

越冬期升温幅度和持续时间对冬小麦 生长发育的影响

王建树¹, 徐关印¹, 卢彦琦¹, 李焱¹, 尹会兰¹, 李双保²

(1. 河北工程大学 农学院, 河北 邯郸 056021; 2. 邯郸市农业局, 河北 邯郸 056001)

摘要: 利用暖棚加 1 层或 2 层薄膜, 调节冬小麦越冬期间温度, 探讨升温对冬小麦生长发育的影响。设温度为 CK、CK+2℃、CK+4℃, 分别处理冬小麦 30、60、90、120 d。结果表明, 冬小麦的生育性状随着温度的升高和持续时间的延长而变化, 表现为分蘖数增多, 与 CK 相比, CK+2℃和 CK+4℃处理 30 d, 分蘖数分别增加 2.3% 和 17.4%; 处理 60 d, 分别增加 25.1% 和 46.5%; 处理 90 d, 分别增加 19.7% 和 32.1%; 分蘖的两极分化过程提早, 与 CK 相比, CK+2℃和 CK+4℃处理的抽穗期分别提早 6 d 和 10.3 d; 成熟期分别提早 9.3 d 和 15.3 d; 穗分化过程加速, 株高增加, 抽穗期和成熟期提早。以升高 2℃、持续时间 60 d 的冬小麦生长发育最好, 产量最高, 比 CK 高 18.2%; 持续时间为 120 d 的冬小麦表现最差, 株高不整齐, 产量最低, 比 CK 低 46.1%。

关键词: 冬小麦; 升温幅度; 持续时间; 生长发育

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)05-0023-03

Effects on Growth Characters of Winter Wheat with Increasing Temperature and Duration during Overwintering

WANG Jian-shu¹, XU Guan-yin¹, LU Yan-qi¹, LI Yan¹, YIN Hui-lan¹, LI Shuang-bao²

(1. College of Agriculture, Hebei University of Engineering, Handan 056021, China;

2. Handan Agricultural Bureau, Handan 056001, China)

Abstract: The temperature during winter wheat overwintering was raised by adding a layer or two layers of film to the greenhouse, and then the impact of warming on winter wheat growth and development was explored. The winter wheat was treated by normal temperature (CK), CK+2℃ and CK+4℃ for 30 days, 60 days, 90 days and 120 days, respectively. The results showed that the production traits of winter wheat changed with temperature increased and the duration prolonged. The tillers increased under CK+2℃ and CK+4℃ treatments, by 2.3% and 17.4% with duration of 30 days, 25.1% and 46.5% with duration of 60 days, 19.7% and 32.1% with duration of 90 days, compared with CK. Increasing temperature accelerated the tiller polarization and spike developing. The heading date was 6 d and 10.3 d earlier, and the maturity date was 9.3 d and 15.3 d earlier than CK with CK+2℃ and CK+4℃ treatments. At the temperature of CK+2℃, winter wheat showed the best growth state and the highest yield (increased by 18.2%) with duration of 60 days, and showed the worst characters and the lowest yield (decreased by 46.1%) with duration of 120 days.

Key words: winter wheat; rise extent of temperature; duration; growth and development

全球气候变暖已经成为世界公认的事实, 也是未来气候变化的基本趋势^[1]。近百年来, 我国的气

温也呈现递增趋势, 其中 20 世纪 80 年代以来升温非常明显, 增温最明显的季节是冬季。在全球气候

收稿日期: 2011-12-13

基金项目: 邯郸市科学研究与发展计划 (03061)

作者简介: 王建树 (1960-), 男, 河北赞皇人, 教授, 主要从事植物学相关研究。E-mail: jshwanghd@163.com

变暖背景下,河北省近 50 a 也呈现气温升高的趋势,平均气温每 10 a 升高 0.4 °C,50 a 来升高了近 2 °C。温度升高对农业产生很大的影响,导致农业生产的不稳定性和风险增加。据报道,河北省春季气温线性升高倾向显著,温度过低或过高都会使小麦减产^[2]。

