

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2023. -№ 4 (119). - С.19-34. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.4 (119).1536

УДК 551.586:633.1

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРОХА: МЕРЫ АДАПТАЦИИ

Ақшалов Канат Ашкеевич

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева»
п. Шортанды-1, Казахстан
E-mail: kanatakshalov@mail.ru*

*Байшоланов Сакен Советович
Кандидат географических наук*

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева»
п. Шортанды-1, Казахстан
E-mail: saken_baisholan@mail.ru*

Кужинов Марат Багитжанович

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»
п. Шортанды-1, Казахстан
E-mail: kuzhinov62@mail.ru*

Сулейменов Мехлис Касымович

*Академик Национальной Академии Наук Республики Казахстан
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева»
п. Шортанды-1, Казахстан
E-mail: mekhlis@yahoo.com*

Баймуканова Олеся Николаевна

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева»
п. Шортанды-1, Казахстан
E-mail: olesya_baymukanova@mail*

Жумабек Бакытбек

PhD

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева»
п. Шортанды-1, Казахстан
E-mail: zhumbabek.84@mail.ru*

Аннотация

Интенсификация устойчивого производства гороха в условиях изменения агрометеорологических показателей зависит от совершенствования и разработки систем обработки почвы и посева. Идея исследований - рациональное использование природных и климатических ресурсов по агроэкологическим зонам страны, интенсификация устойчивого производства гороха на основе разработки систем обработки почвы и посева в плодосменных севооборотах. Изучение систем обработки почвы и посева проводилось в многолетних стационарных полевых опытах на южных карбонатных и обыкновенных черноземных почвах. В статье рассматривается эффективность различных систем обработки почвы и посева и их влияние на водно-физические свойства почвы, плодородие почвы, засорённость посевов, на повышение устойчивости производства гороха в засушливых условиях. Результаты исследований показали эффективность минимальных систем обработки почвы и прямого посева в эффективном использовании почвенных и водных ресурсов.

Проведен анализ взаимосвязи многолетних агрометеорологических показателей и систем выращивания с продуктивностью культуры гороха в Северном Казахстане. Коэффициент корреляции продуктивности гороха с агрометеорологическими факторами составляет 0,83. Включение культуры гороха в севооборот является одним из путей диверсификации растениеводства и повышения финансовой устойчивости сельхозтоваропроизводителей. Система прямого посева и минимальная система обработки почвы снижают себестоимость производства единицы продукции гороха на 35-40%. Применение системы минимальной обработки почвы и прямого посева в засушливые годы повышает урожайность гороха более чем в 6 раз в сравнении с традиционной системой обработки почвы. Во влажные годы урожайность зерна гороха на фонах минимальной обработки почвы и прямого посева повышается в 1,5-2,0 раза. Применение азотных и фосфорных удобрений повышает продуктивность гороха на 1.5 ц/га. Интенсификация систем выращивания гороха направлена на эффективное использование агроклиматических показателей, снижение вариации урожайности гороха в зависимости от погодных условий. Установлена закономерность продуктивности гороха в зависимости от степени обеспеченности ресурсами тепла и влаги по почвенным зонам.

Ключевые слова: изменение климата; горох; прямой посев; минимальная система обработки почвы; традиционная система обработки почвы; удобрения; продуктивность.

Введение

Изменение климата становится реальностью современности и оказывает существенное влияние на сельскохозяйственный сектор экономики Казахстана. Горох в основном выращивается в засушливой и острозасушливой зоне. Основной лимитирующий фактор устойчивой продуктивности гороха – недостаток влаги в фазу цветения. Влияние недостатка влаги усиливается с проявлением засухи и увеличением продолжительности жарких дней в этот период. Интенсификация устойчивой продуктивности гороха смягчает отрицательное влияние климатических рисков при выращивании гороха. Повышение коэффициента использования влаги зимних и летних осадков на основе адаптации новых систем обработки почвы и посева являются основными факторами интенсификации устойчивой продуктивности гороха в засушливой зоне. Для долгосрочной устойчивости производства как зерна гороха, так и других культур, первоочередной задачей являются знание закономерностей и тенденций изменения агрометеорологических факторов.

Горох (*Pisum sativum*) является наиболее распространённой зернобобовой культурой в полевых севооборотах Северного Казахстана. Горох имеет важное значение как продовольственная, зернофуражная и кормовая культура, является ценным источником растительного белка. Посевы гороха на зерно занимают в Северо-Казахстанской области до 90, 0 тыс. гектаров, Костанайской – 40,1, в Павлодарской – 4,5 и в Акмолинской-22.2 тыс. гектаров [1]. Культура гороха является компонентом в зла-

ково-бобовых травосмесях на корм. Урожайность гороха в последние годы по северным областям Казахстана варьирует от 8,7 до 12.3 ц/га [1].

Зернобобовые культуры, главным образом горох, являются важным элементом диверсификации растениеводства в системе плодосменных севооборотов взамен зернопаровым севооборотам с монокультурой пшеницы [2]. В зоне с устойчивым увлажнением России горох ценен тем, что обогащает почву азотом [3]. Это связано с функционированием клубеньковых бактерий, поселяющихся на его корнях и усваивающих азот из атмосферы. По результатам отдельных исследователей в отдельные годы отмечается повышение урожайности и качества зерна пшеницы при её выращивании в севооборотах после зернобобовых культур, в том числе и после гороха [4]. В условиях Карабалыкской СХОС (Костанайская область) на обыкновенных черноземных почвах урожайность яровой пшеницы после гороха формировался на уровне пшеницы 2 культурой после парового поля [4]. Положительное последствие культура гороха на качество зерна пшеницы по сравнению с другими предшественниками проявляется в отдельные годы.

При размещении гороха в полевых севооборотах существенно улучшается фитосанитарное состояние зерновых культур при посеве после гороха. В посевах бобовых культур успешно контролируются все виды злаковых сорных растений, в том числе многолетних (пырей, острец). В посевах злаковых культур

сложнее контролировать эту группу сорных растений. Контролируются также вредители и другие патогены, специализирующиеся на зерновых культурах.

Повышение эффективности производства гороха важно для развития животноводства, производства высокобелковых кормов.

Выращивание в плодосменном севообороте гороха и других зернобобовых культур, различающегося по биологии развития от злаковых культур, способствует восстановлению баланса минерального питания и улучшению водно-физических свойств почвы [5 - 11].

По данным ученых Канады, диверсифицированные севообороты с заменой парового поля посевами гороха, чечевицы и других бо-

бовых культур способствуют фиксации азота и улучшают почвенные характеристики [12,13].

Интенсификация земледелия в Северном Казахстане, основанная на агробиоразнообразии является резервом эффективного использования климатического потенциала природных зон. Традиционная система земледелия, основанная на интенсивных механических обработках почвы и зернопаровых севооборотах, снижает углеродный баланс, приводит к водной и ветровой эрозии почв [14]. Минимальные системы обработки почвы и прямой посев по стерне позволяет эффективно использовать финансовые ресурсы, сохраняет плодородие почв [15,16,17].

Материалы и методы

Для анализа метеорологических условий проведен анализ и использован многолетний ряд данных метеорологических станций Карабалык и Шортанды, данные РГП «Казгидромет» Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (МЭПР РК) за период 1991-2023 годы. Метеостанция «Карабалык» (Карабалыкская СХОС) и метеостанция «Шортанды» (НПЦЗХ им. А.И. Бараева) расположены в слабо увлажненной умеренно теплой агроклиматической зоне [18,19].

