

ИЗМЕНЕНИЕ СТРЕССОВОЙ СИТУАЦИИ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКЕ УДОБРЕНИЯМИ И БИОПРЕПАРАТАМИ

ДЕНИСОВ Евгений Петрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

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

ШАГИЕВ Батыр Зайнуллинович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

СТЕПАНОВ Дмитрий Сергеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

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

КУДАШОВА Анастасия Олеговна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Приведены результаты исследований применения внекорневой подкормки яровой пшеницы в фазу кущения и колошения минеральных (Микроэл, Страда N, Биокомплекс), микробиологических удобрений (Агрика), удобрений на основе гуминовых кислот (Реасил) и влияния данных приемов на изменение стрессовой ситуации растений яровой пшеницы. На основе анализа содержания пролина до и после применения агроприемов рассчитан коэффициент адаптации растений. Установлено, что внекорневая подкормка изучаемыми препаратами снижает стресс растений яровой пшеницы, вызванный неблагоприятными погодными условиями, что выражается в повышении антистрессового коэффициента до 1,19–1,38. Применение препаратов увеличивало урожайность яровой пшеницы на 0,27–0,57 т/га, а также содержание клейковины в зерне до 26,8–28,4 %, ИДК при этом составлял 81,4–85,1 ед.

Введение. Одно из важных направлений современного развития сельского хозяйства – применение препаратов, стимулирующих рост, развитие и, как следствие, увеличивающих продуктивность сельскохозяйственных культур. При этом достигается высокий эффект при сравнительно небольших затратах. Микроудобрения и ростостимулирующие препараты, являясь экологически безопасными, позволяют повысить урожай и его качество. Широкому распространению данных препаратов способствует снижение объемов применения органических и минеральных удобрений.

Снижение плодородия почвы приводит к ее уплотнению, уменьшению запасов влаги и повышению фитотоксичности инсектицидов, т.е. к возникновению комплексной стрессовой ситуации для растений яровой пшеницы [3]. Повышение компенсаторной способности сельскохозяйственных культур при помощи приемов повышения адаптации растений к внешним условиям в настоящее время приобретает актуальное значение. В связи с этим изучение стрессоустойчивости растений при применении внекорневой подкормки микроудобрениями (Агрика, Микроэл, Страда N, Реасил, Биокомплекс) имеет большое научное и практическое значение [4, 7].

Цель работы заключалась в изучении снижения стрессовой ситуации яровой пшеницы при применении различных препаратов в качестве внекорневой подкормки в условиях засушливого Заволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в 2015–2017 гг. на опытном поле Саратовского ГАУ в УНПО «Поволжье» (с. Степное, Энгельсского района Саратовской области) на темно-каштановых среднемощных среднесуглинистых по гранулометрическому составу почвах с содержанием гумуса 2,8 %. Нитрификационная способность составляет 4,1 мг/кг, содержание доступного фосфора P_2O_5 (по Мачигину) – 29,7 мг/кг, обменного калия K_2O (по Мачигину) – 345 мг/кг почвы. Почва среднеобеспечена фосфором, малообеспечена азотом.

Получение стабильно высоких урожаев яровой пшеницы при выращивании в засушливом климате Заволжья в значительной степени зависит от содержания влаги. Количество осадков за вегетацию составляло от 167,0 мм в 2015 г. до 275,5 мм в 2017 г. Величина гидротермического коэффициента (ГТК) равнялась 0,71 в 2015 г. и 1,2 в 2017 г. Весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы (100–120 мм) не позволяют полностью обеспечить растение влагой





в течение всей вегетации. Поэтому величина урожайности полевых культур зависит от количества летних осадков.

Был заложен опыт по изучению влияния на рост и развитие яровой пшеницы внекорневой подкормки препаратами микроэл, страда N, агрика, реасил и биокомплекс. Высевали сорт яровой пшеницы Альбидум 32.

Внекорневую подкормку препаратами проводили в фазу кущения и колошения яровой пшеницы с помощью опрыскивателя ручного ранцевого: Агрика (микробиологическое удобрение) – 2 л/га, Микроэл (минеральное удобрение) – 0,2 л/га, Страда N (минеральное удобрение) – 3 л/га, Реасил (удобрение на основе гуминовых кислот) – 2 л/га, Биокомплекс (минеральное удобрение) – 4 л/га. Расход рабочего раствора 400 л/га [2].

