

АГРОХИМИЯ

ГРНТИ 68.33.29

https://doi.org/10.51886/1999-740X_2022_3_46Е.В. Мамыкин^{1*}, Я.П. Наздрачёв¹, П.Е. Назарова²**ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ**

¹ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», 021601, Акмолинская обл., Шортандинский р-н, п. Шортанды-1, ул. Бараева, 15, Казахстан, *e-mail: tsenter-zerna@mail.ru

²НАО «Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина», 010000, г. Нур-Султан, проспект Женис 62, Казахстан, e-mail: office@kazatu.kz

Аннотация. Представлены исследования по влиянию различных гидротермических условий, предшественников и минеральных удобрений на урожайность и вынос макроэлементов яровой мягкой пшеницы. Пшеницу возделывали в плодосменном севообороте при нулевой технологии обработки почвы на чернозёме карбонатном в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Установлено, что максимальное содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом пшеницы по гороху наблюдалось в 2018 году - 130 мм, минимальное в 2020 году - 84,5 мм. На пшенице, высеваемой по льну наибольшее количество продуктивной влаги отмечено в 2017 году - 125,1 мм, а наименьшее в 2012 году - 58,9 мм. Максимальная урожайность яровой пшеницы, высеваемой по стерне гороха и льна, в контрольном варианте была получена в 2018 году - 21,0 и 19,2 ц/га, а минимальная в 2012 году - 6,5 и 2,6 ц/га. Горох как предшественник для пшеницы обеспечивал влияние на ее урожайность в сравнении со стерней льна только в 50% изученных лет. По двум предшественникам достоверная прибавка за четыре изучаемых года была получена при внесении аммофоса Р20 в рядки при посеве, которая в зависимости гидротермических условий вегетации колебалась от 1,1 до 5,7 ц/га. Увлажненность вегетационного периода, предшественник и удобрения не оказывали существенного влияния на содержание макроэлементов в зерне пшеницы. Вынос азота, фосфора и калия зерном пшеницы зависел от урожайности, на уровень которой влияли погодные условия предшественник и удобрения. Наибольший вынос макроэлементов по двум предшественникам и вариантам опыта был отмечен в 2018 году, а наименьший - в 2012 году.

Ключевые слова: продуктивная влага, минеральные удобрения, азот, фосфор, вынос, нулевая технология, яровая пшеница.

ВВЕДЕНИЕ

Выращивание яровой мягкой пшеницы в Северном Казахстане, осуществляется в жестких погодноклиматических условиях и на различных почвенных разностях, что создает разнородность условий для роста и развития растений [1]. Учитывая большую пестротность данного региона, неправильный и необоснованный подход может привести к значительному снижению урожайности этой культуры [2]. Управление урожайностью в данном регионе, является очень сложным и проблематичным процессом, при кото-

ром необходимо учитывать множество факторов - погодные условия, продуктивная влага, способ обработки почвы и др. [3-5]. Очень важное значение для формирования урожайности пшеницы имеет сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами [6], которое зависит от применения научно обоснованных доз минеральных удобрений для создания оптимальных условий питания растений [7-11].

Внесение минеральных удобрений способствует регулированию питательного режима почвы, улучшая её химические, физические и биологиче-

ские свойства, что положительно влияет на её плодородие [12, 13]. Однако, потребление макроэлементов пшеницей из почвенного раствора в данной климатической зоне, может значительно различаться в зависимости от условий года и по-разному влиять на её химический состав, а следовательно, и на количество выносимых ею питательных элементов из почвы [14, 15]. Совокупность этих факторов оказывает непосредственное влияние на эффективность вносимых минеральных удобрений и в конечном счёте на урожай.

Новизна исследований заключается в том, что в условиях Акмолинской области было изучено влияние условий увлажнения вегетационного периода на урожайность яровой мягкой пшеницы и вынос её основных элементов питания из почвы в плодосменном севообороте при нулевой технологии возделывания.

Цель исследования: изучить влияние предшественника, минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы и вынос макроэлементов из почвы зерном, при различных гидротермических условиях вегетационного периода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые опыты по возделыванию яровой мягкой пшеницы по двум предшественникам (горох и лен) проводились в Акмолинской области на полях ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Выборка лет исследований подобрана по критериям гидротермического коэффициента увлажнения периода вегетации по Г.Т. Селянину: сухой (ГТК – < 0,4), очень засушливый (ГТК – 0,4-0,7), засушливый (ГТК – 0,7-1,0) и увлажнённый (ГТК – 1,3-1,6) [16]. Почва опытного участка – чернозем южный карбонатный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса – 3,4 %, pH – 7,3. Сорт яровой мягкой пшеницы – «Астана». Чередование культур в плодосменном севообороте:

горох–пшеница–лён–пшеница. Опыты развернуты во времени и в пространстве, повторность вариантов 4-х кратная. Размер делянки 4,3х50 м (площадь 210 м²). Все культуры в плодосменном севообороте возделывали в условиях нулевой технологии. Сроки посева, норма высева и глубина заделки семян – рекомендованные для зоны проведения исследований. Посев проводился сеялкой СКП-2,1 с чизельными сошниками. Минеральные удобрения аммофос (N-10 %, P₂O₅-46 %) в дозе P₂₀, аммиачная селитра (N-34 %) в дозе N₃₀, а также нитроаммофос (N-23 %, P₂O₅-23 %) в дозе P₂₀N₂₀ вносили ежегодно при посеве в рядки. Борьба с сорняками за неделю до посева проводилась гербицидом сплошного действия Торнадо 540 г/л в дозе 2 л/га. В период вегетации культуры для защиты посевов от вредителей, болезней и сорняков применяли различные группы пестицидов – инсекто-фунгицидный протравитель, гербициды, фунгициды и инсектициды.

Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы определяли по Бакаеву Н.И. и Васько И.А. [17]. Запасы продуктивной влаги оценивались по шкале Вадюниной А.Ф. и Корчагиной З.А. [18]. Учет урожая проводили способом прямого комбайнирования поделочно, с последующим взвешиванием и пересчетом на стандартную влажность и чистоту. Математическая обработка данных проводилась методами дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [19] с применением программы «Snedecor».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для достижения поставленной цели были подобраны годы, контрастно различающиеся по гидротермическим условиям вегетационных периодов согласно градации по Селянину Г.Т.

