АГРОХИМИЯ

УДК 631.8:632.95:633.11«321»(571.1)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-82-86

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИХ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ
С ГЕРБИЦИДАМИ И ФУНГИЦИДОМ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Е. Н. Ледовский, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, ORCID ID: 0000-0002-9948-6105;

В. Г. Доронин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, ORCID ID: 0000-0003-2288-1913

ФГБНУ "Омский АНЦ",

644012, г. Омск, проспект Академика Королёва, дом 26, e-mail: 55asc@bk.ru

Исследования проведены в 2018 и 2019 гг. в южной лесостепи Омской области. Почва опытного участка чернозёмно-луговая, средне- и тяжелосуглинистая. Севооборот: пар чистый – яровая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень, предшественник – вторая пшеница. Опыт полевой двухфакторный, площадь делянок – 50 и 25 м², повторность – трёхкратная. Цель работы – оценка влияния азотного основного удобрения и в виде подкормок в сочетании с фунгицидной и гербицидной обработкой на урожайность зерна яровой пшеницы. Выявлено положительное влияние фактора азотного удобрения N₃₅ на урожайность зерна яровой пшеницы по непаровому предшественнику. В 2018 году рост урожайности составил 0,43, а в 2019 – 0,74 т/га, или соответственно 25,1 и 39,2% к уровню контролей. От смеси гербицидов и карбамида, 5 кг/га отмечена лишь тенденция к росту урожайности в сравнении с гербицидным контролем. Дополнительная подкормка 5 и 10 кг/га карбамида в фазу колошения культуры повышала урожайность на 0,32 и 0,42 (2018 г.) и 0,45 и 0,47 т/га (2019 г.). Лучшие результаты получены от системы «Гербициды + карбамид (кущение) + фунгицид (колошение)», средний рост урожайности составил 0,60 (2018 г.) и 1,83 т/га (2019 г.).

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, азотные удобрения, баковые смеси, гербициды, фунгицид.

Для цитирования: Ледовский Е. Н., Доронин В. Г. Влияние азотных удобрений и их баковых смесей с гербицидами и фунгицидом на урожайность яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 82–86. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-82-86.

THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZERS AND THEIR TANK MIXTURES
WITH HERBICIDES AND FUNGICIDES ON SPRING WHEAT PRODUCTIVITY

E. N. Ledovsky, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant protection, ORCID ID: 0000-0002-9948-6105

V. G. Doronin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant protection, ORCID ID: 0000-0003-2288-1913

Omsk ARC,

644012, Omsk, Akademik Korolev Av., 26; e-mail: 55asc@bk.ru

The study was carried out in 2018 and 2019 in the southern forest-steppe area of the Omsk region. The soil of the experimental plot was chernozem-meadow, medium and heavy loamy. The crop rotation was as follows: 'black' fallow – spring wheat – spring wheat – spring wheat – barley, the forecrop was second wheat. It was a two-factor field trial, the area of the plots was 50 and 25 m², with three-fold sequence. The purpose of the current work was to estimate the effect of nitrogen fertilizer as a basic one and in the form of top dressing combined with fungicidal and herbicidal treatment on the productivity of spring wheat grain. There was identified a positive effect of the factor of nitrogen fertilization N₃₅ on the productivity of spring wheat grain when sown in 'black' fallow. In 2018 there was productivity increase on 0.43, and in 2019 it was 0.74 t/ha, or 25.1 and 39.2%, respectively, according to the control. The utilization of the mixture of herbicides and carbamide (5 kg/ha) had only a tendency to productivity increase in comparison with herbicide control. The additional top dressing of 5 and 10 kg/ha of carbamide in 'head formation period' increased productivity by 0.32 and 0.42 (in 2018) and 0.45 and 0.47 t/ha (in 2019). The best results were obtained from the combination 'herbicides + carbamide (tillering) + fungicide (head formation)', the average productivity increase was 0.60 (in 2018) and 1.83 t/ha (in 2019).

Keywords: spring wheat, productivity, nitrogen fertilizers, tank mixtures, herbicides, fungicide.

Введение. Из факторов, оказывающих влияние на физиолого-биохимические процессы в растениях, а следовательно, на величину и качество урожая, большое значение принадлежит минеральному питанию, в том числе правильный выбор доз, сроков и способов внесения минеральных удобрений (Гамзиков, 1981; Ермохин и Синдирева, 2011).

