

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

ПОЛЕТАЕВ Илья Сергеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

СОЛОДОВНИКОВ Анатолий Петрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ГУСАКОВА Наталия Николаевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЛИНЬКОВ Александр Сергеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Рассмотрены особенности изменения продуктивности яровой пшеницы под влиянием погодных условий и применении минеральных и органо-минеральных удобрений, а также внекорневых подкормок удобрениями на основе гуминовых кислот. Показано, что при выпадении 56 % от нормы осадков за вегетацию и температурах воздуха выше среднемноголетних на 4–7 °С урожайность яровой пшеницы снижается на 0,85 т/га, или на 41 %. В результате проведения трехгодичных опытов отмечено, что под влиянием изучаемых агроприемов увеличивается не только урожайность яровой пшеницы, но и повышается качество зерна этой культуры. Наибольшая урожайность была на вариантах с применением удобрений Биоконкомплекс и Биогурус, она составляла 1,76 и 1,71 т/га соответственно, что выше контроля на 29,4 и 25,7 %. На повышение качества зерна в большей степени повлияли органо-минеральные удобрения, содержащие в своем составе комплекс микроэлементов и органические кислоты, доля белка на этих вариантах возрастало до 17,6 %, сухой клейковины – до 30,8 %, сырой клейковины – 33,5 %, ИДК составлял 78,2 ед.

Введение. Снижение объемов применения органических и минеральных удобрений приводит к ухудшению качества зерна яровой пшеницы, увеличению доли фуражного зерна 4-го класса и уменьшению количество зерна 1–3-го классов. Необходимо отметить, что пшеница 4-го класса имеет пониженные показатели как по клейковине, так и по белку.

Наибольшее значение в формировании качества зерна имеют температура и влажность в период роста растений и особенно в фенологическую фазу налива зерна. Высокая температура и недостаток влаги в это время способствуют образованию в зерне большего количества белка высокого качества [7].

Проблема снижения качества зерна и получения нестабильных урожаев по годам может повлиять на снижение экспортного потенциала. Направленность сельскохозяйственного производства на получение зерна высокого качества, несмотря на снижение урожая в результате погодных условий поз-

волит обеспечить продовольственную безопасность регионов [9].

Урожайность и качество зерна яровой пшеницы зависят не только от климатических условий, но и от соблюдения агротехнологий. Ущерб от негативных природных факторов может быть снижен за счет интенсификации производства, применения удобрений и антистрессовых препаратов [10].

Важнейшую роль в снижении коэффициентов водопотребления растений играют удобрения, при их внесении в условиях Заволжья значительно снижаются (в 1,5–2 раза) коэффициенты водопотребления. Однако применение одних лишь азотных удобрений может приводить к повышению коэффициентов водопотребления, что, очевидно, связано с односторонним действием азота на увеличение вегетативной массы и ухудшением отношения зерна к соломе. Положительное влияние азотно-фосфорного и полного удобрения на эффективность использования влаги связано, прежде всего, с



повышением продуктивности фотосинтеза, усилением оттока веществ из вегетативных органов в зерно и в конечном итоге с повышением урожайности зерна [8].

М.М. Стрельникова (1971) подчеркивает, что в годы, отличающиеся обилием осадков, содержание клейковины под влиянием удобрений, особенно азотных, значительно увеличивается при снижении качества. В условиях недостатка осадков или при резкой засухе действие азотных удобрений на качество клейковины в корне изменяется: оно становится положительным [10].

Поэтому изучение влияния внекорневых подкормок яровой пшеницы на изменение урожайности и качества зерна в условиях Саратовского Заволжья является актуальным направлением исследований.

Методика исследований. Опыт проводился в 2016–2018 гг. на опытном поле Саратовского ГАУ в УНПО «Поволжье» села Степного Энгельсского р-на Саратовской области. Почва опытного участка темно-каштановая, среднemocная, среднесуглинистая по гранулометрическому составу. Содержание гумуса составляет 2,8 %, нитрификационная способность – 4,1 мг/кг, доступный фосфор P_2O_5 (по Мачигину) – 29,7 мг/кг, обменный калий K_2O (по Мачигину) – 345 мг/кг почвы. Обеспеченность почвы фосфором средняя, калием – повышенная, азотом – низкая.