Метеорологические условия вегетационного периода (июнь-август) 2012 года (ГТК – 0,5) характеризова-

лись высокими среднесуточными температурами и низким количеством атмосферных осадков (рисунок 1). Количество продуктивных осадков в июне

было низким – 29,3 мм (рисунок 2), что отрицательно сказалось на росте и развитии растений в начале развития пшеницы (ГТК за месяц 0,5).

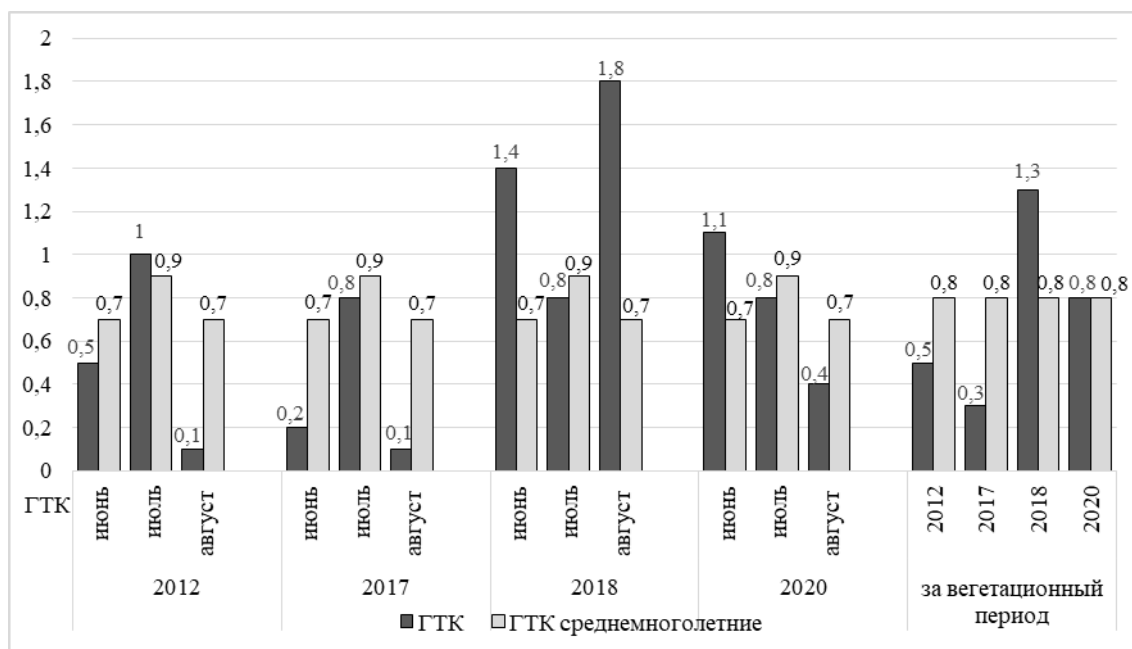


Рисунок 1 - Характеристика вегетационных периодов по различным условиям (июнь-август)

Максимум осадков выпал только 27 и 28 июля в количестве 67,6 мм, что на 10,6 мм больше среднемесячного значения (ГТК за месяц 1,0). Август был сухим (ГТК – 0,1), при норме в 39,8 мм выпало только 3,8 мм. Все наиболее важные фазы развития пшеницы, влияющие на формирование её продуктивности, протекали в экстремально засушливых условиях, и как следствие привели к получению низкого урожая. В целом за вегетационный период температура превышала среднемноголетние значения (18,5 °С) на 2,0 °С, дефицит осадков составил 26 % от многолетней нормы.

Вегетационный период 2017 года, так же характеризовался засушливыми климатическими условиями. В июне выпало всего 11,3 мм осадков, практически в три раза меньше среднемноголетней нормы (39,5 мм), а среднесуточ-

ная температура на 2,2 °С была выше многолетних значений (18,3 °С). ГТК за месяц составил – 0,2. Малое количество осадков, выпавших в июне, негативно повлияло на всхожесть и начальное развитие пшеницы. Максимум осадков, был отмечен в июле – 43,2 мм (меньше нормы на 13,8 мм), при среднесуточной температуре на уровне среднемноголетних значений (ГТК – 0,8). Август был острозасушливым (ГТК – 0,1) выпало всего 5,7 мм осадков, при температуре на 2,7 °С выше нормы. В сумме за вегетационный период выпало всего 60,2 мм, что в 2,3 раза меньше среднегодовых значений (136,3 мм). Среднесуточная температура вегетационного периода была на 1,1 °С выше нормы (18,5 °С). Поэтому, рост, развитие и формирование урожая яровой пшеницы проходило в основном за счёт запасов почвенной влаги.

2018 год по метеорологическим условиям был благоприятным для роста и развития растений пшеницы. Однако, в течение вегетационного периода, температурный режим характеризовался неустойчивостью, а выпавшие атмосферные осадки – неравномерностью распределения их по месяцам и декадам. Запас осенне-зимних осадков, оказывающих влияние на начальный период развития пшеницы, был очень благоприятным. Выпавшие осадки апреля-второй декады мая способствовали сохранению и накоплению влаги в метровом слое почвы. Осадки июня превышали многолетнюю норму почти

в два раза (ГТК – 1,4), что положительно повлияло на рост и развитие яровой пшеницы. Гидротермические условия июля были на уровне среднеемноголетних показателей. Осадки августа были в 2,2 раза выше, а температура на 4,8 градуса ниже нормы (ГТК - 1,8). Столь влажные погодные условия способствовало развитию болезней и увеличению периода вегетации пшеницы. В сумме за вегетационный период выпало 202,2 мм осадков, что в 1,5 раза было выше нормы. Температура была на 1,1 °C ниже среднеемноголетних значений (18,5 °C).

