

不同滴水量对冬播春小麦生长发育及

作者：有故事的人 来源：范文网 www.wtabcd.cn/fanwen/

本文原地址：<https://www.wtabcd.cn/zhishi/a/168631528023924.html>

范文网，为你加油喝彩！



吴海旭，闫博文，薛丽华，等．不同滴水量对冬播春小麦生长发育及水分利用效率的影响[J]．江苏农业科学，2023，51（1）：71-77．

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.01.010

不同滴水量对冬播春小麦生长发育

及水分利用效率的影响

吴海旭¹，闫博文¹，薛丽华²，章建新¹

（1．新疆农业大学农学院，新疆乌鲁木齐830052；2．新疆农业科学院粮食作物研究所，新疆乌鲁木齐830091）

摘要：为确定北疆冬播春小麦适宜滴水量，田间设置W1（ $2\,625\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ）、W2（ $3\,150\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ）、W3（ $3\,675\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ）、W4（ $4\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ）4个滴水处理，研究不同滴水量对冬播春小麦生长发育、产量及水分利用效率等的影响。结果表

明，0~60 cm土层的土壤含水量随滴水量增加而上升；持续增加滴水量，导致叶面积指数、总光合势和干物质积累量增加到一定值后降低，同时降低了灌溉水的利用效率；适宜的滴水量能提高小麦花前营养器官同化物向籽粒转运量，

W2、W3处理花前营养器官储存同化物向籽粒转运量较高，分别为 $1\,940.32$ 、 $1\,828.95\text{ kg}/\text{hm}^2$ ；增大滴水量会增加花后营养器官同化物对粒质量的贡献率，以W3、W4处理的产量较高，分别为 $7\,075.83$ 、 $6\,827.50\text{ kg}/\text{hm}^2$

，水分利用效率分别为 1.31 、 $1.20\text{ kg}/\text{m}^3$

。适宜的滴水量会增加叶面积指数、光合势和干物质积累量，增加花前营养器官储存同化物向籽粒转运量是增加产量的原因。北疆冬播春小麦适宜滴水量为 $3\,150\sim 3\,675\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

关键词：滴水量；春麦冬播；水分利用效率；产量；干物质积累

中图分类号：S512.1+20.7 文献标志码：A

文章编号：1002-1302(2023)01-0071-06

收稿日期：2022-03-08

基金项目：国家自然科学基金（编号：32060433）；新疆农业科学院科技创新重点培育专项（编号：kjkcpy-003）。

作者简介：吴海旭（1994—），男，四川宜宾人，硕士，研究方向为小麦高产栽培研究。E-mail：974922433@qq.com。

通信作者：章建新，博士，教授，主要从事作物高产栽培研究，E-mail：zjxin401@126.com；薛丽华，博士，研究员，主要从事小麦节水高产生理研究，

E-mail：xuelihua521@126.com。

新疆维吾尔自治区位于我国西北部，气候干

旱，全年降水量少且蒸发量大[1]，农业生产不依靠

降水，完全依赖灌溉，灌溉水资源十分短缺。提高农业用水效率、减少灌溉用水的使用是新疆农业生

产的重大目标 [2]

。在新疆地区小麦是最主要的粮

食作物，常年种植小麦导致灌溉用水供不应求，因此高效节水才能满足该地区的供水需求。前人对

小麦节水高产理论和技术做了大量研究 [3 - 4]

，虽然已经大幅度提高了小麦产量和水分利用效率 [5 - 6] ，

但是小麦产量和水分利用效率的提高仍有较大潜力。春麦冬播是将春小麦品种临冬前播种，以发芽（或种子萌动）状态在积雪覆盖土壤中越冬，俗称

“包蛋麦” [7]

，用于棉花、玉米、复播大豆和油菜晚收

地倒茬小麦

[8]

。与冬小麦相比，春麦冬播在次年早

春利用冬季积雪融水早出苗，可节约出苗水和越冬

水；比春小麦节约出苗水和最后 1 水，

早成熟 7 ~ 9 d 左右 [9] ，降低后期出现干热风危害的风险 [1 0]

，有利

于高产稳产。在北疆地区冬播春小麦是小麦节水高产的新方式，有着巨大的节水增产潜力，目前仅

对适宜品种 [1 1] 、播期播量 [1 2] 以及生育规律 [9]

等方

面存在少量研究。滴灌小麦灌水研究都是冬小麦

和春小麦的研究结果 [

1 3 - 1 9]