По погодным условиям 2016 г. характеризовался теплой весной, умеренно жарким летом, сумма осадков за вегетационный период составила 167 мм, ГТК равнялся 0,71. Весна и лето 2017 г. были умеренно холодными с большим количеством осадков – 299 мм, ГТК в этом году составлял 1,2. Вегетационный период 2018 г. – умеренно жаркий и острозасушливый, сумма осадков составила 130,8 мм, ГТК = 0,47.

С целью изучения влияния на показатели продуктивности и качество зерна яровой пшеницы заложили опыт по следующей схеме:

- 1) контроль (без применения удобрений);
- 2) Микроэл 0,2 л/га (комплексное минеральное удобрение с большим количеством микроэлементов);
- 3) Страда N 3 л/га (минеральное удобрение с большим содержанием азота – 27 %);
- 4) Страда P 3 л/га (минеральное удобрение с большим содержанием фосфора – 20 %);
- 5) Моно-Сера 1 л/га (минеральное удобрение с большим содержанием

- 6) Биокomплекс 4 л/га (органоминеральное удобрение, содержащее гуминовые и фульвокислоты, а также комплекс макро- и микроэлементов);
- 7) Биогумус 2 л/га (органоминеральное удобрение, имеющее в своем составе большое количество азота и фосфора);
- 8) Гумат калия 4 л/га (удобрение на основе гуминовых кислот, содержащее гуминовые и фульвокислоты, а также комплекс макро- и микроэлементов) [2].

В качестве фона на весь опытный участок под предпосевную культивацию вносилась аммиачная селитра – 100 кг/га (34 кг/га по д.в.).

Высевался сорт яровой пшеницы – Альбидум 32, предшественником являлся нут. Способ размещения делянок рандомизированный, повторность 4-кратная, общая площадь делянки составляла 60 м², учетная – 40 м². Внекорневую подкормку препаратами проводили с помощью опрыскивателя ручного ранцевого. Расход рабочего раствора равнялся 200 л/га [3].

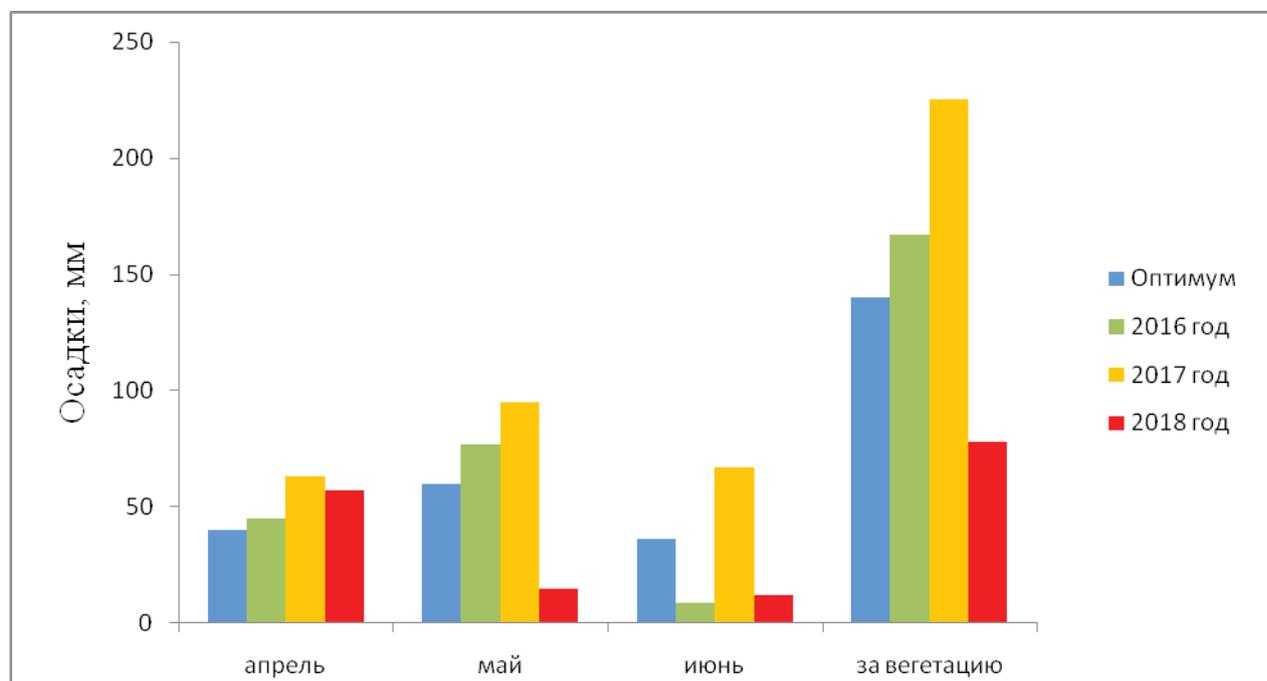
Качество урожая определяли в лаборатории ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ по методу ГОСТ P544782011 г. «Методика определения количества и качества клейковины в пшенице» [4].