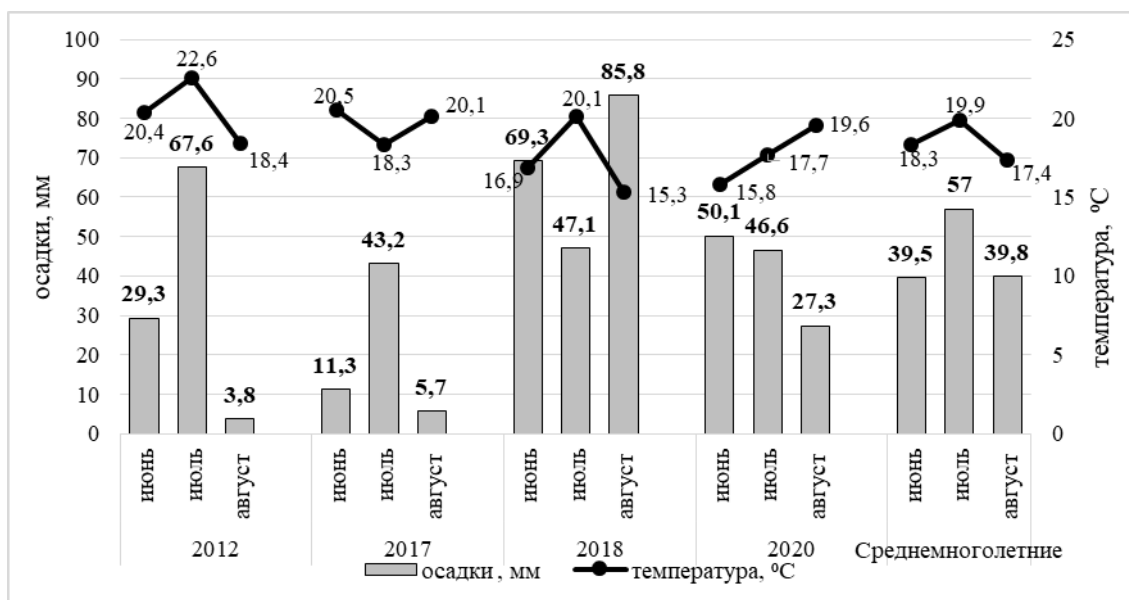


Рисунок 2 -Характеристика агрометеорологических условий вегетационного периода

В июне месяце 2020 года количество осадков было больше, а температура ниже среднеемноголетних данных (ГТК – 1,1). В июле эти показатели были ниже нормы, что позволило сформировать ГТК на уровне среднегодовых значений – 0,8. Благоприятные гидротермические условия июня и июля способствовали хорошему росту и развитию растений яровой пшеницы. В 1-ой и 2-ой декадах августа установилась сухая погода, которая ускорила созре-

вание зерновых культур. В сумме за вегетационный период выпало 124,0 мм осадков, что на 12,3 мм ниже нормы. Среднесуточная температура была на 0,8 °C ниже многолетних значений.

Как видно из представленных данных погодные условия изучаемых лет были крайне разнообразны и характеризовались неустойчивостью и неравномерностью температурного режима и выпадения атмосферных осадков.

В условиях Северного Казахстана, который расположен в зоне неустойчивого увлажнения первоочередное значение имеет содержание влаги в метровом слое почвы перед посевом. Эти запасы оказывают основное влияние на рост и развитие растений, а в отдельные годы урожайность культур напрямую зависит от их количества. Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы в 2012 году перед посевом пшеницы по стерне гороха составляло 101,9 мм, по стерне льна – 58,9 мм (рисунок 3). Согласно градации Вадюниной и Корчагиной у первого предшественника запасы оцениваются как удовлетворительные, у второго – как плохие. Это связано с тем, что из-за глубокого промерзания почвы в зимний период, почва весной не успела вовремя оттаять, что привело к слабому усвоению небольшого количества зимних осадков. Ранняя весна способствовала

испарению почвенной влаги посевного слоя. Преимущество горохового предшественника объясняется тем, что после уборки гороха (в 2011 году) осталось больше пожнивных остатков, которые надёжно закрывали почву снижая испарение влаги. В 2017 году содержанию почвенной влаги по двум предшественникам хотя и оценивалось как удовлетворительные, но по стерне льна они на 17 % были выше, чем по гороху. Удовлетворительные запасы почвенной влаги перед посевом пшеницы наблюдались так же и в 2018 году. Содержание влаги в почве перед посевом пшеницы в 2018 году по гороху и льну было практически на одном уровне и составили 130,0 и 122,4 мм. В 2020 году увлажнение метрового слоя почвы перед посевом пшеницы по стерне гороха оценивалось как плохое (84,5 мм), а по стерне льна – как удовлетворительное (93,8 мм).

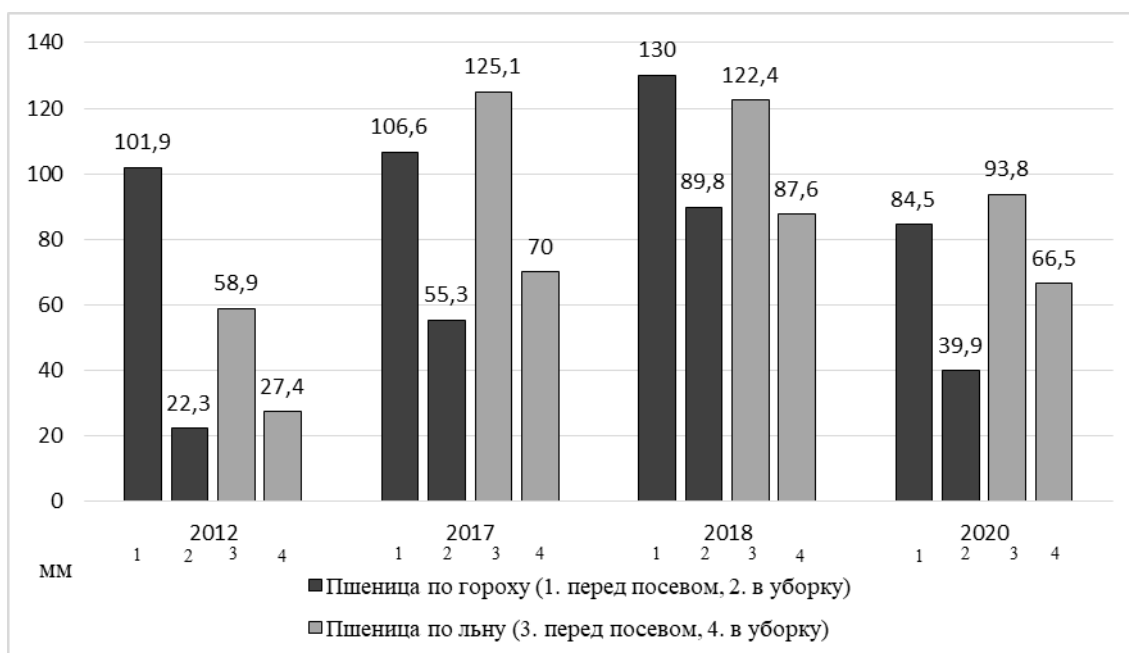


Рисунок 3 - Среднее содержание продуктивной влаги перед посевом и в уборку в метровом слое почвы, мм

