

## Влияние погодных факторов и минерального питания на формирование массы 1000 зёрен яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье

*Г.Н. Сандакова, К.Т.Н., В.И. Елисеев, К.С.-Х.Н.,  
ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН*

В Оренбургской области яровая мягкая пшеница является основной зерновой культурой. Контрастные погодные условия приводят к высокой вариативности урожайности по годам. В связи с этим повышение урожайности яровой мягкой пшеницы является актуальной задачей в регионе [1, 2].

Общеизвестно, что урожайность культур в значительной степени определяется качеством посевного материала, а именно зависит от крупности семян. Крупные семена богаче питательными веществами, а потому имеют большую силу начального роста, прорастают большим количеством зародышевых корешков и способствуют формиро-

ванию более продуктивного колоса, чем мелкие семена [3].

В связи с этим **целью исследования** явилось выявление в длительном (40 лет) стационарном опыте наиболее оптимальных параметров погодных условий и фонов минеральных удобрений, способствующих формированию массы 1000 зёрен яровой мягкой пшеницы.

Задачи исследования состояли в поиске корреляционно-регрессионных связей массы 1000 зёрен с погодными факторами в основные периоды вегетации яровой мягкой пшеницы и в выявлении влияния приёмов агротехники – доз минеральных удобрений на формирование массы 1000 зёрен.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили на многолетнем (1976–2016 гг.) стацио-

наре с удобрениями в пятипольном зернопаровом севообороте по схеме (вариантам):

I – без удобрений (контроль); VI –  $N_{60}P_{60}K_{40}$ ;  
 II –  $N_{30}P_{30}$ ; VII –  $N_{15}P_{15}K_{10}$ ;  
 III –  $N_{30}K_{20}$ ; VIII –  $N_{60}P_{30}K_{20}$ ;  
 IV –  $P_{30}K_{20}$ ; IX –  $N_{30}P_{60}K_{20}$ ;  
 V –  $N_{30}P_{30}K_{20}$ ; X –  $N_{60}P_{260}K_{140}$ .

Чередование культур в севообороте было следующее: пар, озимая рожь, яровая твёрдая пшеница, просо, яровая мягкая пшеница.

Почвы – обыкновенный среднесиловой, тяжелоуглинистый чернозём с содержанием 4,7–5,5% гумуса в слое 0–30 см, подвижного фосфора – 2,3–2,8 мг, обменного калия – 26,7–38,4 мг на 100 г почвы.

Повторность вариантов опытов была четырёхкратной, общая площадь делянки – 450 м<sup>2</sup> (7,5×60 м), учётная – 300 м<sup>2</sup>.

Минеральные удобрения (мочевина, двойной гранулированный суперфосфат, хлористый калий) на делянки вносили под основную обработку почвы.

Постановку полевого опыта, наблюдения и учёбы проводили по методике Б.А. Доспехова и другим общепринятым в агрохимии методикам [4, 5].

Массу 1000 зёрен определяли по ГОСТу ISO 520-2014 [6].

Связь массы 1000 зёрен с погодными факторами осуществляли методом нелинейного корреляционного и множественного линейного регрессионного анализов на ПЭВМ с помощью прикладных программ Excel и Statistika 10.

**Результаты исследования.** Формирование массы 1000 зёрен яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье проходило в основном (70% лет) в условиях умеренно засушливых (ГТК = 1,0–0,7 ед.), сильно засушливых (ГТК = 0,7–0,4 ед.), а также сухих (ГТК < 0,4 ед.) – 15% лет.

Колебания погоды привели к вариабельности ( $V = 15,33\%$ ) массы 1000 зёрен яровой мягкой пшеницы по годам, при среднемноголетнем значении её на контроле  $31,53 \pm 4,83$  г.

В связи с этим важно было оценить роль погодных факторов в формировании массы 1000 зёрен, выявить их параметры и найти величины, оптимальные для её формирования.