。北疆冬播春小麦高产耗水规律和节水灌溉定额不清楚，制约了春麦冬播技术的节水增产潜力的发挥。本试验在田间系统地研究了不同滴水量下春麦冬播土壤含水量、干物质积累与分配、产量及水分利用效率的变化规律，为春麦冬播节水高产栽培提供理论依据。1 材料与方法 1 . 1 试验地概况

试验于2 0 2 0—2 0 2 1年在新疆乌鲁木齐市头屯河区三坪农场（4 3 ° 5 6 ' N，8 7 ° 2 0 ' E）进行，试验地为壤土，前茬作物是玉米，0 ~ 2 0 c m土层理化性质：有机质含量1 0 . 9 1 g / k g，

碱解氮含量5 9 m g / k g，速效磷含量1 8 . 2 m g / k g，速效钾含量2 1 9 . 3 m g / k g，p H值8 . 2 6。1 . 2 试验设计

试验品种为新春4 8号，翻地一并施入磷酸氢二

铵3 0 0 k g / h m 2

，于2 0 2 0年1 0月2 8日播种前耙地整

地，进行人工播种，播种量为7 5 0万粒 / h m 2

，行距2 0 c m，播种深度3 ~ 4 c m。冬前不浇水。各小区设

置3次重复，长6 m，宽4 m，面积2 4 m 2。各处理采

用水肥一体化，在拔节期和孕穗期施入尿素，累积

尿素3 7 5 k g / h m 2，生育期降水量见表1，总滴水量和

时间见表2。滴灌带间距为6 0 c m，1管4行铺设。各小区间避免渗水设置1 . 5 m宽的隔离带，试验地措施与田间管理相同。1 . 3 测定指标与方法

1 . 3 . 1 土壤含水量的测定

用烘干法测定，每层取2 0 c m，分为5层，用铝盒装土样。播种前取土，之后

表1 生育期内降水量

月份降水量

(m m) 1 1 1 4 . 8 1 2 2 . 5 1 6 . 1 2 1 5 . 8 3 2 2 . 2 4 7 . 8 5 1 6 . 3 6 1 9 .
2 合计

1 0 4 . 7

d)。1.3.3 花前花后干物质转运与分配的测定 开花期各处理标记 200 茎长势相同的主茎，在开花当天和成熟期各处理分别取挂牌标记的主茎 20 茎，洗净，除去根系后装袋，放入恒温烘箱中，温度先调至 105℃ 杀青 30 min，再降至 80℃ 下烘至恒质量，烘干称总质量和籽粒质量，重复 5 次。

花前营养器官同化物向籽粒转运量 = 开花期

干质量 - 成熟期营养器官干质量，kg / hm²

；

花前营养器官同化物转运率 = 花前营养器官同化物向籽粒转运量 / 开花期干质量 × 100%；

花前营养器官同化物对籽粒贡献率 = 开花前同化物转运量 / 成熟期籽粒干质量 × 100%；

花后营养器官同化物对籽粒贡献率 = 100% - 花前营养器官同化物对籽粒贡献率。

1.3.4 成熟期籽粒产量和水分利用效率测定 成

熟后在各处理去边行，取 1

2 m²

(3 m × 4 m) 面积实收测产；选取 1 m 长单行考种，3 次重复，并记录穗粒数、穗数和千粒质量。

生育期总耗水量 (

m³ / hm²) = 生育期土壤贮水消耗量 + 生育期总降水量 + 生育期总滴水量；

全生育期土壤贮水量 (

m³ / hm²

)

= 播种前土层贮水量 - 收获时土层贮水量；

灌溉水利用效率 (kg / hm²

) = 成熟收获的小麦

籽粒产量 /

全生育期内总滴水量；水分利用效率（

kg / hm^2

）= 成熟收获的小麦籽粒产量 /

全生育期内总耗水量。1.3.5 数据分析

采用 E x c e l 2 0 1 9 和 S P S S 2 5 . 0 软件进行数据分析与作图。2 结果与分析

2.1 不同滴水量对冬播春小麦 0 ~ 1 0 0 c m 土层土壤含水量的影响

由图 1 可知，各处理在 0 ~ 1 0 0 c m 土层的土壤含水量差异明显。0 ~ 6 0 c m 土层土壤含水量在小

麦滴水前后出现高一低变化，因滴水量的增加而上升，表现为 $W_4 > W_3 > W_2 > W_1$ ，每次灌水后的增幅表现为 0 ~ 2

0 c m 土层 > 2 0 ~ 4 0 c m 土层 > 4 0 ~ 6 0 c m 土层；各滴灌处理 6 0 ~ 8 0、8 0 ~ 1 0 0 c m 土层含水量均随着生育期逐渐降低，多数表现为 $W_4 >$