В процессе вегетации происходило интенсивное потребление растениями почвенной влаги и к уборке, её количество было низким. Учитывая, что

годы были подобраны в зависимости от ГТК, то и осадки, неравномерно выпадающие в период вегетации пшеницы, также влияли на количество продук-

тивной влаги перед уборкой пшеницы. Так, например в засушливые 2012, 2017 и 2020 годы при высоком температурном фоне и невысоком количестве атмосферных осадков остаточное количество влаги в почве колебалось в пределах 14,7-55,3 мм. В 2018 году остаточные запасы влаги в почве после уборки пшеницы оценивались как удовлетворительные - 87,6-89,8 мм, что было на уровне предпосевных значений по отдельным годам.

Показатели продуктивности пшеницы могут кардинально отличаться по годам в зависимости от гидротермических условий, складывающихся в период её вегетации [20, 21]. Однако, при правильном проведении мероприятий по улучшению показателей роста и развития растений, можно сгладить влияние этих условий и добиться максимального увеличения урожайности возделываемых культур. Одним из таких мероприятий является обоснованное применение минеральных удобрений [22, 23]. В 2012 году продуктив-

ность пшеницы, посеянной после гороха в контрольном варианте, составила – 6,5 ц/га (таблица 1). Начало развития пшеницы проходило в очень засушливых условиях (при ГТК – 0,5). Жаркая и сухая погода при посеве способствовала иссушению верхнего слоя почвы и уменьшению запасов продуктивной влаги. Достоверные прибавки были получены во всех вариантах внесения удобрений. Однако наиболее эффективным было внесение нитроаммофоса, где прибавка зерна пшеницы составила - 1,7 ц/га. Урожайность пшеницы, возделываемой по стерне льна в контрольном варианте, была на 60 % меньше аналогичного варианта по стерне гороха. Это напрямую связано с более низкими стартовыми запасами продуктивной влаги и высоким температурным фоном в период вегетации пшеницы. Внесение минеральных удобрений по данному предшественнику в таких экстремальных условиях было не эффективно.

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы по предшественникам в годы с различными гидротермическими условиями и вариантами удобрения, ц/га

Вариант (А)	2012 г.		2017 г.		2018 г.		2020 г.	
	ц/га (В)	+/-	ц/га (В)	+/-	ц/га (В)	+/-	ц/га (В)	+/-
Пшеница по гороху								
Контроль (без удобрений)	6,5	-	4,4	-	21,0	-	13,5	-
P20 аф в рядки	7,6	1,1	7,5	3,1	26,5	5,5	15,5	2,0
N30 аа в рядки	7,7	1,2	4,5	0,1	25,0	4,0	10,3	-3,2
P20N20 наф в рядки	8,2	1,7	4,6	0,2	27,2	6,2	12,6	-0,9
Пшеница по льну								
Контроль (без удобрений)	2,6	-	3,4	-	19,2	-	13,2	-
P20 аф в рядки	2,7	0,1	6,8	3,4	24,7	5,5	18,9	5,7
N30 аа в рядки	2,5	-0,1	5,5	2,1	20,4	1,2	15,1	1,9
P20N20 наф в рядки	3,0	0,4	7,0	3,6	26,7	7,5	18,8	5,6
HCP _{0,05}	А – 0,6; В – 0,8; А+В – 1,4		А – 0,8; В – 1,1; А+В – 1,6		А – 2,3; В – 3,3; А+В – 4,7		А – 1,4; В – 2,0; А+В – 3,0	

В 2017 году урожай пшеницы, посеваемой по стерне гороха, составил – 4,4 ц/га. Как и в предыдущем году, это связано с экстремальными гидротермическими условиями июня месяца, а

формирование урожайности пшеницы шло в основном за счет запасов почвенной влаги. Достоверное повышение урожайности пшеницы, в сравнении с контролем, на 70 % обеспечивало толь-

ко внесения аммофоса дозой P_{20} в рядки при посеве. Остальные варианты применения удобрений были не эффективны. Урожайность яровой пшеницы, возделываемой по стерне льна в варианте без удобрений, составила 3,4 ц/га, что на 23 % достоверно меньше, чем по стерне гороха. Низкая урожайность пшеницы по стерне льна, связана с низкими запасами почвенной влаги. Внесение минеральных удобрений во всех вариантах достоверно повышало продуктивность пшеницы в сравнении с контролем. Так, аммофос (P_{20}) увеличивал сбор зерна в два раза, а аммиачная селитра (N_{30}) – в 1,6 раза. Внесение нитроаммофоса было достоверно выше контрольного и азотного вариантов, но не имело преимущества перед фосфорным вариантом.

В 2018 г. развитие растений пшеницы во все наиболее важные фазы, проходило в благоприятных погодных условиях. Урожайность пшеницы по гороху в контрольном варианте составила 21,0 ц/га. Применение аммофоса и аммиачной селитры увеличивало сбор зерна на 5,5 и 4,0 ц/га. Использование нитроаммофоса не имело преимущества перед аммофосом и аммиачной селитрой. Урожай пшеницы по стерне льна в контроле составил – 19,2 ц/га, что было на уровне аналогичного варианта по гороховому предшественнику. Применение аммофоса достоверно повышало сбор зерна пшеницы на 5,5 ц/га, по сравнению с контролем. Урожайность пшеницы в азотном варианте была на уровне контроля. Использование нитроаммофоса обеспечивало прибавку на уровне фосфорного варианта.

В 2020 году урожай зерна пшеницы по гороху составил – 13,5 ц/га. Осадки, выпавшие в июне месяце, способ-

ствовали увеличению запасов продуктивной влаги в почве и положительно повлияли на рост и развитие растений пшеницы. Достоверная прибавка зерна пшеницы получена только в фосфорном варианте – 2,0 ц/га. Внесение аммиачной селитры приводило к снижению урожайности пшеницы. Применение нитроаммофоса было не эффективным. Урожайность пшеницы, высеваемой по стерне льна в неудобренном варианте, составила – 13,2 ц/га, что было на уровне аналогичного варианта по стерне гороха. Прибавка зерна в фосфорном варианте составила 5,7 ц/га, на этом же уровне была урожайность при использовании нитроаммофоса. Внесение только азотного удобрения было не эффективно.