小麦是我国重要的粮食作物,研究小麦生长发育过程中对气候变暖的反应,并采取适宜的应对措施,对保证国家的粮食安全具有重要的意义。鉴于此,以气候有逐渐变暖的趋势为前提条件,用人为方法提高冬小麦在越冬期间的温度,模拟未来冬小麦的越冬条件,探讨在冬季升温条件下或出现冬暖现象时,冬小麦的生长发育状况及可能受到的影响,为未来冬小麦的安全生产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试小麦为邯麦 9 号冬小麦品种,由河北工程大学农学院实验农场提供。

1.2 试验方法

试验地点选在河北省武安市大同镇,连续 3 a 试验。冬小麦播种期为 10 月 15 日左右,造墒整地后播种,播种量为 150 kg/hm²,基肥为二铵 525 kg/hm²。冬小麦播种 30 d 开始,建造塑料大棚,覆盖 1 层和 2 层无滴膜进行 CK+2 °C 和 CK+4 °C 升温处理,CK 为自然温度,每个棚内面积 6 m²,各标记 1 m 双行作为固定观察调查点。分别调查总茎数、单株分蘖数、单株干物质量;幼穗分化时期、抽穗期、开花期、成熟期的变化;株高和穗部经济性状。收获后单株考种和小区测产。

1.2.1 升温幅度对冬小麦生长发育的影响 设 CK+2 °C、CK+4 °C 2 个处理,处理时间 90 d,调查冬小麦生长发育情况。重复 3 次。

1.2.2 相同温度不同处理时间对冬小麦生长发育的影响 采用温度 CK+2 °C,升温处理时间分别为 30、60、90、120 d,调查冬小麦生长发育情况。重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 升温幅度对冬小麦生长发育的影响

2.1.1 小麦越冬期间升温幅度对穗分化进程、抽穗期和成熟期的影响 试验结果表明,提高温度,冬小麦穗分化进程提早。当 CK 的穗分化进入单棱期时,CK+2 °C 和 CK+4 °C 处理的穗分化分别进入二棱期和小花分化期。与 CK 相比,CK+2 °C 和 CK+4 °C 处理的抽穗期分别提早 6 d 和 10.3 d;成

熟期分别提早 9.3 d 和 15.3 d(表 1)。说明冬季升温幅度对冬小麦的穗分化进程有明显影响,温度越高穗分化速度越快。

表 1 升温幅度对冬小麦幼穗发育进程的影响

| 项目 | CK | CK+2 °C | CK+4 °C |
|-----------|-----|---------|---------|
| 穗分化时期 | 单棱期 | 二棱期 | 小花分化期 |
| 抽穗期提早天数/d | 0 | 6.0 | 10.3 |
| 成熟期提早天数/d | 0 | 9.3 | 15.3 |

2.1.2 升温幅度对冬小麦单株主要性状和小区产量的影响 据调查,提高温度,对冬小麦植株主要性状和产量具有不同程度影响。升温处理 90 d,与 CK 相比,随着处理温度的升高,单株有效穗数先低后高;千粒重和小区产量先高后低;穗长变化不明显。CK+2 °C 和 CK+4 °C 处理与 CK 相比,植株高度分别增加 2.6 cm 和 7.0 cm,总小穗数分别增加 1.6 个和 1.8 个,不孕小穗数分别增加 1.16 个和 1.36 个(表 2)。结果表明,冬季保持适当温度,有利于冬小麦生长发育;温度过高,不利于冬小麦生产发育,使产量降低。

表 2 升温幅度对冬小麦产量性状的影响

| 项目 | CK | CK+2 °C | CK+4 °C |
|--------------------------|---------|---------|---------|
| 株高/cm | 68.9 | 71.5 | 75.9 |
| 有效穗数/个 | 2.51 | 2.4 | 3.4 |
| 穗长/cm | 7.5 | 7.4 | 7.5 |
| 总小穗数/个 | 19.1 | 20.7 | 20.9 |
| 不孕小穗数/个 | 2.24 | 3.4 | 3.6 |
| 千粒重/g | 33.3 | 34.2 | 30.8 |
| 产量/(kg/hm ²) | 6 202.4 | 6 533.7 | 3 021.0 |