Наряду с основным и припосевным удобрением повышается роль листовых подкормок, то есть доставки легкорастворимых минеральных макро- и микроэлементов, а также других необходимых веществ через поверхность листьев, стеблей к корням и другим органам растения. Назначение подкормки – усилить питание растений в определенные периоды их

роста и развития. Некорневая подкормка является приемом, дополняющим или улучшающим действие основного внесения удобрений. Сочетание этих приемов позволяет обеспечить оптимальное питание растений в процессе всей вегетации и эффективно вносить необходимые вещества (Аристархов, 2000; Дорофеев, 1985; Пашкова и др., 1998; Гаитов и Контюкова, 2010; Дмитриченко, 2008).

В последние годы в регионе значительно увеличились потери от листостеблевых болезней, особенно бурой листовой и линейной ржавчин, поэтому среди факторов химизации резко возросла роль защиты от грибных инфекций с помощью фунгицидов (Чулкина и др., 1987; Миронова, 1992; Доронин и др., 2016).

По-прежнему актуальна проблема высокой засорённости посевов – практически все зерновые культуры в Омской области обрабатывают гербицидами (Доронин и Ледовский, 2019).

В последние годы производственники региона начинают применять баковые смеси карбамида, обычно 5–10 кг/га, с гербицидами и фунгицидами. Нормы расхода рабочей жидкости в производственных условиях варьируют от 50 до 100 л/га, распылители щелевые. Однако какой-либо опытной оценки эффективности этих приёмов в регионе нет. В связи с этим была поставлена цель – оценить влияние основного (припосевного) азотного удобрения и подкормок в сочетании с фунгицидной и гербицидной обработкой на урожайность зерна яровой пшеницы.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на опытных полях Омского Аграрного Научного Центра в посевах яровой пшеницы сорта Омская 36 среднераннего экотипа. Севооборот: пар чистый – яровая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Предшественник – вторая пшеница после пара. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 6–7%. Основная обработка почвы плоскорезная на глубину 10–12 см. Агротехника возделывания пшеницы зональная. Исследования вели в двухфакторном опыте методом расщеплённых делянок, размещение вариантов – систематическое, повторность – 3-х кратная. Площадь делянки по фактору А – 50, фактору В – 25 м². Фактор А – варианты с некорневой подкормкой во время вегетации культуры, в баковых смесях с гербицидами и фунгицидом, фактор В – основное минеральное удобрение N₃₅ (аммиачная селитра). Используемые гербициды – баковая смесь «Примадонна – 0,5 + Пума Супер 100 – 0,7 л/га + Гранат – 0,015 кг/га». Смесь в предварительных исследованиях показала высокую эффективность и отсутствие негативного влияния на культуру. Гербициды применяли на всех вариантах опыта. Фунгицид Рекс Плюс – 0,9 л/га. Аммиачную селитру вносили под предпосевную культивацию. Обработку препаратами по вегетации проводили ранцевыми опрыскивателями «PJ-18», распылители

щелевые Tejet. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Методики учётов и наблюдений – общепринятые в таких исследованиях. Учёт урожайности зерна – однофазная уборка комбайном «Сампо-130». Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1987) с использованием прикладных программ.

Результаты и их обсуждение. Основные сорняки: ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* L.), сорное просо (*Panicum miliaceum ruderalis*), щетинник сизый (*Setaria glauca* L.), горец развесистый (*Polygonum tomentosum* Schrank.), пикульник ладанниковый (*Galeopsis ladanum* L.), липучка оттопыренная (*Lappula squarrosa* Dumort.), корнеотпрысковые – осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) и др. Засорённость посева была значительно выше ЭПВ (экономический порог вредоносности).

В годы исследований из листостеблевых инфекций преобладали бурая листовая (*Puccinia triticina* Eriks.) и стеблевая или линейная (*Puccinia graminis* Rers.) ржавчины с уровнем развития до 70%, а в 2019 году отмечено и значительное развитие мучнистой росы (*Erysiphe graminis* DC.) – 18,3%.

Условия в 2018 году были характерны холодной погодой с большим количеством осадков в мае, а также продолжительными «сухими» периодами в первых двух декадах июня и июля. 2019 год отличался прохладной погодой с повышенным количеством осадков в июне и теплой с дефицитом влаги во второй половине июля и отчасти в августе. В целом условия были благоприятными для массового развития листостеблевых болезней.