Питание растений, проходившее при различных гидротермических условиях изучаемых лет, существенно не влияло на количество макроэлементов в зерне пшеницы и находилось примерно на одном уровне независимо от предшественника и варианта удобрения. Количество элементов в зерне пшеницы колебалось по N в пределах 2,40-2,66 %, по P_2O_5 – 0,30-0,39 %, по K_2O – 0,40-0,48 % (таблица 2).

Вынос элементов питания на 1 тонну основной продукции, был в прямой зависимости от биохимического состава зерна и не сильно различался по годам. Количество отчуждаемого азота в контрольных вариантах независимо от условий года и предшественника было практически одинаковым и варьировало в пределах – 24,5-26,3 кг/т (таблица 3). Аналогичная ситуация отмечалась по фосфору и калию, где вынос был в пределах 3,0-3,9 и 4,0-4,8 кг/т. Минеральные удобрения существенного влияния на вынос макроэлементов не оказывали.

Таблица 2 – Содержание макроэлементов в зерне пшеницы в зависимости от гидротермических условий года и предшественника, %

Вариант	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.
Пшеница по гороху												
Контроль (без удобрений)	2,61	2,52	2,47	2,63	0,39	0,31	0,36	0,39	0,46	0,42	0,36	0,45
P20 аф в рядки	2,54	2,55	2,40	2,59	0,36	0,30	0,34	0,38	0,47	0,43	0,34	0,45
N30 аа в рядки	2,66	2,64	2,59	2,64	0,39	0,32	0,36	0,39	0,45	0,42	0,36	0,45
P20N20 наф в рядки	2,60	2,62	2,50	2,62	0,31	0,32	0,40	0,37	0,48	0,46	0,40	0,44
Пшеница по льну												
Контроль (без удобрений)	2,54	2,52	2,45	2,47	0,38	0,39	0,37	0,38	0,45	0,48	0,44	0,44
P20 аф в рядки	2,59	2,49	2,46	2,44	0,39	0,38	0,36	0,37	0,47	0,40	0,40	0,45
N30 аа в рядки	2,63	2,62	2,51	2,60	0,32	0,33	0,36	0,38	0,46	0,40	0,41	0,44
P20N20 наф в рядки	2,61	2,60	2,50	2,52	0,39	0,38	0,35	0,37	0,47	0,41	0,40	0,46
НСР _{0,5}	0,6				0,1				0,1			

Таблица 3 – Вынос элементов питания зерном пшеницы, кг/т

Вариант	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.
Пшеница по гороху												
Контроль (без удобрений)	26,1	25,2	24,7	26,3	3,9	3,1	3,6	3,9	4,6	4,2	3,6	4,5
P20 аф в рядки	25,4	25,5	24,0	25,9	3,6	3,0	3,4	3,8	4,7	4,3	3,4	4,5
N30 аа в рядки	26,6	26,4	25,9	26,4	3,9	3,2	3,6	3,9	4,5	4,2	3,6	4,5
P20N20 наф в рядки	26,0	26,2	25,0	26,2	3,1	3,2	4,0	3,7	4,8	4,6	4,0	4,4
Пшеница по льну												
Контроль (без удобрений)	25,4	25,2	24,5	24,7	3,8	3,9	3,7	3,8	4,5	4,8	4,4	4,4
P20 аф в рядки	25,9	24,9	24,6	24,4	3,9	3,8	3,6	3,7	4,7	4,0	4,0	4,5
N30 аа в рядки	26,3	26,2	25,1	26,0	3,2	3,3	3,6	3,8	4,6	4,0	4,1	4,4
P20N20 наф в рядки	26,1	26,0	25,0	25,2	3,9	3,8	3,5	3,7	4,7	4,1	4,0	4,6

Если содержание элементов питания в зерне пшеницы и их вынос на 1 тонну не зависели от гидротермических условий года, предшественника и удобрений, то уровень урожая оказывал непосредственное влияние на эту величину. Так, напри-

мер, наибольший вынос всех элементов с гектара в контрольных вариантах, независимо от предшественника отмечался при высокой урожайности пшеницы во влажном 2018 году - N – 47,0 и 51,9 кг/га, P₂O₅ – 7,1 и 7,6 кг/га, K₂O – 7,6 и 8,4 кг/га (таблица 4). Применение минеральных удобрений повышало вынос макроэлементов, за счет увеличения продуктивности. Максимальный вынос отмечался в варианте с нитроаммофосом, где по стерне гороха и льна он составил по азоту – 66,8 и 68,0 кг/га, по фосфору - 9,3 и 10,9, и по калию - 10,7 и 10,9 кг/га.

В засушливых условиях 2012 года количество отчуждаемого азота урожаем пшеницы, возделываемой по гороху в контрольном варианте, составило всего 17,0 кг/га. Внесенные удобрения повышали вынос данного элемента на 14-

29 %. По стерне льна независимо от варианта этот показатель был в два-три раза ниже, чем по стерне гороха. Аналогичная ситуация по изучаемым предшественникам и вариантам была отмечена по выносу фосфора и калия.

В засушливых условиях 2017 года вынос макроэлементов в контрольных вариантах по стерне гороха и льна был наименьшим и составлял по N – 11,1 и 8,6 кг/га, P₂O₅ – 1,4 и 1,3, K₂O – 1,8 и 1,6 кг/га. Максимальный вынос азота зерном пшеницы, возделываемой по гороху был в варианте с аммофосом P20 – 19,1 кг/га, а по стерне льна в варианте с нитроаммофоса P20N20 – 18,2 кг/га. Наибольшее отчуждение фосфора и калия так же было отмечено на аналогичных вариантах по двум предшественникам.