2.1.3 升温幅度对冬小麦分蘖发生动态的影响

据调查,提高温度,冬小麦分蘖数增加。小麦生长 30 d,CK 的分蘖数增加 4.1%;与 CK 相比,CK+2 °C 和 CK+4 °C 处理 30 d,分蘖数分别增加 2.3% 和 17.4%;处理 60 d,与 CK 相比,CK+2 °C 和 CK+4 °C 分蘖数分别增加 25.1% 和 46.5%;处理 90 d 与 CK 相比,CK+2 °C 和 CK+4 °C 分蘖数分别增加 19.7% 和 32.1%(表 3)。结果表明,CK+4 °C 处理冬小麦分蘖数最多,CK+2 °C 处理次之。说明温度越高,单株分蘖数和总茎数越多;CK 和处理的分蘖数在 60 d 时最多;CK 的分蘖数在 90 d 时略低于 30 d 时,而 CK+2 °C 和 CK+4 °C 处理,90 d 时冬小麦分蘖数多于 30 d 时的分蘖数,少于 60 d 时的分蘖数,可能是由于温度越高,分蘖的两极分化过程进行的越早,大蘖长大,小蘖死亡,使总茎数减少。

表 3 升温幅度对冬小麦分蘖发生动态的影响

| 处理时间 | CK | | CK+2 ℃ | | CK+4 ℃ | |
|------|-------------|-----|-------------|------|-------------|------|
| | 1 m 双行分蘖数/个 | 增加% | 1 m 双行分蘖数/个 | 增加% | 1 m 双行分蘖数/个 | 增加% |
| 0 | 492 | 0 | 548 | 0 | 568 | 0 |
| 30 d | 512 | 4.1 | 583 | 6.4 | 690 | 21.5 |
| 60 d | 525 | 6.7 | 722 | 31.8 | 870 | 53.2 |
| 90 d | 510 | 3.7 | 676 | 23.4 | 771 | 35.8 |

2.1.4 升温幅度对冬小麦单株干物质质量和株高的影响 提高温度,冬小麦干物质质量增加。与 CK 相比,处理 60 d,CK+2 ℃和 CK+4 ℃分别增加 1.6、3.9 g/株;处理 90 d,CK+2 ℃和 CK+4 ℃分别 2.6、5.1 g/株(表 4)。结果表明,伴随升温幅度的增高和处理时间的延长,单株干物质质量增加越多,以 CK+4 ℃处理 90 d 冬小麦干物质质量最高。升温对株高的影响,同样随着处理温度的增高和时间的延长而增高。

表 4 升温幅度对冬小麦干物质质量和株高的影响

| 项目 | CK | CK+2 ℃ | CK+4 ℃ |
|------------------|------|--------|--------|
| 60 d 干物质质量/(g/株) | 5.0 | 6.6 | 8.9 |
| 90 d 干物质质量/(g/株) | 5.8 | 8.4 | 10.9 |
| 120 d 株高/cm | 15.0 | 17.2 | 22.6 |

2.2 冬季升温持续时间对冬小麦生长发育的影响

2.2.1 升温持续时间对冬小麦穗分化进程、抽穗期和成熟期的影响 在 CK+2 ℃处理下,升温持续时间越长,穗分化时间越早。处理时间 90 d 时,CK 处于单棱期,升温处理 30、60、90 d 穗分化时期分别为二棱期、小花原基分化期和雌雄蕊原基分化早期。与 CK 相比,升温处理 30、60、90、120 d,抽穗前分别提早 5、13、16、24 d,成熟期分别提早 5、16、24、33 d(表 5)。结果表明,升温时间越长,穗分化速度越快,幼穗的发育程度越高。处理 120 d,小麦抽穗不整齐,熟相不好。