Как известно из литературных источников, погодные условия, складывающиеся в первой половине вегетации посев – колошение, в определённой степени отражаются на крупности зерна, так как в этот период особенно интенсивно протекают ростовые процессы, формируются вегетативные и генеративные органы, создаются предпосылки для формирования продуктивного колоса [3].

Связь массы 1000 зёрен яровой мягкой пшеницы с погодными факторами осуществляли методом нелинейного корреляционно-регрессионного анализа.

По результатам нашего исследования выявлено существование сильных парных нелинейных

связей массы 1000 зёрен с погодными факторами ( $\eta = 0,78-0,87$ ).

Так, в первой половине периода вегетации посев – колошение формированию максимальной массы 1000 зёрен (теоретической) 32,8–33,4 г в изученных пределах 20,5–38,2 г способствовали умеренно засушливые погодные условия, а именно ГТК = 0,92 ед. (0,02–2,0 ед.), сумма осадков – 97,7 мм (2,0–207 мм), относительная влажность средняя – 53% (37–67%), минимальная – 34% (24–50%), сумма запасов продуктивной влаги к севу и осадков за период посев – колошение – 232 мм (140–331 мм).

При минимальных и максимальных значениях погодных факторов (в изученных пределах) наблюдалось уменьшение массы 1000 зёрен.

Так, в сухой жаркий 2010 г., снижение в первой половине вегетации ГТК до 0,02 ед., осадков до 2 мм, относительной влажности средней до 37%, суммы запасов продуктивной влаги к севу и осадков до 148 мм способствовало уменьшению массы 1000 зёрен до 22,8 г.

В сырой 2000 г. увеличение ГТК до 2,0 ед., осадков до 207 мм, относительной влажности средней до 67%, суммы запасов продуктивной влаги к севу и осадков до 331 мм привело к уменьшению массы 1000 зёрен до 26 г.

Результаты нашего исследования согласуются с выводами учёных о том, что недостаток и избыток влаги, а также высокая температура приводят к формированию менее крупного зерна [7].

В период развития зерна (колошение – полная спелость) резко выраженные неблагоприятные погодные условия, чаще обусловленные действием засухи и суховея, приводят к развитию щуплого зерна и сильному снижению урожая [3].

Известно также, что особенно чувствителен к недостатку влаги период формирования зерна, в процессе которого наблюдается интенсивный рост зерна в длину, создаются вместилища для заполнения зерновки пластическим веществом [8].

Согласно результатам нашего исследования, во второй половине периода вегетации колошение – полная спелость формированию максимальной массы 1000 зёрен (теоретической) 30,9–34,5 г в изученных пределах 20,5–38,2 г способствовали слабо засушливые погодные условия, а именно ГТК = 1,06 ед. (0,04–1,79 ед.), сумма осадков – 90,5 мм (2,0–157 мм), средняя относительная влажность воздуха – 74% (39–74%), умеренная средняя температура воздуха – 18,3°C (18,3–26,7°C) (рис.).

В сухие жаркие годы (1981 и 2010 гг.) снижение ГТК до 0,04 ед., осадков до 2 мм, средней относительной влажности воздуха до 39%, повышение средней температуры воздуха до 26,7°C привело к уменьшению массы 1000 зёрен до 23,3–28,4 г.

С помощью линейного уравнения множественной регрессии удалось выявить вклад погодных

факторов в формирование массы 1000 зёрен по периодам вегетации яровой мягкой пшеницы (табл. 1).

Согласно уравнению регрессии решающее значение (30,4% общей дисперсии) на формирование массы 1000 зёрен (У) яровой мягкой пшеницы имеют уровень влагообеспеченности и температурный режим во вторую половину вегетации, когда происходит формирование, налив и созревание зерна, и в меньшей степени (11,2% дисперсии) – среднесуточная температура в первый период вегетации во время закладки и роста основных элементов продуктивности.

Многочисленными исследованиями установлено, что налив зерна лучше всего протекает при умеренной температуре и достаточной обеспеченности растений водой и питательными веществами. Неблагоприятно сказываются на наливе зерна недостаточное или избыточное водоснабжение растений, а также чрезмерно сухая или влажная погода [7, 8].

