), 其中覆膜模式与常规模

式(对照)之间差异显著, 平均增产 32%, 除 2005 年垄沟模式与常规差异显著外, 其它各模式两两之间差异均不显著。栽培模式对生物学产量的影响次序, 2003 年为垄沟>覆膜>秸秆覆盖>常规(对照), 其中垄沟、覆膜均与常规(对照)差异显著, 达 0.05 显著水平。垄沟、覆膜、秸秆覆盖之间, 秸秆覆盖、常规之间差异均不显著。2005 年的结果基本与 2003 年结果一致, 垄沟、覆膜、秸秆覆盖与对照差异显著, 但三者之间差异不显著。

表 3 氮肥不同用量对籽粒和生物产量的影响(kg/hm², 3 年资料 Duncan 法)
Table 3 Comparison of grain and biological output of wheat in different nitrogen level

项目 Item	2003 年				2004 年				2005 年			
	氮肥水平 Nitrogen level	平均值 Average	0.05	0.01	氮肥水平 Nitrogen level	平均值 Average	0.05	0.01	氮肥水平 Nitrogen level	平均值 Average	0.05	0.01
籽粒产量 Grain quantity	N ₁₂₀	2859.03	a	A	N ₂₄₀	5101.19	a	A	N ₂₄₀	4910.52	a	A
	N ₂₄₀	2785.14	a	A	N ₁₂₀	4248.86	b	B	N ₁₂₀	4522.45	b	A
	N ₀	2305.95	b	B	N ₀	3107.33	c	C	N ₀	3260.99	c	B
生物学产量 Biological output	N ₂₄₀	12322.84	a	A	N ₂₄₀	17314.75	a	A	N ₂₄₀	13623.92	a	A
	N ₁₂₀	11297.79	a	A	N ₁₂₀	15818.85	b	B	N ₁₂₀	12005.67	b	B
	N ₀	9356.02	b	B	N ₀	11860.87	c	C	N ₀	8748.32	c	C

注:具有相同字母标记的数字间无显著差异。Note: Data sharing the same letters are significantly different.

2.2.2 不同氮肥用量对小麦产量的效应 把 2003~2005 年资料分别整理, 具体是将不同密度不同模式下按氮肥用量求产量平均值, 再按试验设计中的三次重复做方差分析, 多重比较结果见表 3。研究表明, 施用氮肥对小麦产量有极显著的影响, 这一结果与过去已有的许多结果一致。在 N₀~N₂₄₀ 范围内, 三年的小麦平均产量的排列次序为 N₂₄₀>N₁₂₀>N₀, 即 4 266 kg/hm²>3 877 kg/hm²>2 891 kg/hm², 施用氮肥与不施氮肥(N₀)籽粒产量与生物学产量差异均达极显著水平($P<0.01$), 除 2003 年 N₂₄₀与 N₁₂₀ 水平下的籽粒和生物学产量差异不显著, 2004 年和 2005 年 N₂₄₀与 N₁₂₀ 水平下的籽粒和生物学产量差异都达极显著水平。回归分析表明, 在施 N 0~240 kg/hm² 范围内, 每增减纯氮 1 kg, 增减籽粒产量 5.7 kg($r=0.97$)。

2.2.3 种植密度对小麦产量的影响 研究表明, 种植密度对小麦籽粒产量与生物学产量的影响显著。高密度 D₂₂₅与低密度 D₁₈₀ 的平均籽粒产量分别为 3 772.5 kg/hm² 和 3 583.4 kg/hm², 相差 189 kg/hm², 平均生物学产量分别为 12 907.0 kg/hm² 和 12 059.4 kg/hm², 相差 847.6 kg/hm² ($P<0.05$)。垄沟模式和覆膜栽培, 高密度 D₂₂₅和低密度 D₁₈₀之间籽粒产量分别为 3 728.9 kg/hm²、3 624.7