Результаты исследований. В результате многолетних опытов, проведенных в Саратовском Заволжье, было установлено, что для получения урожайности зерна яровой пшеницы в нашей зоне на уровне 1,45 т/га необходима сумма осадков за вегетацию не менее 140 мм, в том числе в апреле не менее 40 мм, мае – 60 мм и июне – 36 мм [5]. Анализ погодных условий в годы проведения исследований показал следующее: несмотря на то, что в 2016 г. количество осадков в апреле и мае было выше нормы, малое количество осадков и высокие температуры воздуха в июне в период колошения яровой пшеницы привели к снижению урожайности зерна до 1,28 т/га (см. рисунок). При этом оптимум был взят по многолетним исследованиям Краснокутской СОС [5].

В 2017 г. количество осадков в апреле – мае выпало 158 %, а в июне – 186 % от оптимальных значений. Температуры воздуха были в пределах оптимума. Сложившиеся погодные условия и внесение Аммиачной селитры – 100 кг/га способствовали получению высокой урожайности зерна – 2,2 т/га.

Погодные условия 2018 г. характеризовались острым недостатком влаги, в апреле





**Распределение осадков по месяцам
за годы исследований, мм**

выпало 143 % от оптимальных значений, в мае – 25 %, а в июне – 56 %. Температуры мая и июня были выше нормы на 4–7 °С соответственно. Острый недостаток влаги в фазу кущения яровой пшеницы и высокие температуры воздуха привели к снижению урожайности изучаемой культуры до 0,6 т/га, что ниже оптимума на 0,85 т/га, или на 41 %.

Урожайность яровой пшеницы формируется под воздействием сложного комплекса условий, каждое из которых оказывает влияние на количество и качество получаемой продукции. Улучшая условия произрастания растений можно добиться получения высокого урожая.

Высота стебля у яровой мягкой пшеницы обусловлена генетическим признаком сорта, однако значительно меняется в зависимости от условий возделывания. Применение внекорневых подкормок изучаемыми препаратами способствовало увеличению высоты растений с 91,5 см на контроле до 104,2 см на варианте с использованием Страды N, на других вариантах этот показатель составлял от 96,5 до 103,9 см.

От способности сформировать растением оптимальную площадь листьев и крепкий стебель зависит продуктивность яровой пшеницы. Масса снопа растений на контроле составляла 432,0 г, наибольшее значение этого показателя отмечено при использовании Моно-Серы – 467,3 г и Страды P – 457,7 г (табл. 1).

Длина колоса при внекорневой подкормке растений яровой пшеницы увеличивалась на 0,2–0,9 см по сравнению с контролем.

Число зерен в колосе является хозяйственно-ценным признаком, в наших опытах число зерен в колосе изменялось от 18,3 шт. на контроле до 19,7 на варианте Страда N, что выше контроля на 1,4 шт., или 7,6 %.

Масса 1000 семян может широко варьировать и в пределах одного сорта в зависимости от условий выращивания. Определяющими факторами при формировании этого показателя является обеспечение растений влагой и питательными веществами. На контроле этот показатель составлял 29,1 г, наибольший эффект отмечен при внекорневой подкормке посевов препаратом Биоконкомплекс, масса 1000 семян была равна 33,6 г, что выше контроля на 4,5 г, или на 15,4 %.

