

ГРНТИ 68.33.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_2_39

П. Е. Назарова^{1*}, Я. П. Наздрачев¹, Е. В. Мамыкин¹**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА УРОЖАЙ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ**¹ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени

А.И. Бараева», 021601, Акмолинская область, Шортандинский район,

п. Шортанды -1, ул. Бараева, 1, Казахстан, *e-mail: nazarova_perizat@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты по изучению влияния различных доз азотнокислого аммония на урожай и содержание белка в зерне яровой тритикале. Многочисленными исследованиями по всему миру установлено, что азот является ключевым фактором, оказывающим влияние на продуктивность зерновых культур. В работе представлены результаты 5-го исследования (2018-2022 гг.), возделывания яровой тритикале по паровому и стерневому предшественникам. Азотное удобрение вносили при посеве в рядки в дозе от 20 до 80 кг/га в действующем веществе. Опыты проводились в Акмолинской области (ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева») на черноземе южном карбонатном. За пять лет исследований только 2018 г. характеризовался оптимальными гидротермическими условиями в период вегетации тритикале, остальные четыре года (2019-2022 гг.) были засушливыми. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом тритикале по пару составили – 119-138 мм, по стерне – 119-125 мм. Содержание N-NO₃ в слое почвы 0-40 см перед посевом тритикале по годам исследований было различным, так по пару оно изменялось от 11 до 28 мг/кг, а по стерне от 10 до 17 мг/кг почвы. Количество P₂O₅ перед посевом (в слое почвы 0-20 см) независимо от предшественника варьировало в пределах 24-37 мг/кг почвы. Достоверного влияния различных доз аммиачной селитры на урожай зерна и содержание белка в зерне тритикале по двум изучаемым предшественникам установить не удалось. Сильная корреляционная связь дозы азотного удобрения с урожайностью тритикале по паровому предшественнику установлена только в 2020 году ($r = 0,85$) и в 2021 году ($r = 0,83$). По стерневому предшественнику сильная положительная корреляция между дозами азота и урожаем была отмечена в 2019 году ($r = 0,78$), 2021 г. ($r = 0,79$) и 2022 г. ($r = 0,87$). Корреляционная связь между содержанием белка в зерне тритикале и дозами азота была установлена по паровому предшественнику в 2-х из 4-х лет ($r = 0,86...0,96$). По стерневому предшественнику сильная положительная связь отмечалась во все годы исследований ($r = 0,83...0,99$).

Ключевые слова: азотное удобрение; аммиачная селитра; белок; почва; пар; стерня; яровая тритикале.

ВВЕДЕНИЕ

Для наращивания производства продуктов питания актуальным является использование в производстве новых культур с высокой потенциальной урожайностью. По нашему мнению, такой новой культурой может являться яровая тритикале, возделывание которой в настоящее время становится популярным во всем мире. Данную культуру можно возделывать не только в продовольственных целях, но и на кормо-

вые цели для животноводства, птицеводства и рыбоводства [1].

Одним из наиболее важных элементов питания влияющим на рост и развитие растений, урожайность и качество получаемой продукции - является азот [2]. Промышленные азотные удобрения внесли огромный вклад в повышение урожайности сельскохозяйственных культур, что способствовало сокращению бедности и голода во всем мире [3]. С 1961 по 2014 год произ-

водство зерна в мире увеличилось в 3,2 раза, а объём использования азотных удобрений увеличилось в 9 раз. Азотное питание влияет не только на урожайность, но и на химический состав зерна многих сельскохозяйственных культур, в том числе и злаковых [4-6].

Многими исследователями отмечено положительное влияние различных минеральных удобрений на урожай зерна тритикале, где важная роль принадлежит именно азотным удобрениям [7-12]. Например, в исследованиях, проведенных в Польше, с сортом яровой тритикале Milewo было установлено, что наибольший выход урожая зерна получен при внесении азотных удобрений из расчета 120 кг/га – 7,33 т/га. Уменьшение вносимой дозы азота до 80 кг/га снижало урожайность тритикале до 6,05 т/га [12]. На дерново-подзолистых почвах (Российская Федерация) внесение высоких доз азота способствовало увеличению сбора зерна тритикале. Так, в засушливом 2014 году, в неудобренном варианте была получена урожайность тритикале 3,17 т/га, а внесение азотного удобрения дозой N150 повышало продуктивность до 3,93 т/га. При более благоприятных погодных условиях (2015 год), различия в урожайности тритикале между неудобренным (N0) и удобренным (N150) увеличивались, составив в первом случае 5,49 т/га, а во втором - 8,05 т/га [8].

Согласно литературным источникам в зерне тритикале может накапливаться до 14-18% белка [13, 14]. Белок зерна тритикале богат незаменимыми аминокислотами, такими как лизин, треонин и лейцин, а поскольку незаменимые аминокислоты не могут синтезироваться организмом человека, и в организм они должны поступать извне с продуктами питания. Исследования, проведенные на дерново-подзолистой почве, показали, что внесение азотного удобрения способствует увеличению содержания белка в зерне тритикале.

Так, в варианте, где удобрения не вносились содержание белка в зерне, составляло – 11%, внесение азота в дозах N120 и N150 достоверно повысило содержание белка в зерне до 13,1 и 13,2% [15]. Kumar et al. [16] пришли к выводу, что увеличение содержания белка в зерне при усиленном азотном питании связано с тем, что азот входит в состав разных аминокислот, образующих разные типы белка.

Гипотеза данного научного исследования в том, что интенсификация азотного питания посевов яровой тритикале приведет к увеличению урожая зерна и содержанию белка в нем.

Цель статьи – изучить действие различных доз аммиачной селитры на продуктивность и концентрацию белка в зерне яровой тритикале.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые и камеральные исследования проводились в течение пяти лет (с 2018 г. по 2022 г.) на чернозёмах южных в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» (N51° 36'44,47"; E71°02'40,27"). Почва опытного участка представлена черноземом южным карбонатным малогумусным и тяжелым гранулометрическим составом. Содержание гумуса в пахотном слое почвы (0-20 см) около 3,4%, валового азота и фосфора – 0,22 и 0,12, карбонатов – около 5%. Данный пахотный горизонт характеризуется слабощелочной реакцией водной вытяжки (pH=7,3).

В качестве объекта исследования использовался сорт яровой тритикале «Россика», которую возделывали по паровому и стерневому предшественникам, в трёхпольном севообороте (пар – тритикале – тритикале). Опыт заложен в четырехкратной повторности и развернут во времени и в пространстве. Площадь деланки составляет 129 м² (ширина – 4,3 м, длина – 30 м), учетная площадь – 100 м². Агротехника в опыте рекомендованная для зоны проведения исследований (срок сева 15 мая, глубина заделки семян 6-8 см, норма высева –

2,2 млн всхожих семян на 1 га). Подготовка парового предшественника и обработка стерневого проводились согласно требованиям традиционного почвозащитного земледелия [17, 18].