kg/hm²和 4 150.2 kg/hm²、4 086.8 kg/hm², 差异均不显著, 而秸秆覆盖栽培和常规栽培(对照)模式下籽粒产量分别为 3 642.8 kg/hm²、3 284.3 kg/hm² 和 3 568.0 kg/hm²、3 338.0 kg/hm², 相差为 358.5 kg/hm²和 229.9 kg/hm², 两个差异都显著 ($P<0.05$), 产量次序为 D₂₂₅>D₁₈₀, 产生这一现象与土壤氮素含量有关, 是由土壤中硝态氮含量差异引起的^[12], 与下述施氮肥的结果一致。在施氮 240 kg/hm²即高氮水平时, 高密度 D₂₂₅和低密度 D₁₈₀之间籽粒产量分别为 4 340.8 kg/hm² 和 4 190.5 kg/hm², 差异不显著, 而在不施氮和施氮 120 kg/hm²时, 高密度 D₂₂₅和低密度 D₁₈₀之间籽粒产量分别为 3 305.6 kg/hm²、2 777.2 kg/hm²和 3 971.0 kg/hm²、3 782.6 kg/hm², 差异都达显著水平 ($P<0.05$), 产量次序都为 D₂₂₅>D₁₈₀。因此, 在考虑氮肥和密度对产量的互作时, 氮肥施用不足时, 可以通过适当增加种植密度来提高产量, 在氮肥施用充足时, 增加播量对产量无明显影响, 还有可能因小麦倒伏出现减产。在 4 种模式中, 只有覆膜栽培的高密度 D₂₂₅和低密度 D₁₈₀之间生物学产量差异不显著, 其余三种栽培模式下, 密度对生物学产量的影响都达到显著水平 ($P<0.05$), 均以高密度生物学产量大于低密度生物学产量, 垄沟、秸秆覆盖、常规栽培

模式之间分别相差 910.0 kg/hm^2 、 $1\,488.8\text{ kg/hm}^2$ 和 630.8 kg/hm^2 。氮肥用量和密度对生物学产量的影响与对籽粒产量的影响规律一致。

3 结 论

1) 在旱地小麦生产中,采用垄沟、覆膜、覆草栽培模式对小麦的成穗数影响不大,施用氮肥能极显著地影响成穗数,在 $0\sim 240\text{ kg/hm}^2$ 范围内,每增加纯氮 1 kg ,增穗 4288 ;增加播量,亦能极明显地提高成穗数。为提高小麦产量,可通过增施氮肥或增大密度来实现。

2) 本研究中,不同的栽培模式、氮肥用量和小麦种植密度对小麦的穗粒数影响不显著。覆膜与垄沟栽培相比,能显著提高小麦千粒重,其它栽培模式之间两两差异都不显著。种植密度对小麦千粒重在不同栽培条件下的影响明显,覆膜条件下,高氮肥水平,低密度的千粒重大于高密度。氮肥用量对千粒重的影响因栽培模式的不同而异:覆膜下, N_{120} 、 D_{225} 组合千粒重较高,为 49.2 g , N_{240} 、 D_{225} 组合千粒重较低,为 47.5 g ;垄沟模式下, N_{240} 与 N_{120} 之间差异不显著,但与不施氮肥相比,千粒重明显提高;秸秆覆盖模式下, N_{240} 、 N_0 与 D_{225} 组合的平均千粒重较低,两者差异不显著,但与其它各组合差异显著,其它各组合之间差异不显著。常规模式下,氮对千粒重影响的变化趋势为 $N_0 > N_{120} > N_{240}$ 。

3) 正常降水年份,旱地小麦采用一定的农业栽培模式,能够显著影响小麦的产量,尤其是覆膜下,产量显著高于对照;降水量过多的年份,采用垄沟或秸秆覆盖模式对小麦产量影响不大。

4) 施用氮肥对小麦产量有极显著的影响,在施氮 $0\sim 240\text{ kg/hm}^2$ 范围内,每增减纯氮 1 kg ,增减籽粒产量 5.7 kg ,在旱原地区适当增施肥料,以肥调

水,有利于增产。

5) 种植密度对小麦籽粒生物学产量的影响显著,垄沟模式和覆膜栽培条件下, D_{225} 和 D_{180} 之间籽粒产量差异不显著,覆草栽培和常规模式下籽粒产量差异显著,产量次序都为 $D_{225} > D_{180}$;高氮肥水平下,密度对小麦产量影响不大,低氮和不施氮时,增加密度,可提高产量,氮肥用量和密度对生物学产量的影响与对籽粒产量的影响规律一致。

参 考 文 献:

- [1] 赵聚宝,李克煌.干旱与农业[M].北京:中国农业出版社,1995.300—315.
- [2] 陈奇恩.中国塑料膜覆盖农业[J].中国工程科学.2002,4(4):12—17.
- [3] 廖允成,温晓霞,韩思明,等.黄土台塬旱地小麦覆盖保水技术效果研究[J].中国农业科学,2003,36(5):548—552.
- [4] 王彩绒,田霄鸿,李生秀.沟垄覆膜集雨栽培对冬小麦水分利用效率及产量的影响[J].中国农业科学,2004,37(2):208—214.
- [5] 滕树川,罗贤君,张且华.不同施氮量对小麦产量的影响[J].江西农业科技,2005,(5):25—26.
- [6] 许明宝,陈 春,解小林,等.密度和肥料对小麦“郑 9023”产量及构成因素的影响[J].上海农业科技,2005,(2):72—73.
- [7] 杨萍果,周进财,张定一.氮肥施用量对冬小麦产量和品质的影响[J].山西农业大学学报,2002,22(3):206—208.
- [8] 王立明.氮肥施用量对陇东旱塬地膜冬小麦产量的影响[J].甘肃农业科技,2003,(5):24—25.
- [9] 王文颇,韩金玲,周印富,等.氮肥不同施用量和施用方式对冬小麦的影响[J].土壤肥料科学,2005,(6):238—241.
- [10] 徐恒永,赵振东,张存良,等.氮肥对优质专用小麦产量和品质的影响[J].山东农业科学,2000,(5):27—30.
- [11] 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业常规分析方法[M].北京:科学出版社,1984.
- [12] 高亚军,李 云,李生秀,等.旱地小麦不同栽培条件对土壤硝态氮残留的影响[J].生态学报,2005,11(11):2901—2910.

Research on best factor combination for wheat yield on dry-land of Weibei

LIU Wen-guo¹, ZHANG Jian-chang¹, CAO Wei-xian¹, DANG Zhan-ping¹,
QIANG Qin¹, GAO Ya-jun², LI Sheng-xiu²

(1. Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Resource and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Field experiments of wheat on Weibei Highland of Shaanxi Province were carried continuously for three years. The treatment factors included cultivation pattern, nitrogenous fertilizer level, and plant density. The results indicated as follows: the application of ditch, plastic film covers, and straw mulch cultivation did not influence the wheat ear number, whereas nitrogenous fertilizer remarkably affected the wheat ear number; within N application rate 0~240 kg/hm², every N increased 4 288 wheat ear number; increasing broadcasts extremely obviously enhanced the wheat ear number; nitrogenous fertilizer amount used and plant density did not influence grain number per ear; weight of a thousand grains was remarkable different between film covering and ditch cultivation, plant density obviously affected the weight of a thousand grains under the different condition; under the plastic film cover cultivation with high nitrogenous fertilizer level, the low density had larger weight of a thousand grains than that under the high density; under the ditch pattern, the weight of a thousand grains between the high nitrogen level(N 240 kg/hm²) and middle nitrogen level(N 120 kg/hm²) had no remarkable difference, but was increased compared with that without nitrogenous fertilizer; under straw mulch pattern, the weight of a thousand grains by the high-density (seeds 225 kg/hm²) without nitrogen and with high nitrogen (N 240 kg/hm²) was the lowest, and had no remarkable differences between them, but had remarkable difference to other combinations; in the normal precipitation years, cultivation patterns could remarkably affect wheat yield on arid land, the wheat yield under plastic film cover is remarkably higher than that of ck; in the precipitation rich years, the ditch pattern and the straw stalk cover pattern even had negative effect on wheat yield; the nitrogenous fertilizer had extremely influence on wheat yield, within 0~240 kg N/hm², every kg pure nitrogen could increase 5.7 kg grain yield; the influence of plant density on wheat grain and biological yield was significant, the yield difference between the grass cover cultivation and the conventional cultivation (ck) also was significant; generally the yield under high density (seeds 225 kg/hm²) was bigger than under low density (seeds 180 kg/hm²); under low and no nitrogen application, the wheat yield could be enhanced through increasing plant density.

Keywords: plastic film mulch; furrow planting; straw mulch; N fertilizer rate; grain yield; biological output