Обеспеченность нитратным азотом в 2018 году перед посевом культуры была низкой – 5,0–5,4 мг/кг почвы в слое 0–40 см. Прибавка урожайности от баковой смеси «гербициды + карбамид» в фазу кущения культуры без основного внесения удобрений недостоверна, но значима на фоне с N₃₅ (0,35 т/га) (таблица). Здесь следует отметить более высокую засорённость посева на удобренных делянках. В среднем по фактору А существенный рост урожайности – 0,32 т/га получен по варианту 3, дополненном листовой подкормкой в колошение (5 кг).

При дозе карбамида 10 кг/га (вариант 4) прибавка достигла 0,42 т/га. По варианту 5, отличающемуся от второго фунгицидной обработкой в фазу колошения, рост урожайности к контролю достиг 0,6, в том числе за счёт фунгицида – 0,43 т/га. Развитие мучнистой росы на контролях составляло 20–27, а ржавчин – 40–45%. Система химизации, включающая гербицидную обработку с последующим применением в фазу колошения смеси фунгицида с карбамидом, 5 кг (вариант 6) обеспечила прибавку 0,66 т/га. Аналогичная (вариант 7), но с дозой удобрения 10 кг повышала урожайность к контролю на 0,70 т/га. Наибольшая урожайность по фактору А – 2,20 т/га была по варианту 8, с герби-

цидной и фунгицидной обработками в смесях с карбамидом по 5 кг/га, на удобренном фоне 2,41, а неудобренном – 2,0 т/га. Баковые смеси

карбамида с фунгицидом не обеспечили роста урожайности в сравнении с фунгицидом в «чистом» виде (вариант 5).

Влияние факторов химизации на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Омская 36 (т/га)
The effect of chemicals on the grain productivity of the spring wheat variety 'Omskaya 36' (t/ha)

Защита + подкормки (фактор А)	Основное удобрение, (фактор В)		Средние по фактору А
	N ₀	N ₃₅	
2018 год			(НСП ₀₅ = 0,30)
1. Гербициды (кущение, контроль)	1,39	1,49	1,44
2. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение)	1,39	1,84	1,61
3. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + карбамид, 5 кг (колошение)	1,55	1,97	1,76
4. Гербициды + карбамид 5 кг (кущение) + карбамид, 10 кг (колошение)	1,61	2,10	1,86
5. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид (колошение)	1,82	2,27	2,04
6. Гербициды (кущение) + фунгицид + карбамид, 5 кг (колошение)	1,65	2,21	2,10
7. Гербициды (кущение) + фунгицид + карбамид, 10 кг (колошение)	1,96	2,33	2,14
8. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид + карбамид, 5 кг (колошение)	2,0	2,41	2,20
9. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид + карбамид, 10 кг (колошение)	2,01	2,32	2,16
Средние по фактору В (НСП ₀₅ = 0,12)	1,71	2,14	1,92
2019 год			(НСП ₀₅ = 0,34)
1. Гербициды (кущение, контроль)	1,21	1,29	1,25
2. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение)	1,35	1,76	1,56
3. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + карбамид, 5 кг (колошение)	1,70	1,69	1,70
4. Гербициды + карбамид 5 кг (кущение) + карбамид, 10 кг (колошение)	1,69	1,76	1,72
5. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид (колошение)	2,53	3,64	3,08
6. Гербициды + фунгицид + карбамид, 5 кг (колошение)	2,24	3,35	2,80
7. Гербициды + фунгицид + карбамид, 10 кг (колошение)	2,17	3,24	2,70
8. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид + карбамид, 5 кг (колошение)	1,97	3,42	2,69
9. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид + карбамид, 10 кг (колошение)	2,18	3,55	2,86
Средние по фактору В (НСП ₀₅ = 0,16)	1,89	2,63	2,26

Примечание: дозы карбамида приведены в физическом весе.

В результате внесения аммиачной селитры по фактору В получен существенный рост урожайности зерна – 0,43 т/га. Наибольшая прибавка была по варианту 6 «гербициды + фунгицид + карбамид, 5 кг в колошение» – 0,56 т/га.