Для характеристики агрометеорологических условий были использованы показатели тепло- и влагообеспеченности:

1. Сумма осадков за холодный период года (октябрь–апрель), которая формирует весенние влагозапасы почвы;

2. Сумма осадков за активную часть вегетационного периода яровых культур (май-июль);

3. Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С за май-июль;

4. Количество неблагоприятно жарких дней для роста и развития сельскохозяйственных культур умеренного тепла, когда максимальная температура воздуха превышает 32 °С;

5. Коэффициент увлажнения К, характеризующее влагообеспеченность вегетационного периода, который включает в себе осадки холодного периода (ноябрь-апрель), осадки и температуру воздуха за вегетационный период (май-июль);

6. Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), характеризующий засушливость вегетационного периода (май-июль).

Исследования по изучению продуктивности гороха в зависимости от различных систем обработки почвы проводились в Научно-производственном Центре зернового хозяйства им. А.И. Бараева (Шортанды, Акмолинская область) и на Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции (Научный, Костанайская область) на южных карбонатных и обыкновенных черноземных почвах. Механический состав южных черноземных почв в основном тяжелосуглинистый. Мощность гумусового горизонта почв составляет 45-47 см. Содержание гумуса на целине составляет 5-6 до 7%, азота 0,3-0,35%, на старопашне соответственно 4-5 и 0,25-0,30%. Характеризуются низким содержанием фосфора. Карбонатность черноземов южных карбонатных обнаруживается с поверхности или с глубины 28-30 см, гипс - в пределах 100-120 см. Характерной особенностью почв являются большие запасы нитратного азота в профиле. По химическим и агрофизическим показателям эти почвы близки к обыкновенным черноземам. Карабалыкская СХОС расположена на северо-западе Костанайской области в зоне обыкновенных черноземов. Черноземы обыкновенные занимают северную часть подзон черноземов степной зоны области, типичными среди которых являются черноземы обыкновенные среднегумусные тяжелого и среднесуглинистого механического состава. Развиваются в условиях умеренно-увлажненной степи.

Система обработки почвы на южных черноземных почвах (Шортанды) изучалась в плодосменном севообороте горох-пшеница-

пшеница-лён-пшеница. На обыкновенных черноземных почвах (Карабалыкской СХОС) горох высевался в зернопаро-плодосменном севообороте (пар-пшеница-пшеница-пшеница-горох-пшеница-лён-пшеница).

При традиционной системе выращивания применялись механические обработки почвы: осенняя глубокая плоскорезная обработка, ранневесеннее выравнивание, предпосевная культивация. Посев гороха проводился сеялкой-культиватором с сошниками сплошного посева. Минимальная система выращивания гороха предусматривала сокращение глубины основной обработки почвы в осенний период, сочетание гербицидных и механических обработок почвы в весеннее время для контроля сорных растений, посев проводился сеялками с анкерными рабочими органами. При прямом посеве исключались все механические обработки почвы. Посев проводился по необработанной стерне сеялками с анкерными сошниками. За 7-10 дней до посева проводилась обработка участка гербицидами сплошного действия. Высевался сорт гороха «Аксайский усатый 55». Минеральные удобрения вноси-

лись одновременно с посевом. В период вегетации проводилась обработка посевов гербицидами против двудольных и злаковых сорняков. Обработка посевов инсектицидами и фунгицидами проводилась факультативно.

На экспериментальных участках проводился мониторинг снегоотложения, изучалась динамика водного и питательного режимов почвы в различных агроэкосистемах. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом [20], содержание доступного фосфора в почве на южных карбонатных чернозёмах определялось по методу Мачигина, на обыкновенных чернозёмах – по Чирикову, нитратный азот в почве определялся дисульфо-феноловым методом Грандваль-Ляжу [21,22]. Измерения высоты снежного покрова проводились маршрутным обследованием перед началом снеготаяния в марте месяце на выделенных участках. В отдельные годы перед уборкой урожая проводилась десикация посевов гербицидами сплошного действия. Способ уборки - прямое комбинирование с измельчением и разбрасыванием соломы по поверхности поля.

Результаты

Для условий Северного Казахстана характерными становятся обильные осадки во второй половине зимнего периода и во второй половине вегетации сельскохозяйственных культур, отличающиеся от многолетних [18,19]. В степной, лесостепной и сухостепной почвенно-климатических зонах Казахстана годовое количество осадков составляет 280-340 мм и испаряемость составляет 450-650 мм. Сумма осадков за холодный период года (октябрь-апрель) в среднем составляет 140-150 мм в Северо-Казахстанской, Костанайской и Акмолинской областях. Как показывает анализ, сумма осадков за холодный период года за последние 32 года имеет тенденцию роста в Акмолинской и Костанайской областях. Среднегодовая сумма осадков за год равна 327 мм. За

вегетационный период май-август месяцы выпадает в среднем около 140 мм. По среднеголетним данным максимум продуктивных осадков в летний период выпадает в июле (51 мм). В последние годы эта тенденция изменилась.

В условиях Костанайской области в зоне обыкновенных черноземных почв гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период по Карабалыкскому району составляет 0,89. Среднегодовая сумма осадков за год равна 368 мм. За вегетационный период (май-август) выпадает в среднем 195 мм.

Для оценки технологий выращивания гороха проанализированы многолетние данные по погодным условиям в 2-х почвенно-климатических зонах Казахстана (Таблица 1).

Таблица 1 – Количество осадков в период вегетации сельскохозяйственных культур в годы проведения исследований в различных почвенных зонах

| Годы | Май | Июнь | Июль | Август | Вегетационный период | С/х год |
|---|------|------|------|--------|----------------------|---------|
| Зона обыкновенных черноземных почв (Карабалыкская СХОС) | | | | | | |
| 2012 | 19,4 | 24,8 | 14,0 | 63,4 | 121,6 | 267,9 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 2013 | 29,7 | 18,4 | 164,1 | 203,9 | 416,1 | 654,5 |
| 2014 | 51,5 | 29,0 | 153,4 | 26,4 | 260,3 | 422,8 |
| 2015 | 72,8 | 83,8 | 20,9 | 27,5 | 205,0 | 368,5 |
| 2016 | 17,0 | 89,9 | 72,8 | 21,1 | 200,8 | 495,5 |
| 2017 | 58,6 | 53,5 | 71,5 | 25,8 | 209,4 | 391,9 |
| 2018 | 32,7 | 46,5 | 78,7 | 39,6 | 197,5 | 345,0 |
| 2019 | 15,6 | 28,3 | 62,5 | 51,4 | 157,8 | 308,6 |
| 2020 | 41,8 | 22,4 | 12,7 | 41,5 | 118,4 | 324,6 |
| Среднегодовое (1981-2020) | 35,2 | 50,6 | 65,0 | 41,8 | 192,6 | 365,4 |
| Зона южных черноземных почв (НПЦЗХ им. А.И. Бараева) | | | | | | |
| 2012 | 9,2 | 29,3 | 67,6 | 3,8 | 109,9 | 207,1 |
| 2013 | 31 | 11,6 | 90 | 38,2 | 170,8 | 398,7 |
| 2014 | 22,7 | 24,0 | 60,4 | 63,6 | 170,7 | 427,4 |
| 2015 | 61,6 | 83,7 | 48,5 | 23,9 | 217,7 | 415,9 |
| 2016 | 13,3 | 45,7 | 127,7 | 35,8 | 222,5 | 391,3 |
| 2017 | 33,8 | 20,8 | 43,2 | 5,7 | 103,5 | 33,8 |
| 2018 | 41,9 | 69,3 | 47,1 | 85,8 | 244,1 | 429,3 |
| 2019 | 10,1 | 40,5 | 15,5 | 26,0 | 92,1 | 308,4 |
| 2020 | 1,0 | 50,1 | 46,6 | 27,3 | 125,0 | 409,1 |
| 2021 | 12,1 | 18,3 | 31,9 | 37,8 | 100,1 | 274,5 |
| 2022 | 16,9 | 22,2 | 52,9 | 25,2 | 117,2 | 246,6 |
| Среднегодовое (1936-2016) | 35,0 | 40,0 | 51,0 | 31,0 | 157,0 | 320,4 |