В период от посева до уборки яровой тритикале использовали пестициды различных групп – семена протравливали инсекто-фунгицидным протравителем – Юнта 1,75 л на тонну семян. В фазу кущения тритикале применяли баковую смесь гербицидов против двудольных многолетних и однолетних сорняков «Эстет» (600 г/л), 0,6 л/га + «Галлантный» (750 г/кг), 0,02 кг/га + Тренд 90 (ПАВ), 0,15 л/га. В фазу трубкования тритикале против однодольных сорняков использовали гербицид «Пума супер 100», 0,6 л/га. В фазу выхода в трубку-колошения использовали баковую смесь «Энжио 247», 0,12 л/га + «Рекс Дуо 49,7», 0,3 л/га - для контроля численности вредителей и снижения развития и распространения листовостебельных болезней.

Перед посевом яровой тритикале в почве определяли содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см (ионометрическим методом) и подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см (по методу Мачигина). По паровому пред-

шественнику количество азота нитратов в почве в 2018 году оценивалось как повышенное, а в 2019-2021 годах – как очень высокое (таблица 1). По стерневому фону в 2019 году содержание N-NO₃ оценивалось как среднее, в 2020 и 2021 годах как высокое, а в 2022 году – как очень высокое [19]. Содержание P₂O₅ в почве перед посевом тритикале изменялось по годам исследований по двум изучаемым предшественникам от средней до повышенной обеспеченности.

Принимая во внимание, что почвы Северного Казахстана высоко обеспечены обменным калием, и его концентрация в почве не лимитирует урожайность сельскохозяйственных культур, то исследований с калийными удобрениями не проводилось [20].

Количество продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом определяли гравиметрическим методом по Н.М. Бакаеву [21]. Содержание почвенной влаги в метровом слое по двум изучаемым предшественникам (пар и стерня) были на одном уровне. Так, по пару запасы влаги оценивались как удовлетворительные (118,6 мм) и хорошие (134,4-137,8 мм), по стерне – как удовлетворительные (118,6-125,0 мм) [21].

Таблица 1 – Исходная обеспеченность изучаемых предшественников продуктивной влагой (слой почвы 0-100 см, в мм), азотом нитратов (слой почвы 0-40 см, в мг/кг почвы) и подвижным фосфором (слой почвы 0-20 см, в мг/кг почвы) перед посевом яровой тритикале

Год исследования	Паровой предшественник			Стерневой предшественник		
	продуктивная влага	N-NO ₃	P ₂ O ₅	продуктивная влага	N-NO ₃	P ₂ O ₅
2018	134,4	11 ± 1,2	35 ± 2,6	-	-	-
2019	137,8	24 ± 2,1	31 ± 2,0	125,0	10 ± 1,0	32 ± 2,1
2020	118,1	28 ± 2,3	34 ± 2,1	122,5	17 ± 1,5	28 ± 2,0
2021	118,6	23 ± 2,1	37 ± 2,0	118,6	16 ± 1,2	24 ± 1,9
2022	-	-	-	122,0	17 ± 1,7	25 ± 1,3

Определение урожая проводили поделяночно при помощи селекционного комбайна Wintersteiger Delta с последующим пересчётом на стандартную влажность (14%) и 100% чистоту.

Содержание белка в зерне определяли по Кьельдалю [22].

Аммофос (10-46-00) в физическом весе 87 кг вносили в запас в паровое поле по всему участку, создавая фон для изучения эффективности аммиачной селитры. Аммофос ($P_{40}N_9$) вносили на глубину 12-14 см согласно рекомендациям [23]. Аммиачную селитру (34-00-00) применяли при посеве в рядки вместе с семенами в различных дозах. Варианты опыта были следующие: 1. Контроль; 2. N20; 3. N40; 4. N60; 5. N80.

Погодные условия в период вегетации (июнь-август) яровой тритикале с 2018 по 2022 годы характеризовались значительной изменчивостью по температурному режиму, а атмосферные осадки - различным количеством и неравномерностью их выпадения по месяцам.

В 2018 году за три месяца вегетации (с июня по август) среднесуточная температура была на $1,1^{\circ}\text{C}$ ниже среднемноголетних значений ($17,4^{\circ}\text{C}$), с минимальными отмеченными показателями в июне и августе – $16,9$ и $15,3^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1). В 2019 году температура воздуха за вегетацию была близка к норме в $18,1^{\circ}\text{C}$, июнь был прохладнее на $4,2^{\circ}\text{C}$, а июль и август превышали среднемесячный показатель на $2,1$ и $0,8^{\circ}\text{C}$. В 2020 году температурный режим вегетационного периода был на $0,8$ градуса меньше нормы ($17,7^{\circ}\text{C}$). Прохладными температурами отличались июнь и июль (ниже нормы на $2,5$ и $1,3^{\circ}\text{C}$), а самым жарким был август месяц (выше нормы на $2,3^{\circ}\text{C}$). Развитие яровой тритикале в 2021 году проходило в условиях повышенного температурного фона все три месяца её вегетации. Среднесуточная температура воздуха в июне и июле 2022 года была выше нормы на $1,9^{\circ}\text{C}$ и $1,2^{\circ}\text{C}$, в августе - на уровне среднемноголетнего показателя.

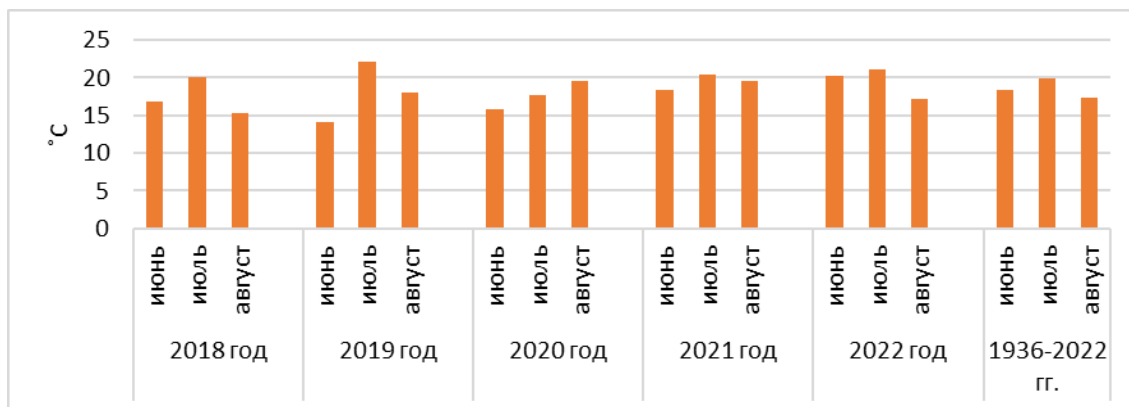


Рисунок 1 – Средняя температура в годы исследований в сравнении со среднемноголетней нормой (1936-2022 гг.), (метеорологический пост п. Шортанды).