Уровень обеспеченности нитратами перед посевом в 2019 году тоже был низким – 5,0–5,3 мг/кг почвы, а эффективность применения аммиачной селитры была выше. Рост урожайности зерна по фактору В составил 0,74 т/га, или 39,2% к уровню N₀. В целом по фактору А при обработке карбамидом в смеси с гербицидами (вариант 2) отмечена тенденция роста урожайности (0,31), при этом на удобренном фоне прибавка значима – 0,47 т/га. Как и в предыдущем году существенный рост был по вариантам 3 и 4 «гербициды + карбамид 5 кг (кущение) + листовая подкормка карбамидом 5 и 10 кг/га в колошение», соответственно 0,45

и 0,47 т/га. Здесь увеличение дозы удобрения в два раза практически не принесло роста урожайности зерна. Максимальная урожайность получена по варианту 5 «гербициды + карбамид (кущение) + фунгицид (колошение)» – 3,08 т/га. Прибавка к контролю достигла 1,83, в том числе за счёт фунгицида 1,52 т/га (в сравнении с вариантом 2). Уровень развития ржавчин на контролях составил 60–65, мучнистой росы 17–18%. На делянках с N₃₅ средняя урожайность была 3,64 (+2,35), а на неудобренных – 2,53 или + 1,32 т/га к уровню соответствующих контролей. По вариантам 6–9 с добавлением в баковую смесь к фунгициду карбамида отмечены или тенденция, или даже достоверное снижение урожайности в сравнении с вариантом 5. Вероятно, здесь проявилось фитотоксическое влияние смесей, хотя заметных повреждений культуры и снижения эффективности

фунгицида не выявлено. Возможно, при раздельном применении фунгицида и карбамида результат был другим, т.к. агротребования к технологиям некорневой подкормки и фунгицидной обработки существенно различаются. В условиях 2019 года наименьшую рентабельность в опыте без внесения аммиачной селитры имел контрольный вариант – 14,8%, себестоимость пшеницы высокая – 9579 руб./т. Лучшие экономические показатели на обоих фонах N_0 и N_{35} были на варианте 5, соответственно, прибыль – 15687 и 26297 руб./га, рентабельность – 129,2 и 191,3%, себестоимость 4800 и 3775 руб./т.

Выводы. Выявлено положительное влияние фактора азотного удобрения N_{35} на урожайность зерна яровой пшеницы по непаровому предшественнику. В 2018 году рост урожайности составил 0,43, а в 2019 – 0,74 т/га, или соответственно 25,1 и 39,2% к уровню контролей. Определена эффективность фактора листовой

подкормки карбамидом в баковых смесях с гербицидами и фунгицидами. От смеси гербицидов и карбамида 5 кг/га, отмечена лишь тенденция к росту урожайности в сравнении с только гербицидами (контроль). Дополнительно проведенная подкормка 5 и 10 кг/га карбамида в колосение культуры повышала урожайность на 0,32 и 0,42 (2018 г.) и 0,45 и 0,47 т/га (2019 г.). Наиболее оптимальные результаты получены от системы химизации «гербициды + карбамид (кущение) + фунгицид (колосение)», где рост урожайности составил 0,60 (2018 г.) и 1,83 т/га (2019 г.), здесь на фоне с N_{35} средняя урожайность в 2019 году была 3,64 (+2,35), а на неудобренном 2,53, или + 1,32 т/га к уровню контролей. Лучшие экономические показатели на обоих фонах N_0 и N_{35} были на варианте 5, соответственно, прибыль – 15687 и 26297 руб./га, рентабельность – 129,2 и 191,3%, себестоимость 4800 и 3775 руб./т.

Библиографические ссылки

1. Аристархов А. Н. Оптимизация питания растений от применения удобрений в агроэкосистемах. М.: ЦИНАО, 2000. 524 с.
2. Гаитов Г. А., Конюкова Е. А. Влияние некорневой подкормки на урожайность и качество зерна пшеницы // Достижения науки и техники в АПК. 2010. № 1. С. 32–33.
3. Гамзиков Г. П. Азот в земледелии Западной Сибири. М.: Наука, 1981. 267 с.
4. Дорофеев В. Ф. У истоков высоких урожаев. М.: Лениздат, 1985. 54 с.
5. Дмитриченко А. И. Экологизация возделывания яровой пшеницы в условиях центральной лесостепи Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2008. № 4. С. 63–64.
6. Доронин В. Г., Ледовский Е. Н., Кривошеева С. В. Эффективность препаратов при защите яровой мягкой пшеницы от листостеблевых болезней в южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2016. № 6. С. 43–46.
7. Доронин В. Г., Ледовский Е. Н. Обзор распространения сорняков на полях Омской области и основные меры борьбы с ними в 2019 году. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур Омской области в 2018 году и прогноз развития вредных объектов в 2019 году // Российский сельскохозяйственный центр по Омской обл. Омск, 2019. С. 147–155.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
9. Ермохин Ю. И., Синдирева А. В. Взаимосвязи в питании растений: монография. Омск: Вариант, 2011. 208 с.
10. Миронова Г. В. Химическая защита яровой пшеницы от болезней // Интенсификация производства зерна в Западной Сибири: сб. науч. трудов. РАСХН. Сиб. отделение. Новосибирск, 1992. С. 18–25.
11. Пашкова Г. И., Грязина Ф. И., Чендемерова Г. И. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при дробном внесении азотных удобрений // Зерновые культуры. 1998. № 5. С. 18–19.
12. Чулкина В. А., Коняева Н. М., Кузнецова Т. Т. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири. М.: Россельхозиздат, 1987. 253 с.