Внекорневые подкормки в фазу кущения и колошения удобрениями оптимизировали баланс питательных веществ, что в свою очередь позволило растениям лучше переносить неблагоприятные условия выращивания.

На вариантах с органоминеральными удобрениями Биоконкомплекс и Биогумус отмечена наибольшая урожайность, прибавка к контролю составила соответственно 0,40 и 0,35 т/га, или 29,4 и 25,7 % (табл. 2).

Наименьшая эффективность внекорневых подкормок фиксировалась на вариантах с применением Моно-Серы, Страды N и Гумата калия. Прибавка к контролю в этих ва-



Влияние внекорневой подкормки на изменение элементов структуры урожая яровой пшеницы в среднем за 2016–2018 гг.

Вариант опыта	Высота растений, см	Масса снопа с 1 м ² , г	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль	91,5	432,0	9,9	18,3	29,1
Микроэл	101,8	444,3	10,6	18,7	31,7
Страда N	104,2	445,7	10,8	19,7	32,4
Страда P	100,5	457,7	10,5	18,9	31,6
Моно-Сера	103,9	467,3	10,3	19,0	32,2
Биокомплекс	96,5	439,3	10,3	19,3	33,6
Биогумус	97,0	440,7	10,5	19,4	33,1
Гумат калия	100,9	441,7	10,4	18,9	32,2

риантах равнялась соответственно 0,13; 0,17 и 0,18 т/га, или 9,5; 12,5 и 13,2 %.

Обеспеченность растений микроэлементами и макроэлементами – основной фактор получения качественного растительного белка. У ряда культур от уровня питания серой зависят структура, а также функционирование ферментов и белков в тканях листьев и семенах. Микроэлементы, содержащиеся в изучаемых удобрениях, являются катализаторами процессов в тканях растений, что позволяет им лучше поглощать и использовать элементы питания для повышения качества зерна [1, 6].

Содержание белка в зерне в среднем за годы исследований варьировало от 17,1 % (контроль) до 18,3 % (вариант с Гуматом калия). Применение удобрений с микроэлементами Микроэл и Моно-Сера так же показало хороший эффект, содержание белка на этих вариантах увеличилось соответственно до 18,0–18,1 % (табл. 3).

Внекорневые подкормки удобрениями повышали содержание сухой клейковины по сравнению с контролем на 0,5–3,2 %, наибольшим это значение было на варианте с органо-минеральными удобрениями, содержащими в своем составе органические ве-



Урожайность яровой пшеницы по вариантам опыта

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю	
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее 2016–2018 гг.	т/га	%
Контроль	1,28	2,20	0,60	1,36	-	-
Микроэл	1,62	2,44	0,66	1,57	0,21	15,4
Страда N	1,67	2,22	0,69	1,53	0,17	12,5
Страда P	1,7	2,35	0,73	1,59	0,23	16,9
Моно-Сера	1,53	2,18	0,77	1,49	0,13	9,5
Биокомплекс	1,72	2,87	0,70	1,76	0,40	29,4
Биогумус	1,58	2,85	0,71	1,71	0,35	25,7
Гумат калия	1,64	2,31	0,67	1,54	0,18	13,2
НСР ₀₅	0,15	0,11	0,05	0,14		
F_{ϕ}	4,9	47,3	5,93	2159,5		
F_{τ}	2,3	2,3	2,3	1,6		

щества и микроэлементы, Биокомплексом и Биогумусом, прибавка к контролю на этих вариантах составила 3,1 и 3,2 % соответственно. Содержание сырой клейковины изменялось аналогично сухой клейковине, на контроле она была равна 30,2 %, а при применении органико-минеральных удобрений данный показатель увеличивался до 33,3–33,5 %.

Применение внекорневых подкормок улучшало индекс деформации клейковины,

на контроле он составлял 85,3, наилучшее его значение отмечено на варианте с Биокомплексом – 78,2. При использовании остальных удобрений ИДК варьировал от 84,6 до 80,7.

Заключение. Внекорневые подкормки яровой пшеницы в фазу кущения и колошения способствуют повышению урожайности и качества зерна.