$W_3 > W_2 > W_1$ 。这说明滴水量的增加直接影响 0 ~ 6 0 c m 土层，该土层的土壤含水量直接上升；6 0 ~ 1 0 0 c m 土层受滴水量的影响不大，主要减少该土层

的贮水消耗量。

2.2 不同滴水量对冬播春小麦叶面积指数及光合势的影响

由图 2 - a 可知，各滴水处理的 L A I 随着生育时期推进呈先升高后降低趋势。L

A I 峰值出现在 5 月 2 4 日（孕穗—抽穗期），其中 W_3 处理 L A I 最大，为 4 . 2 4，较 W_4 、 W_2 、 W_1 处理分别提高了 1 5 . 1 9 %、2 1 . 6 6 %、4 9 . 8 1 %。随着滴水量的增加和生育时期的推进，

5 月 1 5 日孕穗前不同滴水处理的叶面积指数随滴水量的增加而增大，表现为 $W_4 > W_3 > W_2 > W_1$ ，但孕穗后 W_3 处理最大，多数为 $W_3 > W_4 > W_2 >$

W_1 。这说明增大滴水量有助于拔节—孕穗前 L A I 的增长，但对孕穗—成熟的 L A I 存在抑制作用，并不能随滴水量增大而一直增加。

由图 2

- b 可知，随着生育期的推进，光合势呈先增大再减少的趋势，在抽穗—开花阶段（5 月 2 4 日

至 6 月 5 日) 达到峰值。增加滴水量，W 3 处理的总光合

势明显高于其他处理，为 1

9 0 . 0 4 万 m² · d / h m²

，较 W 4、W 2、W 1 处理分别提高了 8 . 5 5 %，2 9 2 6 %，5 7 0 2 %。这说明增加滴水量能提高小麦各阶段光合势，从而增加总光合势，但滴水量到达一定程度

后，增加滴水量反而会降低光合势。

2 . 3 不同滴水量对冬播春小麦干物质积累量与分配、转运的影响

从表 3 可以看出，不同滴水处理间 7 月 6 日（成熟期）总干物质积累量存在显著差异（ $P < 0 . 0 5$ ）。干物质积累量在 5 月 2 日（拔节期）前后增长较快，在 5 月 1

5 日（孕穗期）前后开始快速增加，在 6 月 1 5 日（花后 1 5 d）开始缓慢增加，7 月 6 日以 W 3 处理的总干物质积累量最高，比 W 4、W 2、W 1 处理分别

增加 6

0 9 %、1 2 . 4 0 %、2 4 . 7 4 %。7 月 6 日 W 1 处理的茎干物质积累量与 W 3 和 W 4 处理差异显著，与 W 2 处理差异不显著；不同处理的穗部位干物质积累量于 6 月 1

5 日出现显著差异，在 7 月 6 日（成熟期）W 1 处理显著低于 W 3 和 W 4 处理，但与 W 2 处理无显著差异；不同时期各处理间鞘部位干物质积累量均差异不显著。这表明滴水量的变化和生育时期的推进，主要影响茎、叶、穗 3 个部位的干物质积累。从表 4 可以看出，不同滴水量下花前同化物转

表 3 不同滴水量下冬播春小麦干物质积累量动态变化

器官处理不同时期各处理干物质积累量（k g / h m²

）

5 月 2 日 5 月 1 5 日 5 月 2 4 日 6 月 5 日 6 月 1 5 日 6 月 2 5 日 7 月 6 日 占总质量

比例（%）

总质量

W1394.27a1972.53a3140.08b6371.54b9432.33b1
1381.34b11817.60cW2531.68a2115.62a3738.15a
b7259.33ab10076.30ab12480.71ab13115.12bcW3
615.77a2149.41a4273.62a7479.75a11321.23a14
166.46a14741.13aW4

598.95a2598.61a3992.76ab7358.72ab11331.02a
13188.70ab13894.58ab茎

W1184.50a991.13b1085.97b1914.38b2915.52a23
21.09b2266.89b

19.18

W2211.90a1077.61ab1240.85ab2231.32ab3074.9
4a2708.91ab2471.50ab18.84W3255.65a1113.82a
b1404.15ab2352.70a3183.06a2933.75a2621.68a
17.78W4