References

1. Aristarhov A. N. Optimizaciya pitaniya rastenij ot primeneniya udobrenij v agroekosistemah [Optimization of plant nutrition from the use of fertilizers in agroecosystems]. M.: CINAО, 2000. 524 s.
2. Gaitov G. A., Kontyukova E. A. Vliyanie nekornevoj podkormki na urozhajnost' i kachestvo zerna pshenicy [The effect of foliar feeding on the productivity and quality of wheat grain] // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. 2010. № 1. S. 32–33.
3. Gamzikov G. P. Azot v zemledelii Zapadnoj Sibiri [Nitrogen in agriculture of the Western Siberia]. M.: Nauka, 1981. 267 s.
4. Dorofeev V. F. U istokov vysokih urozhayev [At the origins of large yields]. M.: Lenizdat, 1985. 54 s.
5. Dmitrichenko A. I. Ekologizaciya vzdelyvaniya yarovoj pshenicy v usloviyah central'noj lesostepi Zaural'ya [Ecologization of spring wheat cultivation in the central forest-steppe of the Trans-Urals] // Agrarnyj vestnik Urala. 2008. № 4. S. 63–64.
6. Doronin V. G., Ledovskij E. N., Krivosheeva S. V. Effektivnost' preparatov pri zashchite yarovoj myagkoj pshenicy ot listosteblevykh boleznej v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [The efficiency of preparations in the protection of spring bread wheat against leaf-stem diseases in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Zemledelie. 2016. № 6. S. 43–46.
7. Doronin V. G., Ledovskij E. N. Obzor rasprostraneniya sornyakov na polyah Omskoj oblasti i osnovnye mery bor'by s nimi v 2019 godu. Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skoxozyajstvennykh kul'tur Omskoj oblasti v 2018 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ektov v 2019 godu [Review of weeds spread on the fields of the Omsk region and the main measures to combat them in 2019. Review of the

phytosanitary state of agricultural crops in the Omsk region in 2018 and the forecast of the development of harmful objects in 2019] // Rossijskij sel'skohozyajstvennyj centr po Omskoj obl. Omsk, 2019. S. 147–155.

8. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Kolos, 1979. 416 s.

9. Ermohin Yu. I., Sindireva A. V. Vzaimosvyazi v pitanii rastenij [Interconnections in plant nutrition]: monografiya. Omsk: Variant, 2011. 208 s.

10. Mironova G. V. Himicheskaya zashchita yarovoj pshenicy ot boleznej [Chemical protection of spring wheat against diseases] // Intensifikaciya proizvodstva zerna v Zapadnoj Sibiri: sb. nauch. trudov. RASKHN. Sib. otdelenie. Novosibirsk, 1992. S. 18–25.

11. Pashkova G. I., Gryazina F. I., CHendemerova G. I. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy pri drobnom vnesenii azotnyh udobrenij [Grain productivity and quality with fractional application of nitrogen fertilizers] // Zernovye kul'tury. 1998. № 5. S. 18–19.

12. CHulkina V. A., Konyaeva N. M., Kuznecova T. T. Bor'ba s boleznyami sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Sibiri [Fight against diseases of agricultural crops in Siberia]. M.: Rossel'hozizdat, 1987. 253 s.

Поступила: 26.04.20; принята к публикации: 29.07.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад: Ледовский Е. Н., Доронин В. Г. – концептуализация исследования; Ледовский Е. Н. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных; Доронин В. Г. – анализ данных и их интерпретация; Ледовский Е. Н., Доронин В. Г. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.