Данные таблицы 1 показывают неустойчивый характер погодных условий. Например, в условиях Костанайской области с 2012 по 2020 годы количество осадков в июне месяце варьировало от 18,4 мм (2013 г) до 89,9 мм (2016 г). Аналогичная ситуация с осадками в вегетационный период и в другие месяцы. Наименьшее количество осадков за вегетационный период выпало в 2012 и 2020 годах (121,6 мм и 118,4 мм при среднегодовом уровне 192,6 мм). Наибольшее количество осадков выпадало в 2014 и 2013 годах (260,3 мм и 416,1 мм).

В зоне южных карбонатных черноземных

почв сумма атмосферных осадков в июне варьировала от 11,6 мм (2013 г) до 83,7 мм (2015 г). Сумма осадков за вегетационный период варьировала 92,1 мм (2019 г.) до 244,1 мм (2018 г).

Например, по данным метеостанции «Карабалык» (север Костанайской области) и Акколь (центр Акмолинской области) за последние 41 год (1981-2021 гг.) количество жарких дней имеет тенденцию роста. Самым жарким был 1998 год, когда КЖД доходило до 25-30 дней за лето. Также жаркими были 2010, 2012, 2020, 2021, 2022 гг. (рисунок 1) [18,19].

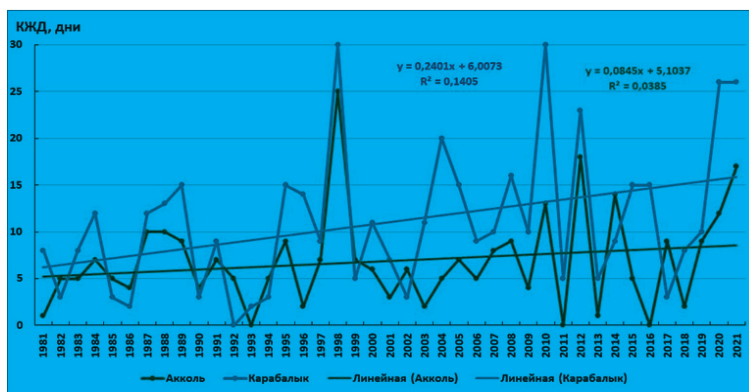


Рисунок 1 – Многолетняя динамика количества жарких дней

В Таблице 1 приведены фактические значения и нормы (средние за 1991-2023 гг.) агрометеорологических показателей на МС «Карабалык» и «Шортанды» ($\sum R_{10-4}$ - сумма осадков за октябрь–апрель, $\sum R_{5-7}$ - сумма осадков за май-июль, $\sum T_{эф57}$ - сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С за май-июль, $T_{\geq 2}$ – количество жарких дней, К - коэффициент увлажнения, ГТК - гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова).

Таблица 2 – Значения агрометеорологических показателей в вегетационный период 2023 года

| МС | Год | $\sum R_{10-4}^*$, мм | $\sum R_{5-7}$, мм | $\sum T_{эф57}$, °С | $T_{\geq 2}$, °С | К | ГТК |
|-------------|---------|------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|------|------|
| «Карабалык» | 2023 г. | 146 | 75 | 1294 | 15 | 0,65 | 0,43 |
| | норма | 147 | 144 | 1204 | 11 | 1,05 | 0,90 |
| «Шортанды» | 2023 г. | 175 | 25 | 1275 | 14 | 0,50 | 0,15 |
| | норма | 105 | 110 | 1150 | 8 | 0,80 | 0,70 |

* - месяц

Пол данным метеостанции «Карабалык», за холодный период года выпали осадки около нормы (146 мм), что было достаточно для формирования средних весенних влагозапасов почвы. Далее в период вегетации, с мая по июль месяц, выпали очень мало осадков – 2 раза ниже нормы (75 мм). За период май-июль температурный фон был выше нормы, и сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С накопилась на 90 °С больше нормы, что привело к более раннему созреванию яровых культур. Количество жарких дней за лето превышало норму и составило 15 дней. В результате дефицита летних осадков и высокой температуры воздуха летом, влагообеспеченность вегетационного периода характеризовалась как «недостаточная влагообеспеченность» (К=0,65). Обычно в средних (климатических) условиях влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «оптимальная и устойчивая влагообеспеченность» (К=1,05). В вегетационный период (май-июль) установилась умеренная засуха (ГТК=0,43). Обычно в средних (климатических) условиях вегетационный период бывает не засушливым (К=0,90). В районе метеостанции «Карабалык» в 2023 году для роста и развития яровых культур сложились неблагоприятные погодные условия.

По данным метеостанции «Шортанды», за холодный период года выпали осадки выше нормы на 70 мм (175 мм), что было благоприятно для формирования хороших весенних влагозапасов почвы. Далее в период вегетации, с мая по июль месяц, выпали очень мало осадков – 4 раза ниже нормы (25 мм). За период май-июль температурный фон был выше нормы, и сумма эффективных температур воздуха выше 5°С накопилась на 125 °С больше нормы, что привело к более раннему созреванию яро-

вых культур. Количество жарких дней за лето превышало норму и составило 14 дней. В результате дефицита летних осадков и высокой температуры воздуха летом, влагообеспеченность вегетационного периода характеризовалась как «умеренный дефицит влаги» (К=0,50). Обычно в средних (климатических) условиях влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность» (К=0,80). В вегетационный период (май-июль) установилась сильная засуха (ГТК=0,15). Обычно в средних (климатических) условиях вегетационный период бывает слабо засушливым (К=0,70). Таким образом, в районе МС «Шортанды» в 2023 году для роста и развития яровых культур сложились неблагоприятные погодные условия.

В Северном Казахстане основное количество снега выпадает во второй половине зимнего периода. Основное количество летних осадков также выпадает во второй половине вегетации сельскохозяйственных культур [18]. В степной, лесостепной и сухостепной зонах Казахстана годовое количество осадков составляет 280-340 мм и испаряемость - 450-650 мм. Сумма осадков за холодный период года (октябрь-апрель) в Северо-Казахстанской, Костанайской и Акмолинской областях составляет в среднем 140-150 мм. В Акмолинской и Костанайской областях за последние 32 года сумма осадков за холодный период года имеет тенденцию роста [19].

В Шортандинском районе Акмолинской области гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период 0,75-0,79. Это слабо засушливая, умеренно тёплая степная зона. Среднегодовая сумма осадков за год равна 320 мм. За вегетационный период (май-август) выпадает в среднем 157 мм.