В работах А.П. Стаценко изучен и описан способ исследования содержания свободных аминокислот в растениях для оценки их засухоустойчивости по вычислению индексов устойчивости, которые выражаются отношением концентрации аминокислоты после стресса к исходной, в результате чего устанавливается степень стрессоустойчивости [5]. Основываясь на данной методике, мы провели оценку воздействия изучаемых агроприемов на продуктивность растений путем измерения их стрессоустойчивости с помощью определения свободного пролина до и после проведения агроприемов с последующим расчетом стрессового коэффициента и коэффициента адаптации.

Содержание пролина определяли на анализаторе аминокислот по методике измерения массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» (Методика М-04-38-2009 с изменениями №1 от 01.02.2010. Свидетельство №223.104.10.150/2009 от 20.11.2009. ФР.1.31.2010.07015).

Результаты исследований. Яровая пшеница при возделывании в данных почвенно-климатических условиях испытывает недостаток влаги и питательных элементов. В результате этого снижается поглощение питательных элементов корневой системой из почвы, что приводит к возникновению стрессовой ситуации и снижению урожайности [1]. Существует мнение, что при возникновении стрессовой ситуации растения увеличивают содержание некоторых аминокислот, которые помогают противостоять абиотическим факторам (высоким и низким температурам, недостатку влаги и др.) [6].

Внекорневая подкормка растений в фазу кущения и колошения микробиологическими, минеральными и удобрениями на основе гуминовых кислот по-разному влияла на изменение аминокислот в зерне яровой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом (табл. 1).

Таблица 1

Изменение содержания аминокислот в зерне яровой пшеницы при применении изучаемых препаратов, мг/л

Аминокислота	Контроль (без обработки)	Препарат				
		Агрика	Реасил	Микроэл	Страда N	Биокомплекс
Пролин	1,986	1,253	1,792	1,169	1,675	1,994
Треонин	0,692	0,306	0,641	1,171	0,813	0,507
Серин	0,784	0,658	0,801	1,279	0,826	0,963
Аланин	0,811	0,435	0,664	1,158	0,894	0,814
Глицин	0,309	0,312	0,548	0,862	0,663	0,552

Судя по изменению пролина и других аминокислот, препарат Агрика способствует снижению стрессовой ситуации. При его применении содержание пролина снизилось по сравнению с контролем на 0,733 мг/л, треонина – на 0,386 мг/л, серина – на 0,126 мг/л и аланина – на 0,376 мг/л.

На варианте с Реасилом также отмечено снижение пролина на 0,194 мг/л, треонина – 0,051 мг/л и аланина – на 0,147 мг/л. Содержание серина практически не изменилось, а глицина повысилось на 0,236 мг/л.

Микроэл за исключением пролина повышал количество аминокислот в зерне в 1,5–3,0 раза. Страда N и Биокомплекс практически не изменяли содержание аминокислот в зерне яровой пшеницы по сравнению с контролем.

Анализ аминокислотного состава растений яровой пшеницы при применении внекорневых подкормок показал сильную отзывчивость пролина на изменение условий произрастания растений. В связи с этим соотношение количества пролина до и после стресса может характеризовать интенсивность стрессовой реакции растения при изменении условий произрастания.

Степень снижения пролина и повышения урожайности показывает коэффициент адаптации. Чем выше коэффициент адаптации, тем меньше действие стрессовой ситуации и выше прибавка урожая от применения данного агроприема. Расчет коэффициента адаптации наглядно оценивает степень увеличения приспособления растений к изменившимся условиям и снижения действия стрессора под влиянием различных агроприемов. В среднем за годы исследований урожайность зерна яровой пшеницы на контроле равнялась 1,51 т/га (табл. 2).