Максимальная прибавка урожайности яровой пшеницы в среднем по изучаемым



Изменение качества зерна яровой пшеницы при применении внекорневых подкормок в среднем за годы исследований

Вариант опыта	Белок,%	Сухая клейковина,%	Сырая клейковина,%	ИДК
Контроль	17,1	27,6	30,2	85,3
Микроэл	18,1	30,2	32,8	82,9
Страда N	17,5	30,5	33,1	80,7
Страда P	17,2	28,1	31,6	81,1
Моно-Сера	18,0	30,4	32,5	82,0
Биокомплекс	17,5	30,7	33,5	78,2
Биогумус	17,6	30,8	33,3	83,2
Гумат калия	18,3	30,0	31,9	81,1

агрохимикатам отмечалась в умеренно влажном году с ГТК = 0,71 (2016 г.) и составляла 28,1 %, наименьшая – 11,8 % во влажный год с ГТК = 1,2 (2017 г.).

Наиболее эффективными препаратами для внекорневой подкормки яровой пшеницы являются органо-минеральные удобрения (Биокомплекс и Биогумус), которые увеличивали урожайность на 0,37 т/га, или 27,2 %, содержание бел-

ка – на 0,5 %, сухой клейковины – на 3,1 %, сырой клейковины – на 3,2 %.

Удобрения на основе гуминовых кислот повышали содержание белка до 18,3 %, или на 1,2%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вакар А.Б. О клейковине в созревшем зерне пшеницы // Труды ВНИИЗХ. – 1935. – Вып. 35. – С. 119–124.



2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. II. Агрохимикаты. – М., 2018. – 779 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М., 1985. – 351 с.

4. Иванова Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров. – М., 2004. – С. 54.

5. Изменение продуктивности яровой пшеницы в сухостепной зоне Заволжья под влиянием абиотических факторов / Е.П. Денисов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 7. – С. 23–26.

6. Качество зерна – источник здоровья нации / А.И. Прянишников [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 16–17.

7. Княгиничев М.И. Качество зерна пшеницы в зависимости от сорта и условий выращивания // Биохимия пшеницы. – М.-Л., 1951. – 272 с.

8. Кумаков В.А. Физиология яровой пшеницы. – М., 1980. – 207 с.

9. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Режим доступа: <http://msx.ru/> (дата обращения: 22.03.2007).

10. Научно обоснованная система земледелия Саратовской области / Е.П. Денисов [и др.]. – Саратов, 2017. – 264 с.

11. Стрельникова М.М. Повышение качества зерна пшеницы. – Киев, 1971. – 154 с.

Полетаев Илья Сергеевич, канд. с.-х. наук, старший преподаватель кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Солодовников Анатолий Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Гусакова Наталия Николаевна, д-р хим. наук, проф. кафедры «Ботаника, химия и экология», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Линьков Александр Сергеевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.
Тел.: 89053866457.

Ключевые слова: яровая пшеница; урожайность; качество зерна; Микроэл; Страда N; Страда P; Моно-Сера; Биокомплекс; Биогумус; Гумат калия.

FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN AFTER FOLIAGE APPLICATION IN THE SAARAT TRANS-VOLGA REGION

Poletaev Ilya Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Teacher of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Solodovnikov Anatoly Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Gusakova Natalya Nikolaevna, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the chair "Botany, Chemistry and Ecology", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Lynkov Aleksandr Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: spring wheat; productivity; grain quality; Microel; Strada N; Strada P; Mono-Sera; Biocomplex; Biocomplex; Potassium humate.

The features of changing the productivity of spring wheat under the influence of weather conditions and after foliar application with humic acid fertilizers, mineral and organic-mineral fertilizers are considered. It is shown that at 56% of the norm of precipitation for vegetation and air temperatures fall above the annual average by 4–7 ° C, the yield of spring wheat decreases by 0.85 t / ha or by 41%. After three-year experiments, it was noted that, under the influence of the studied agricultural practices, the yield of spring wheat increases as well as the grain quality of this crop. The highest yield was in the variants after application of Biocomplex and Biohumus; it was 1.76 and 1.71 t / ha, respectively, which is 29.4 and 25.7% higher than the control. Organic and mineral fertilizers containing a complex of microelements and organic acids had a greater effect. Thus, the protein content was up to 17.6%, dry gluten – up to 30.8%, raw gluten – 33.5%, IDK was 78.2 units.