В условиях Акмолинской области эта тенденция повторилась в 2023 году. Обычными становятся температуры воздуха выше 35 градусов с проявлениями суховеев в вегетационный период.

В условиях черноземных почв культура

гороха формирует меньше почвенной влаги по сравнению с другими предшественниками ввиду невысокой растительной массы после уборки и формирования меньшего количества снежной массы (таблица 2).

Таблица 3 – Сравнительная эффективность формирования запасов почвенной влаги после различных предшественников (2012-2020)

| Почва | Культура/предшественник | Запасы влаги в слое почвы, мм | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------|-------|
| | | 0-30 | 0-50 | 0-100 |
| Чернозем южный, Акмолинская область | Яровая пшеница (стерневой фон) | 64,2 | 75,8 | 121,3 |
| | Горох (механическое снегозадержание) | 39,5 | 60,5 | 87,2 |
| | Лен (механическое снегозадержание) | 24,5 | 87,0 | 81,4 |
| | Паровое поле | 52,8 | 85,0 | 137,8 |

После гороха, как предшественника, необходимы агротехнические мероприятия по сохранению почвенной влаги от испарения. Хорошие весенние запасы почвенной влаги при посеве гороха формируются за счет накопления снега по стерневому предшественнику после яровой пшеницы.

В таблице 3 представлены данные по динамике запасов почвенной влаги в посевах гороха в зависимости от систем обработки почвы.

Таблица 4 – Динамика запасов продуктивной влаги в почве в посевах гороха в среднем за 2012-2020 годы, мм. (чернозёмы обыкновенные)

| Технологии | Перед посевом | Ветвление | Цветение |
|--------------|---------------|-----------|----------|
| Традиционная | 108,1 | 70,4 | 57,8 |
| Прямой посев | 117,3 | 81,6 | 61,8 |

На наиболее важных этапах развития гороха более высокие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы отмечены на фонах прямого посева. Стерня и другие растительные остатки, остающиеся на поверхности почвы после уборки предшественников, способствуют меньшему испарению и более экономному расходованию почвенной влаги при данной системе возделывания.

Согласно зональным рекомендациям, горох в опытах высевался с нормой 1,0 млн всхожих семян на гектар. Ввиду особенностей семян гороха, существенных различий в зависимости от систем выращивания не наблюдается (таблица 4).

Таблица 5 – Полевая всхожесть семян и количество растений гороха перед уборкой (чернозёмы обыкновенные, 2012-2020 гг.)

| Удобрения | Число растений в фазе полных всходов, шт./м ² | Полевая всхожесть семян, % | Число растений перед уборкой, шт./м ² |
|-------------------------|--|----------------------------|--|
| Традиционная технология | | | |
| Б/у | 81,3 | 81,3 | 70,7 |
| N30 | 81,9 | 81,9 | 67,2 |
| N30P20 | 86,4 | 86,4 | 72,8 |
| Средние | 83,2 | 83,2 | 70,2 |
| Прямой посев | | | |
| Б/у | 81,4 | 81,4 | 73,4 |

Продолжение таблицы 5

| | | | |
|---------|------|------|------|
| N30 | 78,8 | 78,8 | 69,3 |
| N30P20 | 81,1 | 81,1 | 75,1 |
| Средние | 80,4 | 80,4 | 72,6 |

Как видно из таблицы 4, прямой посев и традиционная система выращивания гороха не имеют между собой существенных различий по полевой всхожести семян и густоте стояния растений перед уборкой. Прямой посев гороха в необработанную стерню не влияет отрицательно на эти показатели. Многие земледельцы опасаются, что внесение минеральных удобрений в один рядок с семенами может отрицательно повлиять на полноту всходов. Проведённые исследования показывают, что минеральные удобрения в одном рядке с семенами не снижают их полевую всхожесть.

Способы посева и системы обработки почвы влияют не только на густоту стояния куль-

турных растений, но и на количество сорняков в посевах. В посевах гороха наиболее вредоносными являются двудольные сорняки. Особенно многолетние корнеотпрысковые. Эффективность применения гербицидов против двудольных сорняков в посевах гороха ограничена.

Из многолетних корнеотпрысковых сорняков в посевах гороха в опытах преобладали виды осота, вьюнок полевой, молоко татарский. Из однолетних и малолетних двудольных сорняков чаще присутствовали щирица запрокинутая, марь белая, липучка ежевидная (таблица 5).

Таблица 6 – Динамика засорённости посевов гороха в зависимости от системы выращивания (обыкновенный чернозём, 2012-2020 гг.)

| Система обработки почвы | Сорняки | Полные всходы, шт./м ² | Перед уборкой, шт./м ² |
|-------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Традиционная | Всего | 57,2 | 27,3 |
| | Многолетние | 5,8 | 1,2 |
| | Однолетние | 51,4 | 26,1 |
| Прямой посев | Всего | 37,2 | 18,4 |
| | Многолетние | 3,0 | 0,8 |
| | Однолетние | 34,2 | 17,6 |

Эффективная система контроля сорных растений на основе гербицидов при прямом посеве снижает засорённость посевов гороха (таблица 5). Из злаковых сорняков в посевах гороха присутствовали в основном просовидные сорняки: просо сорно-полевое, просо куриное, щетинники. Систематическое внесение минеральных удобрений в стартовых дозах улучшает пищевой режим почвы (таблица 6).

Таблица 7 – Динамика содержания в почве нитратного азота (мг/кг почвы) и подвижного фосфора (мг/100г почвы) в посевах гороха в среднем за 2012-2020 годы (чернозёмы обыкновенные)

| Система обработки почвы | Удобрения | После посева | | Цветение | | После уборки | |
|-------------------------|---------------|------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|--|
| | | N-NO ₃ 0-40 см | P ₂ O ₅ 0-20 см | N-NO ₃ 0-40 см | P ₂ O ₅ 0-20 см | N-NO ₃ 0-40 см | P ₂ O ₅ 0-20 см |
| Традиционная | Без удобрений | 7,6 | 8,8 | 5,1 | 8,7 | 6,5 | 7,6 |
| | N30 | 10,8 | 9,5 | 5,5 | 8,9 | 6,9 | 7,9 |
| | N30P20 | 10,3 | 9,5 | 5,7 | 9,5 | 7,6 | 8,4 |
| Прямой посев | Средние | 9,5 | 9,3 | 5,5 | 9,0 | 7,0 | 7,9 |
| | Без удобрений | 7,5 | 8,4 | 4,4 | 8,3 | 6,8 | 7,3 |
| | N30 | 9,1 | 9,3 | 5,6 | 8,8 | 7,6 | 7,8 |
| | N30P20 | 9,7 | 9,4 | 4,7 | 9,3 | 7,2 | 7,6 |
| | Средние | 8,8 | 9,1 | 4,9 | 8,8 | 7,2 | 7,6 |
| Средние по культуре | | 9,2 | 9,2 | 5,2 | 8,9 | 7,1 | 7,8 |

В условиях Карабалыкской СХОС во всех фазах роста и развития гороха несколько более высокое содержание доступных форм азота и фосфора было отмечено на удобренных фонах. Содержание в почве азота подвергается большей динамике изменения, чем содержание в почве доступного фосфора. В фазе цветения наблюдается почти двукратное снижение запасов азота в почве в сравнении с началом вегетации. К концу вегетации запасы азота в почве постепенно восстанавливаются, благодаря деятельности азотфиксирующих микроорганизмов, поселяющихся на корнях этой культуры. Запасы доступного фосфора в почве в течение вегетации гороха были более стабильными и сохранялись на уровне среднего содержания. О азотфиксирующей роли гороха говорят данные НПЦЗХ им. А.И. Бараева (таблица 7).