Известно, что крупность зерна определяется количеством поступающего в колос пластического материала, приходящегося на одно зерно, и зависит от числа зёрен в колосе [3].

С помощью линейного уравнения множественной регрессии удалось описать связь массы 1000 зёрен с элементами продуктивности колоса, а именно числом зёрен в колосе и массой зерна с 1 колоса (табл. 2).

Расчёт уравнения множественной линейной регрессии позволил определить элементы структуры колоса, достоверно влияющие на форми-

вание массы 1000 зёрен яровой мягкой пшеницы. Как показало исследование, 83% дисперсии массы 1000 зёрен объясняется массой зерна с 1 колоса (66% дисперсии) и числом зёрен в колосе (17% дисперсии). Уменьшение крупности зерна отмечается при увеличении числа зёрен в колосе. Так, увеличение числа зёрен в колосе на стандартное отклонение – 4 шт. приводит к уменьшению массы 1000 зёрен на 5 г.

По данным некоторых исследователей, положительное влияние на массу 1000 зёрен оказывали удобрения, вносимые перед посевом, при этом действие агротехнических приёмов сильнее всего проявлялось на самых ранних фазах развития растения и в большей степени сказывалось на таких элементах структуры урожая, как число продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> и число зёрен в колосе, чем на крупности зерна [3, 9, 10].

Нами было изучено влияние различных фонов минеральных удобрений (всего 10 вариантов), вносимых осенью под основную обработку почвы, на формирование массы 1000 зёрен.

Согласно исследованиям, превышение массы 1000 зёрен над контролем (31,53 г) оказалось статистически значимым ( $НСР_{0,05} = 1,04$  г) на четырёх фонах удобрений: двойная доза азота на фоне внесения  $P_{30}K_{20} - N_{60}P_{30}K_{20}$  (32,82 г); фосфорно-калийные удобрения –  $P_{30}K_{20}$  (32,66 г); двойная доза полного минерального питания –  $N_{60}P_{60}K_{40}$  (32,66 г); одинарная доза полного минерального питания –  $N_{30}P_{30}K_{20}$  (32,65 г) и составило соответственно 1,28; 1,13; 1,13 и 1,11 г, или 4,1; 3,6; 3,6 и 3,5%.

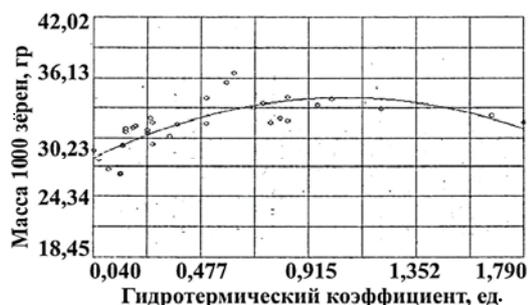
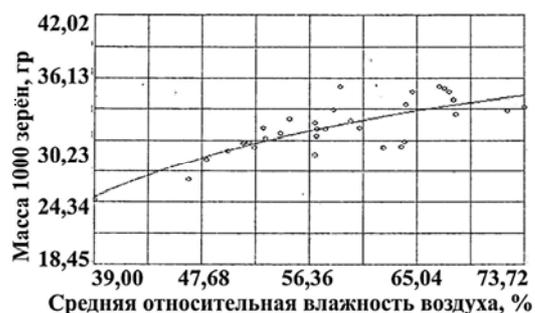
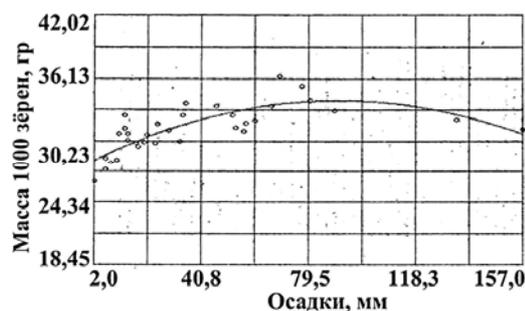
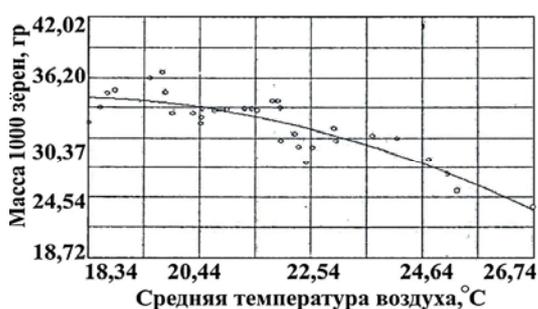