235.99a

1368.22a

1650.83a2512.26a3053.66a3153.31a2683.18a19
.31鞘

W1698.77a1113.50a1264.33a1065.45a1049.59a8
.88W2760.07a1177.18a1262.29a1068.39a1078.4
9a8.22W3877.79a1223.65a1319.03a1189.53a122
1.21a8.28W4

694.00a1090.28a1396.71a1320.53a1080.17a7.7
7叶

W1209.76a981.40a1222.03c1362.63c1249.37b11
08

.65b1091.64b9.24W2319.78a1038.01a1512.44b1
553.40b1359.98b1178.64ab1183.87ab9.03W3360
.12a1035.6a1802.06a1763.11a1622.01a1384.75
a1370.11a9.29W4

3 6 2 . 9 6 a

1 2 3 0 . 3 8 a

1 4 5 3 . 4 0 b c 1 5 8 6 . 7 7 a b 1 4 2 5 . 1 4 b 1 3 6 2 . 1 7 a 1 2 2 4 . 4 9 a
b 8 . 8 1 穗

W 1 1 3 3 . 4 7 a 1 9 8 1 . 0 4 a 4 0 0 3 . 1 1 b 6 8 8 6 . 1 4 b 7 4 0 9 . 4 7 b
6 2 . 7 0

W 2 2 2 4 . 7 6 a 2 2 9 7 . 4 2 a 4 3 7 9 . 0 8 a b 7 5 2 4 . 7 7 a b 8 3 8 1 . 2 6
a b 6 3 . 9 1 W 3 1 8 9 . 6 2 a 2 1 4 0 . 2 9 a 5 1 9 7 . 1 2 a b 8 6 5 8 . 4 3 a 9
5 2 8 . 1 2 a 6 4 . 6 4 W 4

1 9 4 . 5 3 a

2 1 6 9 . 4 1 a

5 4 5 5 . 5 1 a

7 3 5 2 . 6 9 a b

8 9 0 6 . 7 5 a

6 4 . 1 0

注：同一部位同列数据后标有不同小写字母表示处理间差异显著（ $P < 0.05$ ）。下表同。

运量、转运率、对籽粒贡献率存在显著差异。各处理花前同化物转运量随着滴水量增加呈现先增加后减少的变化趋势，

W 2 处理花前同化物转运量最高，为 $1940.32 \text{ kg} / \text{hm}^2$

，比W 1、W 3、W 4 处理分别增

加2

2.65%、6.09%、35.18%，显著高于W 1、W 4 处理，与W 3 处理差异不显著。这说明适宜的滴水量对小麦花前同化物的转运有促进作用，有利于增加干物质积累量及花后同化物对粒质量的贡献率，有利于籽粒生长和产量增加。

表 4 不同滴水量下冬播春小麦花前同化物转运

处理花前同化物

转运量

(k g / h m 2

) 转运率

(%) 贡献率

(%) 花后同化物

贡献率 (%) W 1 1 5 8 2 . 0 3 b 2 5 . 7 1 a b 3 9 . 8 9 a 6 0 . 1 1 b W 2 1 9 4 0 .
3 2 a 2 6 . 6 9 a 3 4 . 1 2 a 6 5 . 8 8 b W 3 1 8 2 8 . 9 5 a 2 2 . 9 4 b 2 7 . 6 3
b 7 2 . 3 7 a W 4

1 4 3 5 . 4 1 b

1 9 . 5 1 c

2 3 . 4 7 b

7 6 . 5 3 a

2 . 4 不同滴水量对冬播春小麦产量的影响

从表 5 可以看出，不同滴水量处理的穗数、千粒质量、产量存在显著差异，但穗粒数差异不显著。增加滴水量会引起各处理穗数、穗粒数出现先增再降的变化，其中 W 3 处理的穗数显著高于 W 1 处理，表现为 W 3 > W 4 > W 2 > W 1 ；各处理的千粒质量与滴水量呈正相关，随滴水量的增加而增加。W 4、W 2、W 3 处理的千粒质量显著高于 W 1 处理。W 3、W 4 处