Сумма выпавших атмосферных осадков за июнь-август в 2018 году была в 1,5 раза выше среднемноголетней нормы (134,7 мм), максимум отмечен в июне (69,3 мм) и августе (85,5 мм) (рисунок 2). В 2019 году дожди на

уровне среднемноголетних показателей выпали только в июне (40,5 мм), а в последующие два месяца их количество было в 1,5 и 3,7 раза меньше нормы. В 2020 году количество осадков за весь период вегетации было на 10% ниже

среднегодовым значениям, максимум которых пришелся на июнь. В 2021 году, так же, как и в предыдущем, наблюдалась нехватка атмосферных осадков в сравнении с многолетней нормой, недобор в июне составил 21,2 мм, в

июле - 25,1 и в августе - 2,0 мм. Недобор атмосферных осадков за вегетационный период был отмечен в 2022 году, составив в июне - 17,3 мм, в июле - 4,1 мм и в августе - 14,6 мм.

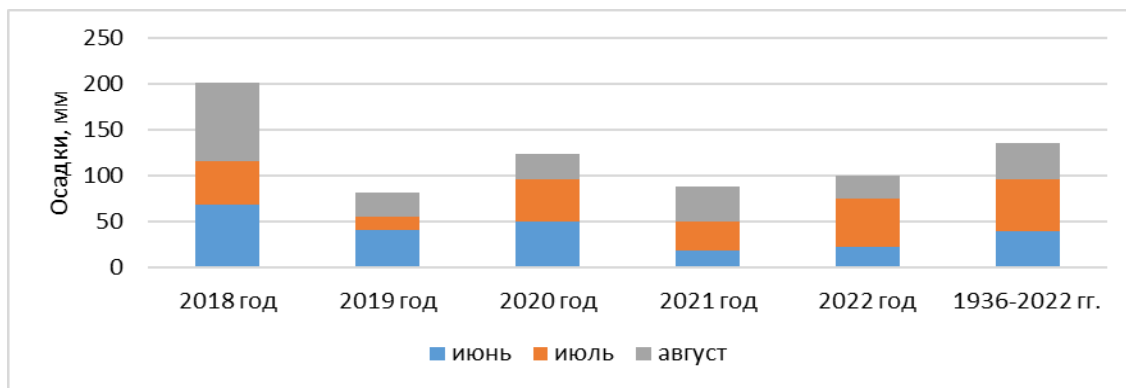


Рисунок 2 – Количество выпавших осадков в годы исследований в сравнении со среднегодовым значением (1936-2022 гг.), (метеорологический пост п. Шортанды)

Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа с применением специализированной программы для персонального компьютера «Snedecor» [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Продуктивность яровой тритикале возделываемой по паровому предшественнику в различные годы проведения исследований изменялась в широких пределах, к примеру, в контрольном варианте от 29,6 ц/га до 15,2 ц/га (рисунок 3). В предыдущих работах нами было установлено, что столь широкий размах в урожайности яровой тритикале обусловлен в первую очередь гидротермическими условиями в период её роста и развития [25, 26]. Максимальная урожайность тритикале в контроле была получена в 2018 году – 29,6 ц/га. В последующие годы, в результате ухудшения гидротермических условий вегетационного периода урожайность тритикале начинала снижаться. Так, в 2019 г. в контроле она уменьшилась на 10%, в 2020 г. – на 40%,

а в 2021 г. – 49%. Не зависимо от года исследования внесение различных доз аммиачной селитры достоверного влияния на урожайность тритикале возделываемой по пару не оказывало.

Продуктивность тритикале возделываемой по стерновому предшественнику также широко варьировала по годам исследований в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Максимальная урожайность в контрольном варианте была получена в 2019 г. – 22,6 ц/га, в последующие годы она снижалась. Так, по отношению к 2019 году она снизилась в 2020 году на 36%, а в 2021 г. и 2022 г. на 24 и 15% соответственно (рисунок 4). Внесение аммиачной селитры оказывало достоверное влияние на урожайность тритикале только в 2020 году, в варианте с внесением аммиачной селитры в дозе N20. Данная доза азота позволила получить прибавку зерна в 4,8 ц/га в сравнении с контролем (14,5 ц/га), дальнейшее увеличение дозы азота до 40-80 кг/га не имело достоверного преимущества в сравнении с N20.

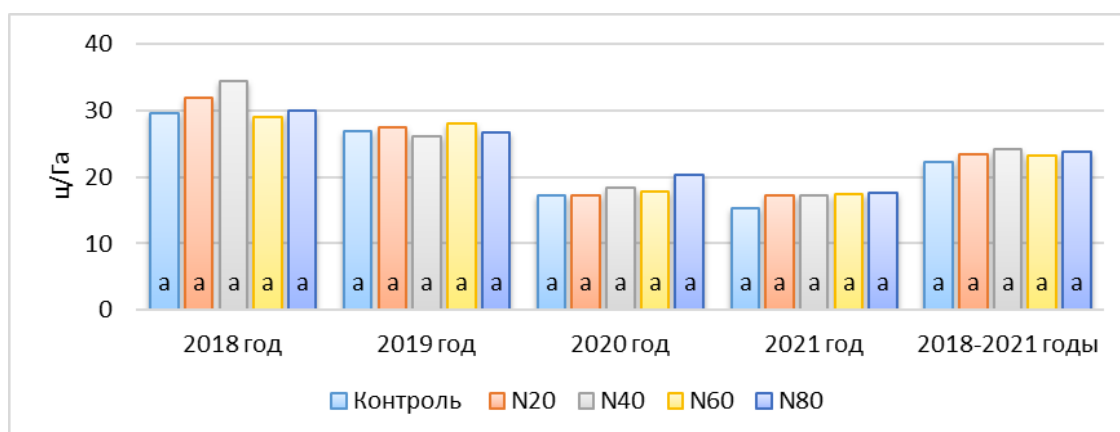


Рисунок 3 – Урожай зерна тритикале по паровому предшественнику, ц/га (значения в пределах одного года, за которым следует одна и та же буква, существенно не различаются между собой, НСР=0,05)

Анализ урожайных данных за 2018-2022 гг. показал отсутствие достоверного влияния аммиачной селитры на продуктивность яровой тритикале возделываемой как по пару, так и по стерне.

В исследованиях, проведенных в Хорватии, было установлено, что для получения максимально высокого уро-

жая зерна тритикале наиболее оптимально внесение азотного удобрения в дозе N120 [7]. В условиях Польши, при возделывании тритикале так же наиболее оптимальным было внесение азота дозой N120 [10]. В этих же условиях через пять лет удалось получить более высокий урожай зерна тритикале при увеличении дозы азота до N150 [27].