Таблица – 8 Содержание в почве нитратного азота (мг/кг почвы) и подвижного фосфора (мг/кг почвы) в слое почвы 0-40 см перед посевом и в конце вегетации гороха и пшеницы (чернозёмы южные карбонатные)

| Система обработки почвы | Содержание нитратного азота и подвижного фосфора | | | |
|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | Перед посевом | | В конце вегетации | |
| | NO ₃ | P ₂ O ₅ | NO ₃ | P ₂ O ₅ |
| Горох после пшеницы | | | | |
| Традиционная | 9,6 | 8,2 | 9,8 | 7,1 |
| Минимальная | 10,7 | 30,8 | 8,1 | 18,0 |
| Прямой посев | 9,4 | 43,1 | 9,6 | 13,0 |
| Пшеница после гороха | | | | |
| Традиционная | 19,0 | 7,2 | 16,2 | 4,6 |
| Минимальная | 28,9 | 10,7 | 14,8 | 14,0 |
| Прямой посев | 29,1 | 11,5 | 18,2 | 15,1 |

Данные НПЦЗХ им. А.И. Бараева показывают, что горох на южных чернозёмах положительно реагирует на минимальную технологию возделывания и прямой посев как в засушливые, так и во влажные годы (таблица 8).

Таблица 9 – Урожайность зерна гороха в зависимости от систем обработки почвы в засушливые и влажные годы, ц/га (чернозёмы южные карбонатные)

| Система обработки почвы | Зерновой севооборот | | Плодосменный севооборот | |
|-------------------------|---------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | Засушливый год | Влажный год | Засушливый год | Влажный год |
| Традиционная | 1,2 | 9,4 | 4,0 | 12,5 |
| Минимальная | 7,7 | 15,6 | 6,1 | 19,7 |
| Прямой посев | 7,8 | 18,7 | 6,6 | 19,3 |

Таблица 10 – Урожайность зерна гороха в среднем за 2012-2020 годы, ц/га

| Технологии | Без удобрений | N ₃₀ | N ₃₀ P ₂₀ | Среднее по технологиям |
|------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|
| Традиционная | 15,6 | 14,6 | 16,5 | 15,6 |
| Прямой посев | 18,0 | 17,9 | 19,5 | 18,5 |
| Средние по фонам | 16,8 | 16,3 | 18,0 | 17,1 |

Урожайность зерна гороха при прямом посеве формируется в среднем за 2012-2020 гг. на уровне 14,6-16,5 ц/га при традиционной обработке почвы и в пределах 17,9-19,5 ц/га при прямом посеве. Применение азотных удобрений несколько снижало урожай зерна гороха. Применение азотно-фосфорных удобрений повысило урожайность на 0,9 ц/га при традиционной технологии возделывания. При прямом посеве гороха азотно-фосфорные удобрения повысили урожай зерна на 1,5 ц/га по сравнению с неудобренным фоном.

Обсуждение

Анализ температурного режима показывает, что характерными становятся выпадение осадков во второй половине вегетации сельскохозяйственных культур, особенно в условиях Акмолинской области, что необходимо учитывать при выборе технологии выращивания. В последнюю декаду лет изменился режим температуры воздуха в вегетационный период. По многолетним данным сумма эффективных температур воздуха выше 5 градусов составляет за вегетационный период в среднем 1200-1300 °С в лесостепной зоне Костанайской области, лесостепной и степной зонах Акмолинской области и 1300-1400 °С – в степной и сухостепной зонах Костанайской и сухостепной зоне Акмолинской области. Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С за вегетационный период за последние 32 года имела тенденцию роста в северных областях Казахстана. За последнюю декаду лет рост суммы эффективных температур воздуха сопровождался ростом количества жарких дней (КЖД) с максимальной температурой воздуха выше 32 °С, неблагоприятных для ранних яровых культур. Это тенденция последнего десятилетия. В условиях Акмолинской области эта тенденция повторилась в 2023 году. Характерными становятся температуры воздуха выше 35 градусов с проявлениями суховея в вегетационный период.

Погодные условия в Северном Казахстане носят крайне неустойчивый характер по годам. В условиях Карабалыкской СХОС с 2012 по 2020 годы количество осадков в июне месяце варьировало от 18,4 мм (2013 г) до 89,9 мм (2016 г). Аналогичная ситуация с осадками в вегетационный период и в другие месяцы. Наименьшее количество осадков за вегетационный период выпало в 2012 и 2020 годах (121,6 мм и 118,4 мм при среднемноголетнем уровне 192,6 мм). Наибольшее количество осадков за вегетацию выпадало в 2014 и 2013 годах (260,3 мм, 416,1 мм).

В НПЦЗХ им. А.И. Бараева сумма атмосферных осадков в июне варьировала от 11,6 мм (2013 г) до 83,7 мм (2015 г). Сумма осадков за вегетационный период была в диапазоне от 92,1 мм (2019 г.) до 244,1 мм (2018 г). Основное количество продуктивных осадков в Северном Казахстане выпадает во второй половине лета что необходимо учитывать при выборе технологий выращивания сельскохозяйственных культур. Сроки посева полевых культур нужно

планировать так, чтобы фазы наиболее интенсивного роста растений совпадали с выпадением максимального количества осадков.

В последнюю декаду лет изменился режим температуры воздуха в вегетационный период. По многолетним данным сумма эффективных температур воздуха выше 5 градусов за вегетационный период составляет в среднем 1200-1300 °С в лесостепной зоне Костанайской области, лесостепной и степной зонах Акмолинской области и 1300-1400 °С – в степной и сухостепной зонах Костанайской и сухостепной зоне Акмолинской области. За последние 32 года в северных областях Казахстана имела тенденцию роста сумма эффективных температур воздуха выше 5оС за вегетационный период. В последние десятилетия рост суммы эффективных температур воздуха сопровождался ростом количества жарких дней (КЖД) с максимальной температурой воздуха выше 32оС.

В засушливых условиях Северного Казахстана запасы почвенной влаги является лимитирующим фактором, ограничивающим продуктивность всех возделываемых культур. У гороха, как и у многих других широколистных культур, требовательность к наличию почвенной влаги на порядок выше, чем, к примеру, у зерновых злаков.

Систематическое применение гербицидов в течение ряда лет сокращает общее количество сорняков при прямом посеве гороха на 35,0 % в начале вегетации. В том числе многолетних сорняков на 48,3%. Глифосатсодержащие гербициды, внесённый перед посевом, более эффективно уничтожает сорные растения, глубже проникая в их корни и вызывая более глубокое отмирание корневой системы. При механической обработке почвы подрезается верхняя часть корней сорных растений. При этом продолжается формирование новых побегов за счёт корневой системы, оставшейся ниже точки среза.

Применение селективных гербицидов в летний период существенно снижает количество сорных растений как при традиционной технологии возделывания, так и при системе прямого посева. Но и в конце вегетации меньшее количество сорняков отмечено на фонах прямого посева гороха (17,6 шт./м² против 26,1 шт./м²). Более эффективная борьба с сорными растениями перед посевом гороха позволяет культурным растениям лучше конкурировать с

сорняками и в последующих фазах роста и развития.