Внекорневая подкормка растений микроудобрением Агрика повысила урожайность до 0,28 т/га, или на 18,5 %. При этом коэффициент адаптации составил 0,19. Аналогичное значение урожайности отмечено на варианте с применением препарата Страда N, отклонение от контро-

Урожайность и степень адаптации яровой пшеницы при внекорневой подкормке изучаемыми препаратами

Вариант опыта	Год исследований												Среднее			
	2015				2016				2017							
	Урожайность	Приб. к контр.		Коэффициент адаптации	Урожайность	Приб. к контр.		Коэффициент адаптации	Урожайность	Приб. к контр.		Коэффициент адаптации	Урожайность	Приб. к контр.		Коэффициент адаптации
		т/га	%			т/га	%			т/га	%			т/га	%	
Контроль	1,05	–	–	1,0	1,28	–	–	1,0	2,20	–	–	1,0	1,51	–	–	1,0
Агрика	1,29	0,24	22,9	1,23	1,39	0,11	8,6	1,09	2,68	0,48	21,8	1,22	1,79	0,28	18,5	1,19
Микроэл	1,41	0,36	34,3	1,34	1,62	0,34	26,6	1,27	2,44	0,24	10,9	1,11	1,82	0,31	20,5	1,21
Страда N	1,45	0,4	38,1	1,38	1,67	0,39	30,5	1,30	2,22	0,02	0,9	1,01	1,78	0,27	17,9	1,18
Реасил	1,42	0,37	35,2	1,35	1,56	0,28	21,9	1,22	2,85	0,65	29,5	1,30	1,94	0,43	28,5	1,28
Биокомплекс	1,50	0,45	42,9	1,43	1,76	0,48	37,5	1,38	2,97	0,77	35,0	1,35	2,08	0,57	37,7	1,38
	HCP ₀₅ = 0,021 F _φ = 276,8 F _τ = 2,90				HCP ₀₅ = 0,008 F _φ = 4260,3 F _τ = 2,90				HCP ₀₅ = 0,007 F _φ = 4140,8 F _τ = 2,90				HCP ₀₅ = 0,047 F _φ = 74,4 F _τ = 1,92			

ля было равно 0,27 т/га (17,9 %), коэффициент адаптации – 0,18.

Использование минерального удобрения Микроэл повысило урожайность на 0,31 т/га, что выше контроля на 20,5 %. Внекорневая подкормка растений снизила стресс яровой пшеницы, что выразилось в увеличении коэффициента адаптации до 1,21 (см. табл. 2).

Наилучшие показатели прибавки урожайности отмечены на вариантах с Реасилом и Биокомплексом. При использовании этих удобрений показатель возрос соответственно до 1,94 и 2,08 т/га. Коэффициент адаптации на этих вариантах был наибольшим 1,28 и 1,38.

Под влиянием изучаемых факторов изменяется не только урожайность зерна, но и его качество, содержание клейковины и ИДК. Значение клейковины в среднем за годы исследований на контрольном варианте составляло 24,3 % (табл. 3). Внекорневая подкормка изучаемыми препаратами в фазу кушения и колошения положительно сказывалась на изменении количества клейковины в зерне. При применении Агрики прибавка к контролю составила 3,8 ед. Микроэл, Страда N и Реасил повышали этот показатель в меньшей степени, прибавка равнялась соответственно 3,6; 3,3 и 2,5 ед. Наибольший эффект был отмечен на варианте с применением биокомплекса, количество клейковины здесь составило 28,4 %, что выше контроля на 4,1 ед.

При изучении различных удобрений получены следующие данные по качеству клейковины в зерне яровой пшеницы. На контрольном варианте ИДК составлял 86,2 ед. При использовании Агрики ИДК улучшился до 81,4 ед. Микроэл улучшил этот показатель до 84,5 ед., Страда N – до 85,1 ед., Реасил – до 84,8 ед., Биокомплекс – до 83,1 ед. (табл. 4).

Таблица 3

Количество клейковины в зерне яровой пшеницы по вариантам опыта, %

Вариант опыта	Клейковина, %	Отклонение от контроля	
		ед.	абс. %
Без опрыскивания (контроль)	24,3	–	–
Агрика	28,1	3,8	15,6
Микроэл	27,9	3,6	14,8
Страда N	27,6	3,3	13,6
Реасил	26,8	2,5	10,3
Биокомплекс	28,4	4,1	16,9

Таблица 4

Изменение показателя ИДК в зерне яровой пшеницы по вариантам опыта, ед.