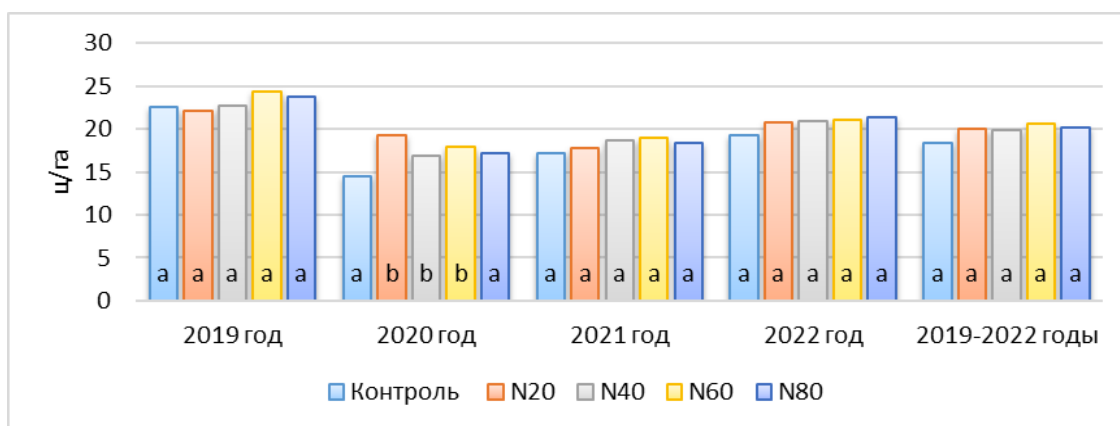


Рисунок 4 – Урожай зерна тритикале по стерневому предшественнику, ц/га (значения в пределах одного года, за которым следует одна и та же буква, существенно не различаются между собой, НСР=0,05)

В исследованиях, проведенных в Хорватии, было установлено, что для получения максимально высокого урожая зерна тритикале наиболее оптимально внесение азотного удобрения в

дозе N120 [7]. В условиях Польши, при возделывании тритикале так же наиболее оптимальным было внесение азота дозой N120 [10]. В этих же условиях через пять лет удалось получить более

высокий урожай зерна тритикале при увеличении дозы азота до N150 [27].

В нашем исследовании внесение аммиачной селитры, как по пару, так и по стерне не увеличивало урожайность тритикале, как в выше приведенных исследованиях. Сложившаяся ситуация может объясняться засушливыми гидротермическими условиями вегетационного периода, а также высоким содержанием минерального азота в почве перед посевом (10-28 мг/кг почвы). Ранее авторами было установлено, что в условиях региона данного количества азота достаточно для формирования высокой урожайности яровой пшеницы, без внесения дополнительного количества азота [28, 29]. Близкие результаты были получены в южной Австралии, в засушливых условиях на Северо-Западе Америки и в Сибири, где рекомендовано при посеве вносить небольшие дозы азота – N 15-35 кг/га [30-32]. Поэтому в условиях Северного Казахстана при высокой обеспеченности почвы азотом и жестких гидротермических условиях в период вегетации тритикале дополнительное применение азотных удобрений в посевах тритикале нецелесообразно.

Содержание белка в зерне тритикале по паровому предшественнику на контрольном варианте по годам исследования изменялось в пределах – 13,44-15,36% (рисунок 5). В засушливые годы была отмечена тенденция в увеличении с содержания белка в зерне тритикале.

В 2018 году по паровому предшественнику количество белка в зерне тритикале в контрольном варианте составляло 13,4 %, и только внесение аммиачной селитры в дозах N60 и N80 достоверно повышало концентрацию белка в зерне до 14,88 и 14,72%. В последующие два года (2019 и 2020 гг.) внесение азотного удобрения различными дозами достоверного влияние на количество протеина в зерне тритикале не оказывало, и все варианты были на уровне контроля (14,57% и 14,19 %). В 2021 году количество белка в зерне тритикале в контрольном варианте составляло 15,36 %, достоверное увеличение белка до 16,15% было отмечено в варианте N60. Увеличение дозы азота до N80 повышало концентрацию белка в зерне до 17,87%, что было достоверно выше контроля и варианта N60.

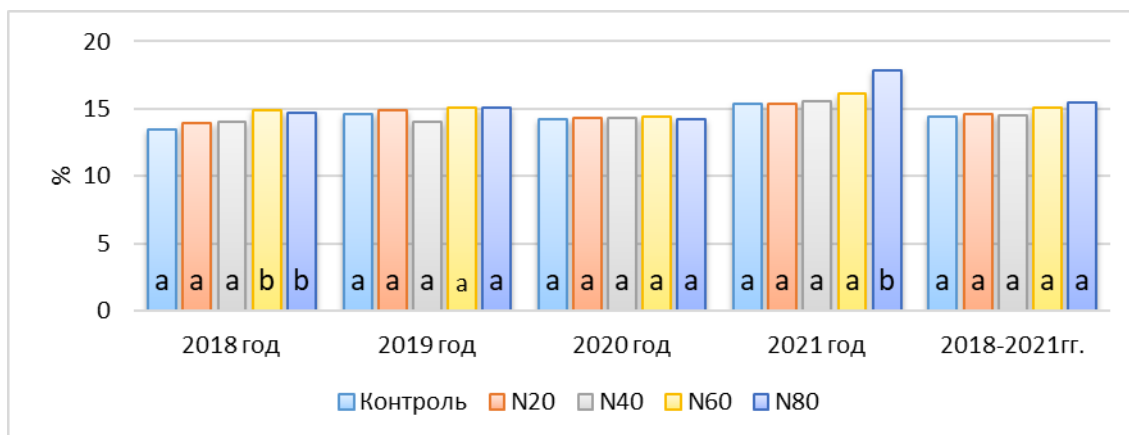


Рисунок 5 – Содержание белка в зерне тритикале по паровому предшественнику, % (значения в пределах одного года, за которым следует одна и та же буква, существенно не различаются между собой, НСР=0,05)

Влияние азотных удобрений на содержание белка в зерне тритикале возделываемой по стерневому фону было таким же, как и по паровому предшественнику (рисунок 6). В 2019 и 2022 гг. содержание белка в зерне тритикале в контрольном варианте составляло 14,87 и 13,97%, внесение аммиачной селитры различными дозами достоверного влияния на этот показатель не оказывало. В 2020 году в контрольном варианте протеина в

зерне содержалось – 12,84%, внесение аммиачной селитры дозой N20 достоверно повышало его содержание на 9%. Дальнейшее увеличение дозы азота было не эффективно. В 2021 году в контроле зерно содержало белка 15,68%, достоверное увеличение количества белка в зерне до 16,93% начиналось с дозы N40. Увеличение дозы азотного удобрения до N80 достоверно (по отношению к контролю и N20) повышало белок до 17,71%.