理的产量较高，与 W 1、

W 2 处理差异显著，其中 W 3 处理产量为 7 0 7 5 . 8 3 k g / h m 2

，较 W 1、W 2、W 4 处理

分别提高 2 6 . 6 5 %、9 . 3 7 %、3 6 4 %。这说明增大滴水量主要对穗数和千粒质量有显著影响，对穗粒数影响并不显著。适宜的滴水量能促进产量的增加，滴水过量产量不会持续增长，反而会引起穗数和穗粒数下降，导致产量降低。

表 5 不同滴水量下冬播春小麦产量及产量构成处理穗数

(万穗 / h m 2) 穗粒数

(粒 / 穗) 千粒质量

(g) 产量

(k g / h m 2

) W 1

3 5 6 . 6 7 b 3 4 . 7 6 a 4 5 . 2 2 b 5 5 8 6 . 9 4 c W 2 3 9 6 . 6 7 a b 3 5 . 5 0
a 4 6 . 1 4 a 6 4 6 9 . 7 2 b W 3 4 2 5 . 0 0 a 3 6 . 1 2 a 4 6 . 4 7 a 7 0 7 5 . 8
3 a W 4

4 1 0 . 0 0 a b

3 5 . 8 6 a

4 6 . 5 5 a

6 8 2 7 . 5 0 a

2 . 5 不同滴水量对冬播春小麦水分利用效率的影响

从表 6 可以看出，随着滴水量的增加，土壤耗水量减少，总耗水量增加，水分利用效率先增后降，灌溉水利用效率持续下降。W 2、

W 3 处理的水分利用效率较高，其中W 3 处理的水分利用效率最高，为

1 . 3 1 k g / m 3

，分别比W 1、W 2 和W 4 处理高 1 0 . 0 8 %、

3 . 1 5 %和 9 . 1 7 %。W 1、W 2 处理的灌溉水利用效率较高，其中W 1 处理的灌溉水利用效率最高，为

2 . 1 3 k g / m 3。适宜的滴水量下小麦的水分利用效率

和灌溉水利用效率均较高，过量滴水则两者均下降。

表 6 不同滴水量对冬播春小麦耗水构成及水分利用效率的影响

处理总滴水量

(m 3 / h m 2) 土壤耗水量

(m 3 / h m 2) 降水量

(m 3 / h m 2) 总耗水量

(m 3 / h m 2) 水分利用效率

(k g / m 3

)

灌溉水利用效率

(k g / m 3

)

W 1 2 6 2 5 9 9 1 . 1 1 a 1 0 4 7 4 6 6 3 . 1 1 d 1 . 1 9 b 2 . 1 3 a W 2 3 1 5 0 8
9 3 . 9 1 a 1 0 4 7 5 0 9 0 . 9 1 c 1 . 2 7 a b 2 . 0 5 a W 3 3 6 7 5 6 6 3 . 1 1 b
1 0 4 7 5 3 8 5 . 1 1 b 1 . 3 1 a 1 . 9 3 b W 4

4 2 0 0

4 3 2 . 3 7 c

1 0 4 7

5 6 7 9 . 3 7 a

1 . 2 0 b

1 . 6 3 c

3 讨论与结论

增加滴水量能使土壤水分保持在较高的状态，

有利于小麦植株生长 [2 0]

。在本试验条件下，全生育期共 7 次滴水，每次滴水量在 $375 \sim 600 \text{ m}^3 / \text{hm}^2$ 之间，会提高各处理间 $0 \sim 60 \text{ cm}$ 土层土壤水分，其中 $0 \sim 20 \text{ cm}$ 土层土壤水分增幅最大， $60 \sim 80 \text{ cm}$ 土层提升幅度不明显，消耗了该土层的土壤贮水量，这与孙乾坤等的研究结果 [2 1] 基本一致。小麦营养生长阶段水分亏缺，会影响植株的正常生长 [2 2]，充足的水分供应是高产的基础 [2 3]。

。本试验发现，增大滴水量后冬播春小麦叶面积指数、光合势、干物质积累分配以及产量并没有随着滴水量的增大而持续增加，当滴水量达到一定程度时，各项生长指标随着滴水量的增加开始下降，这说明在合理的灌水条件下能有效增加叶面积指数、光合势以及干物质积累量，最终提高产量，灌水过少会影响小麦植株正常生长发育，而过量灌水使小麦植株生长过程受到抑制，从而使各项生长指标降低，最终导致产量减少。这与有关春、冬小麦耗水规律的相关研究结

更多 在线阅览 请访问 https://www.wtabcd.cn/zhishi/list/91_0.html

文章生成doc功能，由[范文网](#)开发