表 5 CK+2 ℃升温持续时间对冬小麦穗发育的影响

| 项目 | CK | 30 d | 60 d | 90 d | 120 d |
|-----------|-----|------|------|-------|-------|
| 穗分化时期/d | 单棱期 | 二棱期 | 小花期 | 雌雄蕊早期 | — |
| 抽穗期提早天数/d | 0 | 5 | 13 | 16 | 24 |
| 成熟期提早天数/d | 0 | 4 | 16 | 24 | 33 |

2.2.2 升温持续时间对冬小麦主要性状和单位面积产量的影响 冬小麦主要性状和单位面积产量随 CK+2 ℃处理时间而变化,其中单位面积产量由高到低依次为处理 60 d、30 d、90 d、CK、120 d(表 6)。与 CK 比较,综合结果以处理 60 d 的效果最好,表现为单株有效穗数增多,不孕小穗数较少,单位面积产量最高;处理 120 d 的效果最差,表现为不孕小穗数最多,成熟早,千粒重明显降低,单位面积产量最低。

2.2.3 升温持续时间对冬小麦单株干物质质量的影响 与 CK 比较,在 CK+2 ℃处理条件下,随着升温

持续时间延长单株干物质质量逐渐增加,处理 90 d 的干物质质量达最高(表 7)。

表 6 CK+2 ℃升温持续时间对冬小麦产量性状的影响

| 项目 | CK | 30 d | 60 d | 90 d | 120 d |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 株高/cm | 69.2 | 68.6 | 74.2 | 81.6 | 73.5 |
| 有效穗数/个 | 2.4 | 2.1 | 3.2 | 2.3 | 2.5 |
| 穗长/cm | 7.5 | 7.5 | 8.5 | 8.7 | 6.6 |
| 总小穗数/个 | 18.4 | 19.4 | 22.8 | 22.0 | 20.8 |
| 不孕小穗数/个 | 2.5 | 2.3 | 2.2 | 3.1 | 6.5 |
| 千粒重/g | 34.3 | 35.1 | 34.8 | 38.1 | 25.2 |
| 产量/(kg/hm ²) | 6 012 | 6 282 | 7 106 | 6 177 | 3 238 |

表 7 CK+2 ℃升温持续时间对冬小麦植株干物质质量的影响

| 处理时间 | CK | 30 d | 60 d | 90 d | 120 d |
|-------|-----|------|------|------|-------|
| 90 d | 5.2 | 6.4 | 7.9 | 9.2 | — |
| 120 d | 9.5 | 11.9 | 15.2 | 18.3 | 11.6 |

3 讨论

多数报道认为,气温升高,冬小麦产量也随之提高^[3-5]。也有报道称,随着气候变暖,冬小麦产量呈下降趋势^[6]。本研究利用塑料暖棚提高冬小麦越冬期间的温度,以期预测未来气候变暖对我国冬麦区小麦生长发育和产量的影响。结果表明,在一定升温幅度和处理时间范围内,升温 and 持续时间的延长可促进小麦的发育进程,使穗分化速度加快,抽穗期和成熟期提早,株高增加,单株干物质质量增加。与 CK 比较,CK+2 ℃处理 60 d 综合效果相对最好。

参考文献:

[1] 杨晓光,刘志娟,陈阜. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响[J]. 中国农业科学,2010,43(2):329-336.

[2] 史印山,王玉珍,池俊成,等. 河北平原气候变化对冬小麦产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2008,16(6):1444-1447.

[3] 茆长宝,陈勇. 南京市近 60 年气候变化及其对冬小麦产量影响[J]. 资源科学,2010,32(10):1955-1962.

[4] 王惠芳,张青珍,张明捷,等. 豫东北气温变化趋势及对冬小麦生长发育的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(11):341-345.

[5] 毛玉琴. 甘肃东部气候变化及冬小麦生长发育响应特征[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(6):257-262.

[6] 郝立生,闵锦忠,张文宗,等. 气候变暖对河北省冬小麦产量的影响[J]. 中国农业气象,2009,30(2):204-207.