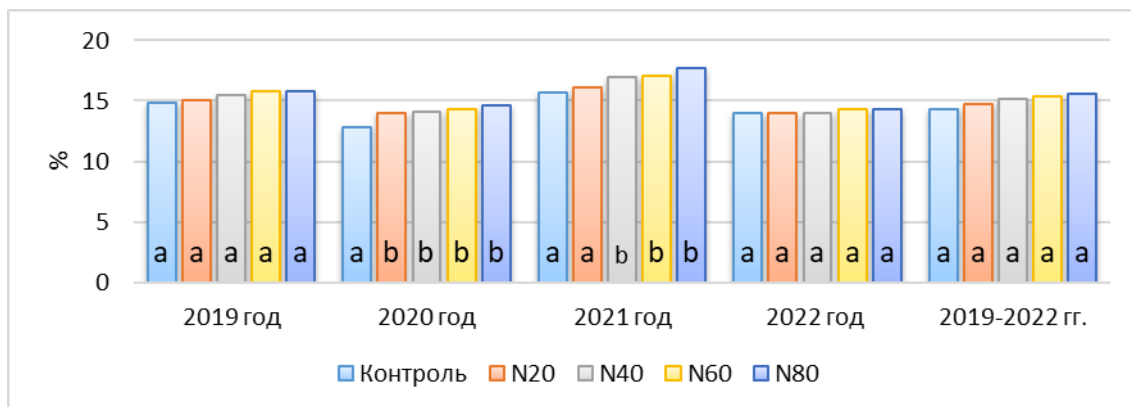


Рисунок 6 – Содержание белка в зерне тритикале по стерневому предшественнику, % (значения в пределах одного года, за которым следует одна и та же буква, существенно не различаются между собой, НСР=0,05)

В целом анализ приведенных данных за весь период исследований, показал отсутствие достоверного увеличения содержания белка в зерне тритикале при внесении азотного удобрения независимо от предшественника. Увеличение количества белка в зерне при внесении аммиачной селитры в различных дозах было на уровне тенденций. Для более точного определения влияния различных доз азота на урожайность тритикале и содержание белка в зерне нами был проведен корреляционный анализ.

Влияние дозы азотного удобрения на урожай зерна яровой тритикале по паровому предшественнику было зна-

чимым только в 2020 г. ($r = 0,85$) и в 2021 г. ($r = 0,83$) (таблица 2). По стерневому предшественнику сильная положительная корреляция между дозами азота и урожаем была отмечена в 2019 году ($r = 0,78$), а также в 2021 г. ($r = 0,79$) и 2022 г. ($r = 0,87$).

Содержание белка в зерне тритикале по паровому предшественнику в 50% изучаемых лет имело сильную положительную корреляционную связь с вносимыми дозами азота – $r = 0,86... 0,96$. По стерневому предшественнику во все годы исследования отмечалась сильная положительная связь ($r = 0,83... 0,99$) между азотом удобрения и содержанием белка в зерне тритикале.

Таблица 2 – Корреляционная связь (r) между дозами азота с урожайностью зерна яровой тритикале, и с содержанием белка в зерне.

r	Паровой предшественник				Стерневой предшественник			
	2018	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2022
С урожаем зерна	-0,17	0,04	0,85	0,83	0,78	0,34	0,79	0,87
С содержанием белка в зерне тритикале	0,93	0,45	0,15	0,86	0,96	0,91	0,99	0,83

Таким образом, в отдельные годы отмечался положительный эффект от внесения аммиачной селитры на содержание белка в зерне. По паровому предшественнику можно выделить вариант с внесением максимальной дозы азота N80, который в 50% случаев достоверно повышал содержание белка в зерне от 9 до 16% в сравнении с контролем. По стерневому предшественнику можно выделить варианты внесения аммиачной селитры в дозах N40-80, которые также в двух из четырех лет обеспечивали достоверное увеличение количества белка в зерне от 8 до 14% в сравнении с контролем. Отсутствие стабильного повышения белка в зерне от различных доз азота удобрения может объясняться, как и в случае с урожайностью засушливостью региона и высокой обеспеченности почвы азотом нитратов.

В ряде исследований так же имеются противоречивые выводы, в некоторых случаях содержание белка в зерне тритикале увеличивалось с увеличением дозы азота удобрений. Так, в исследованиях, проведенных в Поволжье, внесение азота дозой N90 обеспечило повышение белка в зерне

тритикале до 16,2 % при контрольных значениях в 13,8%. Уменьшение дозы азота удобрения до N30 и N60 приводило к снижению количества белка в зерне до 14,5 % и 15,1 % [33].

Гудинг и Дэвис [34] установили, что содержание белка в зерне тритикале не всегда зависит от дозы вносимого азотного удобрения. В исследованиях, проведенных в Турции, содержание белка в зерне тритикале увеличивалось с повышением уровня вносимого азота до дозы N80 и составляло 15%. Дальнейшее увеличение дозы азотного удобрения до N160 не имело преимуществ по содержанию белка в зерне в сравнении с вариантом N80 [35].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных пятилетних исследований на чернозёме южном в Северном Казахстане при возделывании яровой тритикале по пару и стерне применение азотных удобрений с целью повышения урожайности и содержания белка в зерне в настоящее время является нецелесообразным. Однако, по стерневому фону во все годы была получена сильная положительная корреляционная связь между дозами азота и содержанием белка.

Работа выполнена в рамках ПЦФ МСХ РК ИРН BR22885719: «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» на 2024-2026 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Roy, K., Másilko, J., Kajgrova, L., Kuebutornye, F. K. A., Oberle, M., & Mraz, J. End-of-season supplementary feeding in European carp ponds with appropriate plant protein and carbohydrate combinations to ecologically boost productivity: lupine, rapeseed and, triticale// *Aquaculture*. – 2023. – Vol. 577. – P. 1-16.
2. Zhi Quan, Shanlong Li, Xin Zhang, Feifei Zhu, Peipei Li, Rong Sheng, Xin Chen, Li-Mei Zhang, Ji-Zheng He, Wenxue Wei, Yunting Fang. Fertilizer nitrogen use efficiency and fates in maize cropping systems across China: Field ¹⁵N tracer studies// *Soil Tillage Res.* – 2020, – Vol. 197. – P. 1-9.
3. Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B.L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture// *Proceedings of the national academy of sciences*, – 2011. – Vol.108 (50). – P. 20260-20264.
4. Wróbel E. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość ziarna pszenicy jarego// *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. – 2005. – Vol. 507, № 2. P. 605-612.
5. Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., & Barczak B. (2010). Effect of nitrogen and zinc fertilisation on chemical composition and protein yield of spring triticale grain// *Fragmenta Agronomica*. – 2010. – Vol. 27 (4). - P. 45-55.
6. Abdelaal H. K., Bugaev P. D., Fomina T. N. Nitrogen fertilization effect on grain yield and quality of spring triticale varieties// *Indian Journal of Agricultural Research*. – 2019. – Vol. 53. - № 5. - P. 578-583.
7. Lalević D., Biberdžić M., Ilić Z., Milenković L., Tmušić N., & Stojiljković J. Effect of cultivar and increased nitrogen quantities on some productive traits of triticale// *Agriculture & Forestry*. – 2019. – Vol. 65. - № 4. – P. 127-136.
8. Shchuklina O., Alenicheva A., Klimenkova I., Kvitko V., & Zavgorodniy S. Morpho-physiological features of the reaction of the cv.× Triticosecale Wittm. ex. Camus on nitrogen fertilizers in contrasting agrometeorological conditions// *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. - IOP Publishing, 2022. – Vol. 1010. - № 1. – P. 012109.
9. Knapowski T., Ralcewicz M., Barczak B., Kozera W. Effect of nitrogen and zinc fertilizing on bread-making quality of spring triticale cultivated in Noteć Valley// *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2009. – Vol. 18. - № 2. – P. 227-233.
10. Pecio A. Productivity of triticale affected by nitrogen fertilization and weather conditions// *Redaktor Naczelny-Executive Editor-Mariusz Fotyma*. – 2010. – № 40. – P.101-115.
11. Lestingi A., Bovera F., De Giorgio D., Ventrella D., Tateo A. Effects of tillage and nitrogen fertilisation on triticale grain yield, chemical composition and nutritive value// *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2010. – Vol. 90. - № 14. – P. 2440-2446.
12. Katarzyna W., Arkadiusz S., Małgorzata W., Agnieszka Markowska. Effect of nitrogen fertilization method on the yield and quality of Milewo variety spring triticale grain// *Polish journal of natural sciences* – 2015. – Vol. 30. - № 2. – P. 173-184.
13. Ишбердина Р. Р., Леонова С. А., Лещенко Н. И. Контроль качества и безопасность зерна тритикале// *Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства*. – 2019. – С. 70-73.
14. Мелешкина Е. П., Панкратьев И. А., Политуха О. В., Чиркова Л. В., Жильцова Н. С. Оценка качества зерна тритикале// *Хлебопродукты*. – 2015. – № 2. – С. 48-49.
15. Евтюхова Т. В., Абделаал Х. К. Использование зерна яровой тритикале для хлебопечения// *Инновационные сорта и технологии возделывания ярового тритикале: монография*. – 2017. – С. 275-285.
16. Kumar M., Pannu R.K., Kumar A., B Singh H., Dhaka A.K. Impacts of irrigation frequency and nitrogen rate on productivity, quality, nutrient uptake and nutrient use