Вариант опыта	ИДК	Отклонение от контроля	
		ед.	%
Без опрыскивания (контроль)	86,2	–	–
Агрика	81,4	–4,8	–5,6
Микроэл	84,5	–1,7	–2,0
Страда N	85,1	–1,1	–1,3
Реасил	84,8	–1,4	–1,6
Биокомплекс	83,1	–3,1	–3,6

Результаты применения внекорневой подкормки на яровой пшенице показали положительное влияние препаратов на качество зерна. Применение Агрики повышало содержание клейковины по сравнению с контролем на 4,8 % и улучшало ИДК на 4,8 ед. Внекорневая подкорм-





ка Биокомплексом повышала содержание клейковины на 4,1%. ИДК при этом составил 83,1 ед.

Заключение. Применение двукратной внекорневой подкормки яровой пшеницы такими препаратами, как Агрика, Микроэл, Страда N, Реасил и Биокомплекс заметно повышало урожайность яровой пшеницы в неблагоприятных условиях возделывания при проявлении комплексной стрессовой ситуации. Урожайность от применения препаратов, способных оказывать антистрессовый эффект, повышалась на 17,9–37,7 %.

Коэффициент адаптации при внекорневой подкормке составлял 1,19–1,38. Обработка посевов изучаемыми удобрениями повысила содержание клейковины в зерне на 2,5–4,1% по сравнению с контролем, ИДК составил 81,4–84,8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние различных приемов основной обработки почвы и внекорневой подкормки на устойчивость к стрессу растений яровой пшеницы / Е.П. Денисов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 8. – С. 15–19.

2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2017. – 735 с.

3. Денисов Е.П., Денисов К.Е., Четвериков Ф.П., Полетаев И.С. Способ оценки эффективности агроприемов путем измерения стрессоустойчивости растений // Патент № 2616820. 2017. Бюл. 11.

4. Саскевич П.А., Кажарский В.Р., Козлов С.Н. Применение регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур. – Горки, 2009. – 296 с.

5. Стаценко А.П., Капустин Д.А., Юрова Ю.А. Стресс-индуцированный пролин в растениях пшени-

цы в условиях засухи // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. – Пенза, 2014. – С. 85–87.

6. Стаценко А.П. Заявка РФ на изобретение № 2002128069. 2002 // bd.patent.su.

7. Фомичев Г.А., Корсаков К.В., Пронько В.В. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на потребление элементов питания и урожай подсолнечника на черноземах южных Поволжья // Аграрный научный журнал. – 2011. – №5. – С. 37–39.

Денисов Евгений Петрович, д-р с.-х. наук, проф. 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.

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

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

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

Кудашова Анастасия Олеговна, студентка 2-го курса, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.
Тел.: (8452) 26-16-28.

Ключевые слова: яровая пшеница; стресс; аминокислоты; пролин; микробиологические удобрения; качество зерна; Агрика; Микроэл; Страда N; Реасил; Биокомплекс.

CHANGE OF THE STRESS SITUATION OF SPRING WHEAT PLANTS AFTER FOLIAGE APPLICATION OF FERTILIZERS AND BIOPREPARATIONS

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

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

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

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

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

Kudashova Anastasia Olegovna, Student of the 2nd course, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: spring wheat; stress; amino acids; proline; microbiological fertilizers; grain quality; Agrica; Microel; Strada N; Reasil; Biocomplex.

The article presents the results of studies on the study of the application of foliar top dressing of spring wheat to the tillering and spearing stage with mineral (Microel, Strada N, Biocomplex), microbiological fertilizers (Agrica), fertilizers based on humic acids (Reasil) and the influence of these methods on the change in the stress situation of plants spring wheat. Based on the analysis of proline content before and after application of agropractices, the plant adaptation coefficient has been calculated, which shows the responsiveness of the crop to various agro-practices in a stressful situation. It is established that foliar top dressing with the studied preparations reduces the stress of spring wheat plants caused by unfavorable weather conditions, which is expressed in an increase in the anti-stress coefficient TO 1.19–1.38. The use of the studied preparations increased the yield of spring wheat by 0.27–0.57 t / ha, as well as the content of gluten in the grain to 26.8–28.4%, the IDK in this case was 81.4–85.1 units.