Перед посевом пшеницы после гороха содержание в почве нитратного азота в 2-3 раза превышает содержание азота в почве перед посевом гороха после пшеницы, то есть после гороха наблюдается положительный баланс азота в почве. Азот, потреблённый культурой в период интенсивного роста, практически полностью восстанавливается к концу вегетации. К следующей весне содержание азота в почве значительно повышается за счёт разложения микроорганизмов и биомассы гороха, богатой

Заключение

Проведённые исследования показывают, что минимальные системы обработки почвы и прямой посев гороха улучшают режим увлажнения почв. Меньшая интенсивность рыхления верхних слоёв почвы, большее количество растительных остатков на поверхности способствуют меньшему испарению и более экономному расходованию почвенной влаги.

За период исследований средняя сумма осадков за год составила 397,7 мм. Расход атмосферной влаги на 1 центнер зерна на контроле составил 25,5 мм. Прямой посев и внесение азота с фосфором снизили расход осадков до 20,4 мм. Оптимизация системы обработки почвы и улучшение режима питания растений позволяют более эффективно использовать важнейший природный ресурс – атмосферную и почвенную влагу.

При минимальной и нулевой технологиях возделывания повышается эффективность внесения минеральных удобрений. Более оптимальный водный режим почвы способствует лучшему усвоению элементов питания. Выход зерна на 1 кг действующего вещества удобрений при проведении исследований повышался в более чем в полтора раза.

Применение минимальной и нулевой систем выращивания на южных и обыкновенных чернозёмах Северного Казахстана способствует повышению урожайности гороха как в засушливые, так и во влажные годы. В зоне южных чернозёмов урожай зерна гороха при минимальных и нулевых обработках почвы в полтора – два раза, на обыкновенных чернозёмах на 25,0 %. Более эффективно усваиваются выпавшие осадки, снижается непроизводительная транспирация влаги растениями. Применение систем минимальной обработки почвы и

азотистыми веществами.

Пшеница, как и большинство других зерновых злаков, является потребителем азота почвы. К концу вегетации культуры содержание нитратов в почве снижалось на 14,7-48,8% по сравнению с запасами азота перед посевом пшеницы. Улучшение водного и пищевого режимов почв, снижение конкуренции со стороны сорных растений являются основой повышения продуктивности выращиваемых культур при освоении современных технологий возделывания.

прямого посева в засушливые годы повышает урожайность гороха более, чем в 6 раз в зерновом и более, чем в полтора раза в плодосменном севооборотах в сравнении с традиционной технологией возделывания. Во влажные годы урожай зерна гороха на фонах минимальной обработки почвы и прямого посева был выше в 1,5-2,0 раза в обоих севооборотах.

Окупаемость 1 кг действующего вещества удобрений зерном на фоне традиционной обработки почвы составила 1,8 кг. При прямом посеве этот показатель повысился до 3,0 кг зерна на 1 кг действующего вещества удобрений. В целом по опыту наиболее высокий урожай зерна (19,5 ц/га) получен при прямом посеве гороха с внесением в рядки минеральных удобрений нормой N30P20. Совместный эффект от прямого посева и внесения удобрений обеспечил превышение над контролем (традиционная технология без удобрений) на 3,9 ц/га или 25,0 %.

Почва – ресурсосберегающих систем обработки почвы и посева, включение в севооборот гороха положительно влияет на водный и питательный режим почв, эффективнее используется почвенная и атмосферная влага, повышается продуктивность агроэкосистем. Растительные остатки при ресурсосберегающих системах обработки почвы формируют растительные остатки на поверхности почвы, сокращают испарение почвенной влаги, снижают риск проявления ветровой и водной эрозии почв.

При внесении азотно-фосфорных удобрений в дозе N30P20 1 (один) мм осадков при прямом посеве формирует 4,9 кг зерна. При традиционной обработке почвы без внесения удобрений этот показатель снижается до 3,9 кг.

Таким образом, освоение современных си-

стем земледелия позволяет более эффективно использовать ресурсы тепла, влаги, естественного и воспроизводимого плодородия почв при возделывании сельскохозяйственных культур применительно к каждой природно-климатической зоне Северного Казахстана.

Информация о финансировании

Научная работа подготовлена к публикации в рамках реализации грантового финансирования Министерства науки Республики Казахстан по Программе «Устойчивое развитие агропромышленного комплекса и безопасность сельскохозяйственной продукции». ИРН Программы АР19678367 «Оценка уязвимости сельскохозяйственных культур к изменению климата и меры адаптации растениеводства в различных почвенно-климатических зонах Северного Казахстана» проводимой в рамках ГФ МОН РК.

Список литературы

- 1 Бюро Национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, 2022.
- 2 Сулейменов М.К. Основы ресурсосберегающей системы земледелия в Северном Казахстане - плодосмен и нулевая или минимальная обработка почвы [Текст]: Сб. науч. трудов. - Астана-Шортанды, 2013. - 16-26 с.
- 3 Степанов А.Ф., Азотфиксирующая способность и роль бобовых трав в биологизации земледелия [Текст] / Степанов А.Ф., Чибис С.П., Христин В.В. и др. // Земледелие. - 2023. - №1. - С. 18-22.
- 4 Кужинов М.Б. Биологическая активность почвы при ноу-тилл в зоне обыкновенных чернозёмов Костанайской области [Текст]: Сборник материалов межд. науч. конф. «Инновационные экологически безопасные технологии защиты растений». - Алматы, 2015. - 735-737 с.
- 5 Chalise K.S., Cover crops and returning residue impact on soil organic carbon, bulk density, penetration resistance, water retention, infiltration, and soybean yield [Text] / Chalise K.S., Singh S.S., Wegner B.R., Kumar S., Perez-Guti'erez J.D., Osborne S.L., Nleya T., Guzman J. and Rohila J. S. // Agron. J. - 2018. - №110. - P. 99-108.
- 6 Tschardtke T., Global food security, biodiversity Conservation and the future of Agricultural intensification [Text] / Tschardtke T., Jann Glough T., Wanger L., J., Motzke, I., Perfecto I., Vendermeer J. and Whitbread A. // Biological Conservation. -2012. - №151. - P. 53-59.
- 7 Gan Y.T., Carbon input to soil from oilseed and pulse crops on the Canadian prairies [Text] / Gan Y.T., Campbell C.F., Janzen H.H., Lemke R.L., Basnyat P. and McDonald C.L. // Agri. Ecosyst. Environ. - 2009. - №132. - P. 290-297.
- 8 Van Eerd L.L., Long-term tillage and crop rotation effects on soil quality, organic carbon, and total nitrogen [Text] / Van Eerd L.L., Congreves K.A., Hayes A., Verhallen A. and Hooker D.C. // Can. J. Soil Sci. - 2014. - №94. - P. 303-315.
- 9 Gan Y., Goddard T. Roles of Annual Legumes in No-Till Farming Systems. In: No-Till Farming Systems [Text] / World Association of Soil and Water Conservation, Special Publ. - 2007. - No 3. - P. 279-287.
- 10 Gaudin ACM, Tolhurst TN, Ker AP et al. Increasing crop diversity mitigates weather variations and improves yield stability [Text] / PLoS One. 2015. 10: e0113261–e0113220.
- 11 Chirinda N, Olesen J.E, Porter J.R, Schjønning P. Soil properties, crop production and greenhouse gas emissions from organic and inorganic fertilizer-based arable cropping systems [Text] / Agric Ecosyst Environ. - 2010. - № 139. - P.584–594.
- 12 May W.E., St. Luce M., Gan Y. No-Till Farming Systems in the Canadian Prairies [Text] / In: Dang Y., Dalal R., Menzies N. (eds) No-till Farming Systems for Sustainable Agriculture. Springer, Cham. 2020.
- 13 Guy P. Lafond, Fran Walley, W.E. May, C.B. Holzapfel. Long-term impact of no-till on soil properties and crop productivity on the Canadian prairies [Text] / Soil & Tillage Research. - 2011. - Vol. 117. - P. 110-123.