efficiencies of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.)// Indian Journal of Agricultural Research. – 2018. – Vol. 52 (2). – P. 146-151.

17. Ismailov A.B., Sh Gimbatov A., Muslimov M.G., Radzhabov A.N., Mustafaeva Kh.D. Productivity of varieties of winter triticale with the use of nitrogen fertilizers in the flat irrigated zone of Dagestan// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. – Vol. 1045. - № 1. – P. 012060.

18. Zabolotskikh V.V., Nazdrachev Y.P., Zhurik S.A., Werner A.V. Influence of soil tillage and the preceding crop on certain indicators of soil fertility and yield of spring wheat under the conditions of the dry steppe of North Kazakhstan// Annals of the Romanian Society for Cell Biology – 2021. – P. 297-310.

19. Kurishbayev A.K., Chernenok V.G., Nurmanov Y.T., Persikova T.F., Zhanzakov B.Z., Kuzdanova R.S., Serikpaeva Z.K. Meaningful management of soil fertility and flax productivity// Arabian journal of geosciences. – 2020. – Vol. 13. – P. 1-11.

20. Сапаров А. С., Елешев Р. Е., Рамазанова С. Б., Айтбаев Т. Е., Базилжанов Е. К. Состояние агрохимического мониторинга плодородия почв республики Казахстан и продуктивность сельскохозяйственных культур// Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 3. – С. 45-54.

21. Бакаев Н. М., Васько И. А. Методика определения влажности почвы в агротехнических опытах / Методические указания и рекомендации по вопросам земледелия. – Целиноград, 1975. – С. 57-80.

22. ГОСТ 10846 – 91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.

23. Сохранение и повышение плодородия почвы путём минимализации обработки почвы и системы применения удобрений / рекомендации по завершённым разработкам научно-исследовательских работ РГП «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». – Шортанды, 2005. - 52с.

24. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд./ Новосибирск, 2012. – С. 282.

25. Назарова П.Е., Наздрачев Я. П., Мамыкин Е. В. Урожайность яровой тритикале в степной зоне Акмолинской области при традиционной и органической системах земледелия// Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата. – 2022. – №3 (62). – С. 236-250.

26. Назарова П. Е., Наздрачев Я. П. Влияние метеорологических условий на урожайность яровой// Материалы международной научнопрактической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века – эпоха трансформации » Сб. материал. Международ. науч. - практич. конф. - Астана. - 2022. – С. 13-16.

27. Bielski S. Yields of winter triticale under the influence of nitrogen fertilisation and fungicide application// Polish journal of natural sciences. - 2015.-Vol.30. - P. 337-348.

28. Назарова П. Е., Наздрачев Я. П., Филонов В. М., Мамыкин Е. В., Харитонов А. С. Влияние видов, сроков и способов внесения минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы в условиях Акмолинской области// Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 3. – С. 61-70.

29. Мамыкин Е. В., Наздрачев Я. П., Назарова П. Е. Влияние агроклиматических условий вегетационного периода на урожайность яровой мягкой пшеницы и вынос элементов питания// Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 3. – С. 46-59.

30. Le Champion A., Oury F.X., Heumez E., Rolland B. Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies// Organic Agriculture. – 2020. – Vol. 10. – P. 63-74.

31. Graham R.D., Geytenbeek P.E., Radcliffe B.C. Responses of triticale, wheat, rye and barley to nitrogen fertilizer// Australian Journal of Experimental Agriculture. – 1983. – Vol. 23 (120). – P. 73-79.
32. Sharkov I.N. Problems of intensification of technologies of cultivation grain crops in Siberia// Innovations and Food Safety. – 2016. – Vol. 1(11). – P. 24-32.
33. Кшникаткина А. Н. Тритикале. Перспективная культура// Фермер. Поволжье. – 2015. – № 4.- С. 40-41.
34. Gooding M. J, Davies W. P. Wheat production and utilization: systems, quality and the environment. – CAB international, 1997. - 355 p.
35. Gulmezoglu N., Aytac Z. Response of grain and protein yields of triticale varieties at different levels of applied nitrogen fertilizer// Afr. J. Agric. Res. – 2010. – Vol. 5. № 18. – P. 2563-2569.