Таблица 4 – Вынос элементов питания зерном пшеницы, кг/га

Вариант	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2020 г.
Пшеница по гороху												
Контроль (без удобрений)	17,0	11,1	51,9	35,5	2,5	1,4	7,6	5,3	3,0	1,8	7,6	6,1
P20 аф в рядки	19,3	19,1	63,6	40,1	2,7	2,3	9,0	5,9	3,6	3,2	9,0	7,0
N30 аа в рядки	20,5	11,9	64,8	27,2	3,0	1,4	9,0	4,0	3,5	1,9	9,0	4,6
P20N20 наф в рядки	21,3	12,1	68,0	33,0	2,5	2,5	10,9	4,7	3,9	2,1	10,9	5,5
Пшеница по льну												
Контроль (без удобрений)	6,6	8,6	47,0	32,6	1,0	1,3	7,1	5,0	1,2	1,6	8,4	5,8
P20 аф в рядки	7,0	16,9	60,8	46,1	1,1	2,6	8,9	7,0	1,3	2,7	9,9	8,5
N30 аа в рядки	6,6	14,4	51,2	39,3	0,8	1,8	7,3	5,7	1,2	2,2	8,4	6,6
P20N20 наф в рядки	7,8	18,2	66,8	47,4	1,2	2,7	9,3	7,0	1,4	2,9	10,7	8,6

В 2020 году количество выносимых элементов питания зерном пшеницы в контрольных вариантах по двум предшественникам было практически одинаковым и составляло по N-32,6-35,5 кг, по P₂O₅ – 5,0-5,3 и по K₂O - 5,8-6,1 кг/га. Максимальный вы-

нос азота зерном пшеницы отмечен: по стерне гороха в варианте P20, по стерне льна - при применении аммофоса P20 и нитроаммофоса P20N20. На этих же вариантах отмечалось наибольшее отчуждение урожаем пшеницы P₂O₅ и K₂O.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В регионах с неустойчивым увлажнением урожайность яровой пшеницы в первую очередь зависит от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом и количеством осадков, выпадающих в июне месяце. Поэтому максимальная урожайность яровой пшеницы была получена в увлажненный 2018 год, независимо от предшественника, а наименьшая в 2012 году. Рядковое внесение аммофоса Р20 достоверно повышало урожай зерна пшеницы во все годы независимо от

увлажнения. Влияние гороха, как предшественника для яровой пшеницы, обеспечивало преимущество по урожаю над стернёй льна только в половине изученных лет. Гидротермические условия, предшественник и удобрения не повлияли на содержание макроэлементов в зерне пшеницы. Вынос азота, фосфора и калия зависел напрямую от уровня урожайности, на которую оказывали влияние погодные условия, предшественник и варианты удобрений.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа подготовлена в рамках программно-целевого финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан BR10764908: «Разработать систему земледелия возделывания сельскохозяйственных культур (зерновых, зернобобовых, масличных и технических культур) с применением элементов технологии возделывания, дифференцированного питания, средств защиты растений и техники для рентабельного производства на основе сравнительного исследования различных технологий возделывания для регионов Казахстана».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области [Текст]: научно-прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова. – Астана. – 2017. – 125 с.
- 2 Зыкин В.А. Экология пшеницы [Текст]: монография/ В.А. Зыкин, В.П. Шмакин, И.А. Белан. – Омск: изд-во ОмГАУ, – 2000. – 124 с.
- 3 Можаяев Н.И. Растениеводство [Текст]/ Н.И. Можаяев, К.К. Аринов, А.Н. Нургаалиев, А.Н. Можаяев. – Акмола. – 1996. – 356 с.
- 4 Рутц Р.И. Научные основы и практические результаты селекции яровой пшеницы и озимых мятликовых культур в Западной Сибири [Текст]/ Р.И. Рутц. - Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ, – 2005. - 624 с.
- 5 Зыкин В.А. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка) [Текст]/ В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов, [и др.] – Уфа. – 2011. – 97 с.
- 6 Вильдфлуш И. Р. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур [Текст]/ И. Р. Вильдфлуш, П. А. Саскевич [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, – 2016. – 383 с.
- 7 Ряховский А.В. Агрономическая химия в приложении к условиям степных районов Российской Федерации [Текст]/ А.В. Ряховский, И.А. Батулин, А.П. Березнёв. - Оренбург. – 2004. – С. 283.
- 8 Елисеев В.И. Влияние систематического внесения различных доз минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы [Текст] / В.И. Елисеев// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6 (62). – С. 16-17.

9 Елисеев В.И. Зависимость содержания белка в зерне яровой мягкой пшеницы от систематического внесения различных доз минеральных удобрений [Текст]/ В.И. Елисеев// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (64). – С. 14-16.

10 Елисеев В.И., Химический состав растений яровой пшеницы и вынос питательных веществ с урожаем при длительном применении удобрений [Текст] / В.И. Елисеев, Р.Р. Абдрашитов// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6 (68). – С. 237-239.

11 Абдрашитов Р.Р. Влияние основного внесения минеральных удобрений на продуктивность яровой твёрдой пшеницы в Оренбургском Предуралье [Текст]/ Р.Р. Абдрашитов// дисс. канд. с.-х. наук. – Оренбург, – 2014. – 220 с.

12 Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтном земледелии [Текст]/ В.И. Кирюшин// Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.

13 Шафран С.А. Развитие исследования по диагностике минерального питания растений [Текст] / С.А. Шафран// Агрохимия. – 2014. – № 3. – С. 3-11.

14 Найдин П.Г. Географические особенности биологического выноса из почвы азота, фосфора и калия [Текст]/ П.Г. Найдин, И.В. Гулидова// Агрохимия. – 1969. – №10. – С. 130-140.

15 Панников В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай [Текст]/ В.Д. Панников, В.Г. Минеев. –М.: Агропромиздат, – 1987. – 512 с.

16 Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата// Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. Вып. 20. – С. 165-177.

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

18 Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв [Текст]/ А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина – Москва: Агропромиздат, – 1986. – 416 с.

19 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта [Текст]/ Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.

20 Зубаилова Г. И. Агрометеорологические показатели формирования урожая яровой пшеницы в лесостепной зоне Красноярского края [Текст]/ Г. И. Зубаилова// Автореф. дис. к. с.-х. н. – Москва. – 1982. – 18 с.

21 Журавлева Н.Н. Изменения урожайности яровой пшеницы в различные по метеоусловиям годы [Текст] /Н.Н. Журавлева, В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова// Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 35-36.