14 Sustainable Land-Use Resources in Drought-Prone Regions of Kazakhstan and Implications for the Wider Central Asian Region Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021.

15 Bowman M. S., and Zilberman D. Economic factors affecting diversified farming systems [Text] / *Ecol. Soc.* 2013. - №18:33.

16 Lal, R. The plow and agricultural sustainability [Text] / *Journal of Sustainability & Agriculture*, - 2009. - № 33. - P.66-84.

17 Kassam A; Derpsch R.; Friedrich T. Development of Conservation Agriculture systems globally. In *Advances in Conservation Agriculture [Text] / Systems and Science*; Kassam, A, Ed.; Burleigh Dodds: Cambridge, UK, - 2020. - Vol. 1. Chapter 2. - P.31-86.

18 Байшоланов С.С., Агроклиматические ресурсы Костанайской области [Текст]: научно-прикладной справочник // Байшоланов С.С., Павлова В.Н., Мусатаева Г.Б., Габбасова М.С., Жакиева А.Р., Муқанов Е.Н., Кужинов М.Б., Чернов Д.А. / -Астана, 2017. - 139 с.

19 Байшоланов С.С., Агроклиматические ресурсы Акмолинской области [Текст]: научно-прикладной справочник // Байшоланов С.С., Клещенко А.Д., Мусатаева Г.Б., Габбасова М.С., Жакиева А.Р., Муқанов Е.Н., Акшалов К.А., Чернов Д.А. -Астана, 2017. - 133 с.

20 Бакаев Н.М. Почвенная влага и урожай. 1975. - 215 с.

21 Определение подвижного фосфора в почве по методу Мачигина в модификации ЦИНАО [Текст]: ГОСТ 26205-91.

22 Определение нитратного азота в почве с гидразином в модификации ЦИНАО [Текст]: ГОСТ 26488-86.

References

1 Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan, 2022.

2 Suleimenov M.K. Fundamentals of resource-saving farming system in Northern Kazakhstan – soil-cover rotation and No-Till or minimal tillage [Text]: Collection of scientific papers. - Astana-Shortandy, 2013. - 16-26 p.

3 Stepanov A.F., Nitrogen-fixing ability and the role of legumes in biologization of agriculture [Text] / Stepanov A.F., Chibis S.P., Hristich V.V. et al. // *Agriculture*. -2023. - No. 1. - P.18-22.

4 Kuzhinov M.B. Biological activity of soil at No-till in the zone of ordinary chernozems of Kostanay region [Text]: Collection of materials of the international scientific conference "Innovative environmentally safe technologies of plant protection" – Almaty, - 2015. - 735-737 p.

5 Chalise K.S., Cover crops and returning residue impact on soil organic carbon, bulk density, penetration resistance, water retention, infiltration, and soybean yield [Text] / Chalise K.S., Singh S.S., Wegner B.R., Kumar S., Perez-Guti'erez J.D., Osborne S.L., Nleya T., Guzman J., and Rohila J. S. // *Agron. J.* - 2018. - No. 110. -P.99-108.

6 Tscharntke T., Global food security, biodiversity, conservation and the future of Agricultural intensification [Text] / Tscharntke T., Jann Glough T., C., Wanger L., J., Motzke I., Perfecto I., Vendermeer J., and Whibread A. // *Biological Conservation*, - 2012. - No. 151. - P. 53-59.

7 Gan Y. T., Carbon input to soil from oilseed and pulse crops on the Canadian prairies [Text] / Gan Y. T., Campbell C.F., Janzen H.H., Lemke R.L., Basnyat P., and McDonald C.L. // *Agri. Ecosyst. Environ.* - 2009. - No.132. - P. 290-297.

8 Van Eerd L.L., Long-term tillage and crop rotation effects on soil quality, organic carbon, and total nitrogen [Text] / Van Eerd L.L., Congreves K.A., Hayes A., Verhallen A. and Hooker D.C. // *Can. J. Soil Sci.* - 2014. - No. 94. - P. 303-315.

9 Gan Y., Goddard T. Roles of Annual Legumes in No-Till Farming Systems [Text] / In: *No-Till Farming Systems*. World Association of Soil and Water Conservation, Special Publ. - 2007. - No. 3. - P. 279-287.

10 Gaudin ACM, Tolhurst TN, Ker AP et al. Increasing crop diversity mitigates weather variations and improves yield stability [Text] / *PLoS One*, 2015. 10:e0113261–e0113220.

11 Chirinda N, Olesen JE, Porter JR, Schjønning P. Soil properties, crop production and greenhouse gas emissions from organic and inorganic fertilizer-based arable cropping systems [Text] / *Agric Ecosyst Environ*, - 2010. - No. 139. - P. 584–594.

12 May W.E., St. Luce M., Gan Y. No-Till Farming Systems in the Canadian Prairies [Text] / In: Dang Y., Dalal R., Menzies N. (eds) No-till Farming Systems for Sustainable Agriculture. Springer, Cham. 2020.

13 Guy P. Lafond, Fran Walley, W.E. May, C.B. Holzapfel. Long-term impact of no-till on soil properties and crop productivity on the Canadian prairies [Text] / Soil & Tillage Research. - 2011.- Vol. 117. - P. 110-123.

14 Sustainable Land-Use Resources in Drought-Prone Regions of Kazakhstan and Implications for the Wider Central Asian Region Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021.

15 Bowman, M. S., and Zilberman, D. Economic factors affecting diversified farming systems [Text] / Ecol. Soc. - 2013. - No.18. - P.33.

16 Lal, R. The plow and agricultural sustainability [Text] / Journal of Sustainability & Agriculture, - 2009. - No. 33. - P.66-84.

17 Kassam A; Derpsch R.; Friedrich T. Development of Conservation Agriculture systems globally. In Advances in Conservation Agriculture [Text] / Systems and Science; Kassam, A, Ed.; Burleigh Dodds: Cambridge, UK, - 2020. - Vol. 1. Chapter 2. - P.31-86.

18 Baisholanov S.S., Agro-climatic resources of Kostanay region [Text]: scientific and applied reference // Baisholanov S.S., Pavlova V.N., Musataeva G.B., Gabbasova M.S., Zhakieva A.R., Mukanov E.N., Kuzhinov M.B., Chernov D.A. /Astana, 2017. - 139 p.

19 Baisholanov S.S., Agro-climatic resources of Akmola region [Text]: scientific and applied reference // Baisholanov S.S., Kleshchenko A.D., Musataeva G.B., Gabbasova M.S., Zhakieva A.R., Mukanov E.N., Akshalov K.A., Chernov D.A. / Astana, 2017. - 133 p.