Рис. – Зависимость массы 1000 зёрен яровой мягкой пшеницы от погодных факторов в период колошение – полная спелость

1. Множественное линейное регрессионное уравнение влияния погодных факторов на формирование массы 1000 зёрен яровой мягкой пшеницы

Независимая переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	T-значение	Уровень значимости	$\beta$ -коэффициент	Доля влияния фактора, %
Масса 1000 зёрен (Y)						
Свободный член	75,896	10,504	7,225	0,000	–	–
Средняя температура воздуха (посев – колошение), °C ( $x_1$ )	-1,247	0,402	-3,102	0,004	-0,450	11,2
Мин. температура воздуха (колошение – полная спелость), °C ( $x_2$ )	-1,215	0,388	-3,130	0,004	-0,484	10,2
Запас продуктивной влаги в метровом слое к колошению, мм ( $x_3$ )	-0,056	0,018	-3,114	0,004	-0,483	20,2
$Y = 75,896 - 1,247x_1 - 1,215x_2 - 0,056x_3 \pm 3,914$ г, R=0,65, R <sup>2</sup> =0,42						

2. Множественное линейное регрессионное уравнение зависимости массы 1000 зёрен от элементов продуктивности колоса яровой мягкой пшеницы

Независимая переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	T-значение	Уровень значимости	$\beta$ -коэффициент	Доля влияния, %
Масса 1000 зёрен, г (Y)						
Свободный член	29,405	2,050	14,347	0,000	–	–
Число зёрен в колосе, шт. ( $x_1$ )	-1,243	0,184	-6,741	0,000	-1,047	17,2
Масса зерна с 1 колоса, г ( $x_2$ )	40,917	3,800	10,769	0,000	1,673	66,3
$Y = 29,405 - 1,243x_1 + 40,917x_2 \pm 2,05$ г, R=0,91, R <sup>2</sup> =0,83						

**Вывод.** Применение минеральных удобрений является одним из факторов повышения массы 1000 зёрен.

### Литература

- Долгалёв М.П., Крючков А.Г. Зависимость урожайности сортов яровой мягкой пшеницы от хозяйственно ценных биологических признаков // Вестник Оренбургского государственного университета. 2003. № 1. С. 74–80.
- Панфилов А.Л. Влияние элементов продуктивности колоса на урожайность яровой мягкой пшеницы на склоновых землях Оренбургского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 5 (67). С. 26–31.
- Коновалов Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя. М.: Колос, 1981. 173 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1971.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1986. 351 с.
- Гост ISO 520-2014 Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зёрен. 2015. С. 1–12.
- Сашнина Н.В. Влияние сроков созревания яровой пшеницы амурской селекции на формирование посевных качеств семян // Дальневосточный аграрный вестник. 2010. Вып. 1 (13). С. 25–27.
- Сашнина Н.В. Зависимость массы 1000 семян яровой пшеницы амурской селекции от совместного действия осадков, влажности воздуха и температуры в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2015. № 2 (34). С. 31–34.
- Целуйко О.А., Медведева В.И. Зависимость массы 1000 зёрен сельскохозяйственных культур от удобрений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 58–60.
- Елисеев В.И., Сандакова Г.Н. Зависимость формирования элементов структуры урожая яровой твёрдой пшеницы от погодных факторов и минерального питания в условиях Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 27–29.