22 Терехова О.Б. Применение научно обоснованных доз минеральных удобрений на землях сельскохозяйственного назначения нижегородской области [текст]/ О.Б. Терехова, Н.В. Родыгина, Г.И. Капитанова// Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – № 1-1 (52). – С. 57-61.

23 Шустикова Е.П. Эффективность длительного использования минеральных удобрений на чернозёме обыкновенном [Текст]/ Е.П. Шустикова, Н.Н. Шаповалова, Е.В. Богатырева// Земледелие. – 2012. – № 3. – С.13-16.

REFERENCES

1 Agroklimaticheskiye resursy Severo-Kazakhstanskoy oblasti [Tekst]: nauch-no-prikladnoy spravochnik / Pod red. S.S. Baysholanova. – Astana. – 2017. – 125 s.

- 2 Zykin V.A. Ekologiya pshenitsy [Tekst]: monografiya/ V.A. Zykin, V.P. Shmakin, I.A. Belan. – Omsk: izd-vo OmGAU, – 2000. – 124 s.
- 3 Mozhayev N.I. Rasteniyevodstvo [Tekst]/ N.I. Mozhayev, K.K. Arinov, A.N. Nurgaliyev, A.N. Mozhayev. – Akmla. – 1996. – 356 s.
- 4 Rutts R.I. Nauchnye osnovy i prakticheskiye rezultaty selektsii yarovoy pshenitsy i ozimyykh myatlikovykh kultur v Zapadnoy Sibiri [Tekst]/ R.I. Rutts. Novosibirsk: RASKhN. Sib. otd-niye. SibNIISKh, – 2005. 624 s.
- 5 Zykin V.A. Ekologicheskaya plastichnost selskokhozyaystvennykh rasteny (metodika i otsenka) [Tekst]/ V.A. Zykin, I.A. Belan, V.S. Yusov, [i dr.] – Ufa. – 2011. – 97 s.
- 6 Vildflush I. R. Sovremennye tekhnologii vozdeleyvaniya selskokhozyay-stvennykh kultur [Tekst]/ I. R. Vildflush, P. A. Saskevich [i dr.]; pod red. I. R. Vildflusha, P. A. Saskevicha. – Gorki: BGSKhA, – 2016. – 383 s.
- 7 Ryakhovsky A.V. Agronomicheskaya khimiya v prilozhenii k usloviyam stepnykh rayonov Rossyskoy Federatsii [Tekst]/ A.V. Ryakhovsky, I.A. Baturin, A.P. Berez-nyov. Orenburg. – 2004. – S. 283.
- 8 Yelisseyev V.I. Vliyaniye sistematicheskogo vneseniya razlichnykh doz mineralnykh udobreny na urozhaynost yarovoy myagkoy pshenitsy [Tekst] / V.I. Yelisseyev// Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 6 (62). – S. 16-17.
- 9 Yelisseyev V.I. Zavisimost sodержaniya belka v zerne yarovoy myagkoy pshenitsy ot sistematicheskogo vneseniya razlichnykh doz mineralnykh udobreny [Tekst]/ V.I. Yelisseyev// Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 2 (64). – S. 14-16.
- 10 Yelisseyev V.I., Khimichesky sostav rasteny yarovoy pshenitsy i vynos pitatelnykh veshchestv s urozhayem pri dlitelnom primenenii udobreny [Tekst] / V.I. Yelisseyev, R.R. Abdrashitov// Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 6 (68). – S. 237-239.
- 11 Abdrashitov R.R. Vliyaniye osnovnogo vneseniya mineralnykh udobreny na produktivnost yarovoy tvyordoy pshenitsy v Orenburgskom Preduralye [Tekst]/ R.R. Abdrashitov// diss. kand. s.-kh. nauk. – Orenburg, – 2014. – 220 s.
- 12 Kiryushin V.I. Upravleniye plodorodiyem pochv i produktivnostyu agrotsenozov v adaptivno-landshaftnom zemledelii [Tekst]/ V.I. Kiryushin// Pochvovedeniye. – 2019. – № 9. – S. 1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
- 13 Shafran S.A. Razvitiye issledovaniya po diagnostike mineralnogo pitaniya rasteny [Tekst] / S.A. Shafran// Agrokimiya. – 2014. – № 3. – S. 3-11.
- 14 Naydin P.G. Geograficheskiye osobennosti biologicheskogo vynosa iz pochvy azota, fosfora i kaliya [Tekst]/ P.G. Naydin, I.V. Gulidova// Agrokimiya. – 1969. – №10. – S. 130-140.
- 15 Pannikov V.D. Pochva, klimat, udobreniye i urozhay [Tekst]/ V.D. Pannikov, V.G. Mineyev. – M.: Agropromizdat, – 1987. – 512 s.
- 16 Selyaninov G.T. O selskokhozyaystvennoy otsenke klimata// Trudy po selskokhozyaystvennoy meteorologii. – 1928. Vyp. 20. – S. 165-177.
- 17 Bakayev N.I., Vasko I.A. Metodika opredeleniya vlazhnosti pochvy v agrotekhnicheskikh opytakh [Tekst]/ N.I. Bakayev, I.A. Vasko// Metodicheskiye ukazaniya i rekomendatsii po voprosam zemledeliya. – Tselinograd. – 1975. – S. 57-80.
- 18 Vadyunina A.F. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv [Tekst]/ A.F. Vadyunina, Z.A. Korchagina – Moskva: Agropromizdat, – 1986. – 416 s.

19 Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Tekst]/ B.A. Dospekhov. – М.: Agropromizdat, – 1985. – 351 s.

20 Zubailova G. I. Agrometeorologicheskiye pokazateli formirovaniya urozhaya yarovoy pshenitsy v lesostepnoy zone Krasnoyarskogo kraya [Tekst]/ G. I. Zubailova// Avtoref. dis. k. s.-kh. n. – Moskva. – 1982. – 18 s.

21 Zhuravleva N.N. Izmeneniya urozhaynosti yarovoy pshenitsy v razlichnye po meteorosloviyam gody [Tekst] /N.N. Zhuravleva, V.A. Sapega, G.Sh. Tursumbekova// Zemledeliye. – 2010. – № 1. – S. 35-36.

22 Terekhova O.B. Primeneniye nauchno obosnovannykh doz mineralnykh udobreny na zemlyakh selskokhozyaystvennogo naznacheniya nizhegorodskoy oblasti [tekst]/ O.B. Terekhova, N.V. Rodygina, G.I. Kapitanova// Mezhdunarodny zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. – 2021. – № 1-1 (52). – S. 57-61.