REFERENCES

1. Roy, K., Másilko, J., Kajgrova, L., Kuebutornye, F. K. A., Oberle, M., & Mraz, J. End-of-season supplementary feeding in European carp ponds with appropriate plant protein and carbohydrate combinations to ecologically boost productivity: lupine, rapeseed and, triticale// Aquaculture. – 2023. – Vol. 577. – P. 1-16.
2. Zhi Quan, Shanlong Li, Xin Zhang, Feifei Zhu, Peipei Li, Rong Sheng, Xin Chen, Li-Mei Zhang, Ji-Zheng He, Wenxue Wei, Yunting Fang. Fertilizer nitrogen use efficiency and fates in maize cropping systems across China: Field ¹⁵N tracer studies// Soil Tillage Res. – 2020, – Vol. 197. – P. 1-9.
3. Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B.L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture// Proceedings of the national academy of sciences, – 2011. – Vol.108 (50). – P. 20260-20264.
4. Wróbel E. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość ziarna pszenicy jarego// Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. – 2005. – Vol. 507. № 2. - P. 605-612.
5. Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., & Barczak B. (2010). Effect of nitrogen and zinc fertilisation on chemical composition and protein yield of spring triticale grain// Fragmenta Agronomica. – 2010. – Vol. 27 (4). - P. 45-55.
6. Abdelaal H. K., Bugaev P. D., Fomina T. N. Nitrogen fertilization effect on grain yield and quality of spring triticale varieties// Indian Journal of Agricultural Research. – 2019. – Vol. 53. - № 5. - P. 578-583.
7. Lalević D., Biberdžić M., Ilić Z., Milenković L., Tmušić N., & Stojiljković J. Effect of cultivar and increased nitrogen quantities on some productive traits of triticale// Agriculture & Forestry. – 2019. – Vol. 65. - № 4. – P. 127-136.
8. Shchuklina O., Alenicheva A., Klimenkova I., Kvitko V., & Zavgorodniy S. Morphophysiological features of the reaction of the cv.× Triticosecale Wittm. ex. Camus on nitrogen fertilizers in contrasting agrometeorological conditions// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2022. – Vol. 1010. - № 1. – P. 012109.
9. Knapowski T., Ralcewicz M., Barczak B., Kozera W. Effect of nitrogen and zinc fertilizing on bread-making quality of spring triticale cultivated in Noteć Valley// Polish Journal of Environmental Studies. – 2009. – Vol. 18. - № 2. – P. 227-233.
10. Pecio A. Productivity of triticale affected by nitrogen fertilization and weather conditions// Redaktor Naczelny-Executive Editor-Mariusz Fotyma. – 2010. – № 40. – P. 101-115.
11. Lestingi A., Bovera F., De Giorgio D., Ventrella D., Tateo A. Effects of tillage and nitrogen fertilisation on triticale grain yield, chemical composition and nutritive value//

Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2010. – Vol. 90. - № 14. – P. 2440-2446.

12. Katarzyna W., Arkadiusz S., Małgorzata W., Agnieszka Markowska. Effect of nitrogen fertilization method on the yield and quality of Milewo variety spring triticale grain// Polish journal of natural sciences. – 2015. – Vol. 30, - № 2. – P. 173-184.

13. Ishberdina R. R., Leonova S. A., Leshchenko N. I. Kontrol' kachestva i bezopasnost' zerna tritikale// Rol' molodyh uchenykh v innovacionnom razvitii sel'skogo hozyajstva. – 2019. – S. 70-73.

14. Meleshkina E. P., Pankrat'ev I. A., Polituha O. V., Chirkova L. V., Zhil'cova N. S. Ocenka kachestva zerna tritikale// Hleboprodukt. – 2015. – № 2. – P. 48-49.

15. Evtyuhova T. V., Abdelaal H. K. Ispol'zovanie zerna yarovoj tritikale dlya hlebopecheniya// Innovacionnye sorta i tekhnologii vozdel'yvaniya yarovogo tritikale: monografiya. – 2017. – S. 275-285.

16. Kumar M., Pannu R.K., Kumar A., B Singh H., Dhaka A.K. Impacts of irrigation frequency and nitrogen rate on productivity, quality, nutrient uptake and nutrient use efficiencies of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.)// Indian Journal of Agricultural Research. – 2018. – Vol. 52 (2). – P. 146-151.

17. Ismailov A.B., Sh Gimbatov A., Muslimov M.G., Radzhabov A.N., Mustafaeva Kh.D. Productivity of varieties of winter triticale with the use of nitrogen fertilizers in the flat irrigated zone of Dagestan// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - IOP Publishing, 2022. – Vol. 1045. - № 1. – P. 012060.

18. Zabolotskikh V.V., Nazdrachev Y.P., Zhurik S.A., Werner A.V. Influence of soil tillage and the preceding crop on certain indicators of soil fertility and yield of spring wheat under the conditions of the dry steppe of North Kazakhstan// Annals of the Romanian Society for Cell Biology – 2021. – P. 297-310.

19. Kurishbayev A.K., Chernenok V.G., Nurmanov Y.T., Persikova T.F., Zhanzakov B.Z., Kuzdanova R.S., Serikpaeva Z.K. Meaningful management of soil fertility and flax productivity// Arabian journal of geosciences. – 2020. – Vol. 13. – P. 1-11.

20. Saparov A. S., Eleshev R. E., Ramazanov S. B., Ajtbaev T. E., Bazilzhanov E. K. Sostoyanie agrohimicheskogo monitoringa plodorodiya pochv respubliki Kazahstan i produktivnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur// Pochvovedenie i agrohimiya. – 2011. – № 3. – S. 45-54.

21. Bakaev N. M., Vas'ko I. A. Metodika opredeleniya vlazhnosti pochvy v agrotekhnicheskikh opytakh / Metodicheskie ukazaniya i rekomendacii po voprosam zemledeliya. – Celinograd, 1975. – S. 57-80.

22. GOST 10846 – 91. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya belka.

23. Sohranenie i povyshenie plodorodiya pochvy putyom minimalizacii obrabotki pochvy i sistemy primeneniya udobrenij / rekomendacii po zavershyonnym razrabotkam nauchno-issledovatel'skikh rabot RGP «NPCZKH im. A.I. Baraeva». - Shortandy, 2005. – 52 s.

24. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere. 2-e izd. / Novosibirsk, 2012 – 282 s.

25. Nazarova P.E., Nazdrachev YA. P., Mamykin E. V. Urozhajnost' yarovoj tritikale v stepnoj zone Akmolinskoj oblasti pri tradicionnoj i organicheskoj sistemah zemledeliya// Vestnik Kyzylordinskogo universiteta im. Korkyt Ata. – 2022. – №3 (62). – S. 236-250.

26. Nazarova P. E., Nazdrachev YA. P. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na urozhajnost' yarovoj// Materialy mezhdunarodnoj nauchnoprakticheskoj konferencii «Sejfullinskie chteniya – 18(2): «Nauka XXI veka – epoha transformacii ». Sb. material. Mezhdunarod. nauch. - praktich. konf. - Astana. - 2022. – S. 13-16.

27. Bielski S. Yields of winter triticale under the influence of nitrogen fertilisation

and fungicide application// Polish journal of natural sciences. - 2015.-Vol.30. - P. 337-348.

28. Nazarova P. E., Nazdrachev YA. P., Filonov V. M., Mamykin E. V., Haritonova A. S. Vliyanie vidov, srokov i sposobov vneseniya mineral'nyh udobrenij na produktivnost' yarovoj pshenicy v usloviyah Akmolinskoj oblasti// Pochvovedenie i agrohimiya. - 2019. - № 3. - S. 61-70.

29. Mamykin E. V., Nazdrachev YA. P., Nazarova P. E. Vliyanie agroklimaticheskikh uslovij vegetacionnogo perioda na urozhajnost' yarovoj myagkoj pshenicy i vynos elementov pitaniya// Pochvovedenie i agrohimiya. - 2022. - № 3. - S. 46-59.

30. Le Champion A., Oury F.X., Heumez E., Rolland B. Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies// Organic Agriculture. - 2020. - Vol. 10. - P. 63-74.

31. Graham R.D., Geytenbeek P.E., Radcliffe B.C. Responses of triticale, wheat, rye and barley to nitrogen fertilizer// Australian Journal of Experimental Agriculture. - 1983. - Vol. 23 (120). - P. 73-79.