20 Bakaev N.M. Soil moisture and yield, 1975. - 215 p.

21 Standart 26205-91 Determination of mobile phosphorus in soil by the Machigin method in the modification of TSINAO.

22 Standart 26488-86 Determination of nitrate nitrogen in soil with hydrazine in the modification of TSINAO.

АС БҮРШАҚ DAҚЫЛЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ВЕГЕТАЦИЯЛЫҚ КЕЗЕҢНІҢ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ: БЕЙІМДЕЛУ ШАРАЛАРЫ

Ақшалов Қанат Ашкеевич

*«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Шортанды-1 к., Қазақстан
E-mail: kanatakshalov@mail.ru*

Байшоланов Сәкен Советұлы

*География ғылымдарының кандидаты
«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Шортанды-1 к., Қазақстан
E-mail: saken_baisholan@mail.ru*

Кужинов Марат Бағытжанұлы

*«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Шортанды-1 к., Қазақстан
E-mail: kuzhinov62@mail.ru*

Сүлейменов Мехлис Қасымұлы

*Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым Академиясының Академигі
«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Шортанды-1 к., Қазақстан
E-mail: mekhlis@yahoo.com*

Баймұқанова Олеся Николаевна
«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Шортанды-1 к., Қазақстан
E-mail: olesya.baymukanova@mail.ru

Жұмабек Бақытбек
PhD
«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Шортанды-1к., Қазақстан
E-mail: zhumabiek.84@mail.ru

Түйін

Агрометеорологиялық көрсеткіштердің өзгеруі жағдайында бұршақ өндірісінің тұрақты әрі қарқынды дамыту топырақты өңдеу мен себу жүйелерін жетілдіруге байланысты. Зерттеудің идеясы – елдің агроэкологиялық аймақтары бойынша табиғи және климаттық ресурстарды ұтымды пайдалану, өнімді ауыспалы егістерде топырақ өңдеу мен себу жүйелерін дамыту негізінде бұршақтың тұрақты өндірісін қалыптастыру. Топырақты өңдеу және егу жүйелерін зерттеу карбонатты оңтүстік қара топырақ пен кәдімгі қара топырақты аймақтарда көпжылдық стационарлық далалық тәжірибелерде жүргізілді. Мақалада топырақты өңдеу мен себудің әртүрлі жүйелерінің тиімділігі, топырақ құнарлылығына су-физикалық қасиеттеріне, дақылдардың ластануына және құрғақшылық жағдайда бұршақ өндірісінің тұрақты дамуын арттыруға әсері қарастырылады. Зерттеу нәтижелері топырақ пен су ресурстарын тиімді пайдалануда минималды өңдеу мен тікелей себу жүйелерінің тиімділігін көрсетті.

Солтүстік Қазақстандағы бұршақ дақылының өнімділігіне көпжылдық агрометеорологиялық көрсеткіштер мен өсіру жүйелерінің өзара байланысына талдау жүргізілді. Бұршақ өнімділігінің агрометеорологиялық факторлармен корреляция коэффициенті 0,83 құрайды. Бұршақ дақылын ауыспалы егіске қосу өсімдік шаруашылығын әртараптандыру мен ауыл шаруашылығы тауар өндірушілерінің қаржылық тұрақтылығын арттыру жолдарының бірі болып табылады. Тікелей себу мен топырақты өңдеудің минималды жүйесі бұршақ дақылының өнім бірлігін өндіру құнын 35-40%-ға төмендетеді. Құрғақшылық жылдары минималды өңдеу мен тікелей себу жүйесін қолдану бұршақ дақылының өнімділігін дәстүрлі өңдеу жүйесімен салыстырғанда 6 еседен астам арттырады. Ылғалды жылдары бұршақ дақылының өнімділігі минималды өңдеу мен тікелей себу аясында 1,5-2,0 есе артады. Азотты және фосфорлы тыңайтқыштарды қолдану бұршақ өнімділігін 1,5 ц/га арттырады. Бұршақ өсіру жүйелерін интенсификациялау агроклиматтық көрсеткіштерді тиімді пайдалануға, ауа-райына байланысты бұршақ өнімділігінің өзгеруін азайтуға бағытталған. Бұршақ өнімділігінің заңдылығы, топырақ аймақтары бойынша жылу және ылғал ресурстарымен қамтамасыз етілу дәрежесіне байланысты белгіленді.

Кілт сөздер: климаттың өзгеруі; бұршақ; тікелей себу; топырақты минималды өңдеу жүйесі; топырақты дәстүрлі өңдеу жүйесі; тыңайтқыштар; өнімділік.

AGROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF THE VEGETATION SEASON AND PEA PRODUCTIVITY: ADAPTATION MEASURES

Akshalov Kanat Ashkeevich
"Scientific-Production Center of Grain Farming A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1, Kazakhstan
E-mail: kanatakshalov@mail.ru

Baisholanov Saken Sovetovich
Candidate of Geographical Sciences
"Scientific-Production Center of Grain Farming A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1, Kazakhstan
E-mail: saken_baisholan@mail.ru

Kuzhinov Marat Bagitzhanovich
"Scientific-Production Center of Grain Farming A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1, Kazakhstan
E-mail: kuzhinov62@mail.ru

Suleimenov Mehli Kasymovich
Academician of the National Academy of the Republic of Kazakhstan
"Scientific-Production Center of Grain Farming A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1, Kazakhstan
E-mail: mekhlis@yahoo.com

Baymukanova Olesya Nikolaevna
"Scientific-Production Center of Grain Farming A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1, Kazakhstan
E-mail: olesya.baymukanova@mail.ru

Zhumabek Bakytbek
PhD
"Scientific-Production Center of Grain Farming A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1, Kazakhstan
E-mail: zhumabiek.84@mail.ru

Abstract

The intensification of sustainable pea production in the conditions of changes in agrometeorological indicators depends on the improvement and development of tillage and seeding systems. The idea of research is rational use of natural and climatic resources by agro-ecological zones of the country, intensification of sustainable pea production on the basis of development of soil tillage and sowing systems in crop rotation. The study of tillage and sowing systems was carried out in longstanding stationary field experiments on southern carbonate and ordinary chernozemic soil. The paper presents the effectiveness of various tillage and seeding systems and their impact on the hydrophysical properties of the soil, soil fertility, weed infestation of crops and on increasing sustainability of pea production under drought conditions. The research results have shown the effectiveness of minimum tillage and direct seeding systems in the effective use of soil and water resources.

The analysis of the relationship of perennial agrometeorological indicators and cultivation systems with the productivity of pea in Northern Kazakhstan is carried out. The correlation coefficient of pea productivity with agrometeorological factors is 0.83. The inclusion of pea in crop rotation is one of the ways to diversify crop production and increase the financial stability of agricultural producers. The direct seeding and the minimum tillage system reduce the unit production cost of pea by 35-40%. The use of minimum tillage and direct seeding system in drought-ridden years increases the yield of peas by more than 6 times in comparison with the conventional tillage system. In wet years, the crop yield of pea grain against the background of minimum tillage and direct seeding increases by 1.5-2.0 times. The use of nitrogen and phosphorus fertilizers increases the productivity of peas by 1.5 c/ha. The intensification of pea growing systems is aimed at the effective use of agro-climatic indicators, reducing the variation in pea yield depending on weather conditions. The regularity of pea productivity has been established depending on the degree of availability of heat and moisture resources in soil zones.

Key words: climate change; dry pea; direct seeding; minimum tillage system; conventional tillage system; fertilizers; productivity.