23 Shustikova Ye.P. Effektivnost dlitel'nogo ispolzovaniya mineralnykh udobreny na chernozyome obyknovennom [Tekst]/ Ye.P. Shustikova, N.N. Shapovalova, Ye.V. Bogatyreva// Zemledeliye. – 2012. – № 3. – S.13-16.

ТҮЙІН

Е.В. Мамыкин^{1*}, Я.П. Наздрачев¹, П.Е. Назарова²

ВЕГЕТАЦИЯ КЕЗЕҢІНІҢ АГРОКЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНЫҢ ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙ ШЫҒЫМЫНА ӘСЕРІ ЖӘНЕ ҚОРЕКТІК ЭЛЕМЕНТТЕРДІ АЛУ

¹ЖШС «А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы», 021601 Ақмола облысы, Шортанды ауданы, Шортанды-1, Бараев көшесі, 15, Қазақстан, e-mail: tsenter-zerna@mail.ru

²«Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КЕАҚ, 010000, Нұр-Сұлтан қаласы, Жеңіс даңғылы, 62, Қазақстан, e-mail: office@kazatu.kz

Жұмыста жаздық жұмсақ бидайдың өнімділігіне және макроэлементтердің жойылуына әртүрлі гидротермиялық жағдайлардың, прекурсорлар мен минералды тыңайтқыштардың әсері туралы зерттеулер берілген. Бидай ауыспалы егіспен нөлдік өңдеу технологиясымен әкті қара топырақта Н.П. А.И. Бараев. Асбұршаққа арналған бидай себу алдында топырақтың бір метрлік қабатындағы өнімді ылғалдың максималды мөлшері 2018 жылы – 130 мм, ең азы 2020 жылы – 84,5 мм болғаны анықталды. Зығыр егілген бидайда өнімді ылғалдың ең көп мөлшері 2017 жылы – 125,1 мм, ал ең азы 2012 жылы – 58,9 мм болды. Бақылау нұсқасында бұршақ және зығыр сабанына егілген жаздық бидайдың максималды өнімділігі 2018 жылы – 21,0 және 19,2 ц/га, ал ең төменгісі – 2012 жылы – 6,5 және 2,6 ц/га алынды. Асбұршақ бидайдың прекурсоры ретінде зерттелген жылдардың 50%-ында ғана зығыр сабағымен салыстырғанда оның өнімділігіне әсер етті. Екі предшественниктердің мәліметтері бойынша, егіс кезінде қатарларға аммофос Р20 енгізгенде зерттелген төрт жыл ішінде айтарлықтай өсім алынды, ол вегетациялық кезеңнің гидротермиялық жағдайына байланысты 1,1-ден 5,7 ц/га-ға дейін болды. Бидай дәніндегі макроэлементтердің мөлшеріне вегетациялық кезеңнің ылғалдылығы, алдыңғы және тыңайтқыштар айтарлықтай әсер еткен жоқ. Бидай дәнінің азотты, фосфорды және калийді жоюы өнімге байланысты болды, оның деңгейіне алдыңғы және тыңайтқыштардың ауа райы жағдайлары әсер етті. Эксперименттің екі предшественнигі мен нұсқалары үшін макронутриенттердің ең көп жойылуы 2018 жылы, ал ең азы - 2012 жылы байқалды.

Түйінді сөздер: өнімді ылғал, минералды тыңайтқыштар, азот, фосфор, жою, нөлдік технология, жаздық бидай.

SUMMARY

E.V. Mamykin^{1*}, Ya.P. Nazdrachev¹, P.E. Nazarova²

INFLUENCE OF AGROCLIMATE CONDITIONS OF THE VEGETATION PERIOD ON YIELD OF SPRING SOFT WHEAT AND REMOVAL OF NUTRITION ELEMENTS

LLP "A.I. Barayev Research and production center for grain farming", 021601
Akmola region, Shortandy district, Shortandy-1 village, Barayev street, 15, Kazakhstan,
e-mail: tsenter-zerna@mail.ru

²NJSC "Kazakh Agrotechnical University named after Saken Seifullin", 010000,
Nur-Sultan, Zhenis Avenue, 62, Kazakhstan, e-mail: office@kazatu.kz

The paper presents studies on the effect of various hydrothermal conditions, precursors and mineral fertilizers on the yield and removal of macronutrients by spring soft wheat. Wheat was cultivated in crop rotation with zero tillage technology on calcareous chernozem at N.P. A.I. Barayev. It has been established that the maximum content of productive moisture in a meter layer of soil before sowing wheat for peas was observed in 2018 - 130 mm, the minimum in 2020 - 84.5 mm. On wheat sown on flax, the largest amount of productive moisture was noted in 2017 - 125.1 mm, and the smallest in 2012 - 58.9 mm. The maximum yield of spring wheat sown on pea and flax stubble in the control variant was obtained in 2018 - 21.0 and 19.2 c/ha, and the minimum in 2012 - 6.5 and 2.6 c/ha. Peas as a precursor for wheat provided an impact on its yield in comparison with flax stubble only in 50% of the studied years. According to the two predecessors, a significant increase over the four studied years was obtained when ammophos P20 was introduced into the rows during sowing, which, depending on the hydrothermal conditions of the growing season, ranged from 1.1 to 5.7 c/ha. The humidity of the growing season, the predecessor and fertilizers did not have a significant effect on the content of macronutrients in wheat grain. The removal of nitrogen, phosphorus and potassium by wheat grain depended on the yield, the level of which was influenced by the weather conditions of the predecessor and fertilizers. The largest removal of macronutrients for the two predecessors and variants of the experiment was noted in 2018, and the smallest - in 2012.

Key words: productive moisture, mineral fertilizers, nitrogen, phosphorus, removal, zero technology, spring wheat.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Мамыкин Евгений Владимирович – научный сотрудник лаборатории «Агрохимии и удобрений», магистр, e-mail: tamykin_ev@mail.ru

2 Наздрачев Яков Павлович – старший научный сотрудник лаборатории «Агрохимии и удобрений», кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: yakov.n.81@mail.ru

3 Назарова Перизат Ержанаткызы – докторант PhD НАО «Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина», e-mail: nazarova_perizat@mail.ru