32. Sharkov I.N. Problems of intensification of technologies of cultivation grain crops in Siberia// Innovations and Food Safety. - 2016. - Vol. 1(11). - P. 24-32.

33. Kshnikatkina A. N. Tritikale. Perspektivnaya kul'tura// Fermer. Povolzh'e. - 2015. - № 4. S. 40-41.

34. Gooding M. J., Davies W. P. Wheat production and utilization: systems, quality and the environment. - CAB international, 1997. - 355 p.

35. Gulmezoglu N., Aytac Z. Response of grain and protein yields of triticale varieties at different levels of applied nitrogen fertilizer// Afr. J. Agric. Res. - 2010. - Vol. 5. - № 18. - P. 2563-2569.

ТҮЙІН

П.Е. Назарова^{1*}, Я.П. Наздрачев¹, Е.В. Мамыкин¹

ЖАЗДЫҚ ТРИТИКАЛЕ ӨҢІМІНЕ ЖӘНЕ ДӘНІНДЕГІ АҚУЫЗ ҚҰРАМЫНА АММИАК СЕЛИТРАСЫНЫҢ ӘРТҮРЛІ ДОЗАЛАРЫНЫҢДА ЕНГІЗУ ӘСЕРІ

¹«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, 021601, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, Шортанды ауылы -1, Бараев көшесі, 1, Қазақстан, *e-mail: nazarova_perizat@mail.ru

Мақалада аммиак селитрасының әртүрлі дозаларының жаздық тритикале дәнінің шығымдылығына және ақуыз құрамына әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Дүние жүзіндегі көптеген зерттеулер азот дәнді дақылдардың өнімділігіне әсер ететін негізгі фактор екенін анықтады. Мақалада жаздық тритикалені сүрі жер және аңыз алғы егістер бойынша өсіру туралы 5 жылдық зерттеудің (2018-2022 жж.) нәтижелері берілген. Азотты тыңайтқыш белсенді затта 20-дан 80 кг/га дозада қатарлап егу кезіңде енгізілді. Тәжірибе Ақмола облысында («А.И. Бараев атындағы АШҒӨО» ЖШС) оңтүстік карбонатты қара топырақта жүргізілді. Бес жылдық зерттеу барысында тек 2018 жыл тритикаленің вегетациялық кезеңінде оңтайлы гидротермиялық жағдайлармен сипатталды, қалған төрт жыл (2019-2022 жж.) құрғақ болды. Топырақтың метрлік қабатындағы өнімді ылғалдың қоры сүрі жер бойынша тритикалені егу алдында 119-138 мм, аңыз бойынша - 119-125 мм құрады. Тритикалені егуге дейін 0-40 см топырақ қабатында N-NO₃ мөлшері зерттелген жылдарда өзгеріп отырды, сүрі жер бойынша - 11-28 мг/кг, ал аңыз бойынша - 10-17 мг/кг топыраққа өзгерді. Егіс алдындағы P₂O₅ мөлшері (0-20 см топырақ қабатында), алдыңғы егіске қарамастан - 24-37 мг/кг топыраққа өзгерді. Зерттелетін екі алдыңғы егіс бойынша, аммиак селитрасының әртүрлі дозаларының дән шығымдылығына және тритикале дәніндегі ақуыздың құрамына сенімді әсерін анықтау мүмкін болмады. Сүрі жер бойынша азот тыңайтқышының дозасы мен тритикале

шығымдылығы арасындағы күшті корреляция тек 2020 жылы ($r = 0,85$) және 2021 жылы ($r = 0,83$) анықталды. 0,99). Аңыз алдыңғы егіс бойынша азот дозалары мен шығымдылық арасындағы күшті оң корреляция 2019 ($r = 0,78$), 2021 ($r = 0,79$) және 2022 ($r = 0,87$) жылдары байқалды. Тритикале дәніндегі ақуыз мөлшері мен азот дозалары арасындағы корреляция 4 жылдың 2-інде ($r = 0,86...0,96$) сұр бойынша анықталды. Аңыз бойынша барлық зерттеулер жылдарында күшті оң байланыс байқалды ($r = 0,83...0,99$).

Түйінді сөздер: азот тыңайтқышы; аммоний нитраты; ақуыз; топырақ; сүрі жер; аңыз; жаздық тритикале.

SUMMARY

P.E. Nazarova^{1*}, Ya.P. Nazdrachev¹, E.V. Mamykin¹

THE EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF AMMONIUM NITRATE ON THE YIELD AND PROTEIN CONTENT IN SPRING TRITICALE GRAIN

*¹«Scientific-production center for grain farming named after A. I. Barayev» LLP,
021601, Akmola region, Shortandinsky district, Shortandy village -1,
st. Baraeva, 1, Kazakhstan, *e-mail: nazarova_perizat@mail.ru*

The article presents the results of studying the effect of various doses of ammonium nitrate on the yield and protein content in spring triticale grain. Numerous studies around the world have established that nitrogen is a key factor influencing the productivity of grain crops. The paper presents the results of a 5-year study (2018-2022) of cultivating spring triticale using fallow and stubble predecessors. Nitrogen fertilizer was applied when sowing in rows at a dose of 20 to 80 kg/ha in the active substance. The experiments were carried out in the Akmola region (LLP "SPCGF named after A. Barayev") on southern carbonate chernozem. Over the five years of research, only 2018 was characterized by optimal hydrothermal conditions during the triticale growing season, the remaining four years (2019-2022) were dry. The reserves of productive moisture in the meter layer of soil before sowing triticale in fallow were 119-138 mm, in stubble - 119-125 mm. The content of N-NO₃ in the soil layer 0-40 cm before sowing triticale varied according to the years of research, so for fallow it varied from 11 to 28 mg/kg, and for stubble from 10 to 17 mg/kg of soil. The amount of P₂O₅ before sowing (in the soil layer of 0-20 cm), regardless of the predecessor, varied within 24-37 mg/kg of soil. It was not possible to establish a reliable effect of different doses of ammonium nitrate on grain yield and protein content in triticale grain using the two studied precursors. A strong correlation between the dose of nitrogen fertilizer and the yield of triticale based on the steam predecessor was established only in 2020 ($r = 0.85$) and in 2021 ($r = 0.83$). For stubble, a strong positive correlation between nitrogen doses and yield was noted in 2019 ($r = 0.78$), 2021 ($r = 0.79$) and 2022 ($r = 0.87$). A correlation between the protein content in triticale grain and nitrogen doses was established based on the fallow in 2 of 4 years ($r = 0.86...0.96$). For the stubble, a strong positive relationship was noted in all years of research ($r = 0.83...0.99$).

Key words: nitrogen fertilizer; ammonium nitrate; protein; the soil; steam; stubble; spring triticale.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Назарова Перизат Ержанатқызы – старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и удобрений, e-mail: nazarova_perizat@mail.ru

2. Наздрачев Яков Павлович – заведующий лаборатории агрохимии и удобрений, e-mail: yakov.n.81@mail.ru

3. Мамыкин Евгений Владимирович – научный сотрудник лаборатории агрохимии и удобрений, e-mail: mamykin_ev@mail.ru