

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – 2023. -№ 1 (116). - С.196-211.

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.№1.1341

УДК 551.586:633.1

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ
В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Ақшалов Канат Ашкеевич

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И.Бараева»

п.Шортанды-1, Казахстан

E-mail: kanatakshalov@mail.ru

Кужинов Марат Бағитжанович

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И. Бараева»

п. Шортанды-1, Казахстан

E-mail: kuzhinov62@mail.ru

Баймуқанова Олеся Николаевна

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И.Бараева»

п. Шортанды-1, Казахстан

E-mail: olesya_baumkanova@mail

Байшоланов Сәкен Советович

Кандидат географических наук

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И.Бараева»

п. Шортанды-1, Казахстан

E-mail: saken_baisholan@mail.ru

Жумабек Бакытбек

Доктор PhD

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И.Бараева»

п. Шортанды-1, Казахстан

E-mail: zhumabiek.84@mail.ru

Муратулы Оразхан

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И.Бараева»

п. Шортанды-1, Казахстан

E-mail: oraz00.01@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается влияние различных систем обработки почвы на водно-физические свойства почвы, плодородие почвы, засорённость посевов, полноту всходов, количество растений льна перед уборкой и их влияние на повышение устойчивости производства льна в засушливых условиях. Результаты исследований иллюстрируют эффективность различных систем обработки почвы в эффективном использовании почвенных и водных ресурсов. В исследованиях показана роль минимизации систем обработки почвы для контроля риска производства, рентабельности производства культуры льна.

В исследовании оцениваются характеристики качества почвы, продуктивность и эффективность применения различных систем обработки почвы и минеральных удобрений. Значения объемной плотности почвы составляли 0,98 г/см³ при традиционной системе обработки почвы и 1,16 для системы минимальной обработки почвы в слое почвы 0–30 см. Потенциально минерализуемый N в слое почвы 0–15 см содержал 30 и 22 кг/га аммонийного азота при минимальном и прямом посеве соответственно. Это указывает на положительную связь между системами обработки почвы и потенциально минерализуемым азотом, отражающую различия в управлении земельными ресурсами. Положительный азотный баланс был получен при условии внесения 30 кг/га азота каждый год, и не было отмечено накопления нитратного азота даже при нормах, превышающих вынос азота в зерне. Это подтверждает мнение о том, что прямой посев в сочетании с возделыванием культуры в плодосменном севообороте представляет собой путь к сохранению почвенных ресурсов. Урожайность семян льна на 14% и 16% больше при ресурсосберегающей системе обработки почвы по сравнению с традиционной системой.

Ключевые слова: лён масличный; прямой посев; минимальная система обработки почвы; традиционная система обработки почвы; урожайность маслосемян льна; рентабельность выращивания льна.

Введение

Интенсификация устойчивого земледелия предполагает диверсификацию севооборотов и интеграцию в технологические системы новых систем обработки почвы, прямого посева, дифференцированное применение макро- и микроудобрений, биостимуляторов роста и развития, орошения, информационные технологии, адаптированные к местным условиям, дифференциации применения средств защиты растений от вредителей, болезней и сорных растений (адресное применение) [1-7]. Интенсификация устойчивого производства льна масличного в условиях засушливого земледелия и в условиях изменения климата основана на эффективном использовании атмосферных осадков, регулирования роста и развития растений на основе оптимизации питания растений, контроля вредителей, болезней и сорных растений [1]. В исследованиях зарубежных ученых в засушливых районах Канады, США, России очевидны преимущества почво-ресурсосберегающих систем обработки почвы для сохранения плодородия почв, повышения устойчивости и рентабельности производства сельскохозяйственных культур [8,9]. В засушливых условиях лен в системе плодосменных севооборотов является засухоустойчивой культурой, снижает риск производства благодаря эффективному использованию влаги. Повышение потенциала льна масличного в засушливых условиях Казахстана имеет важное значение для перерабатывающей промышленности и, насыщения в первую очередь, внутреннего рынка. Лен имеет устойчивый экспортный потенциал. Культу-

ра льна имеет значение для медицины, обрабатывающей промышленности.

В степной зоне Казахстана традиционно выращивается яровая пшеница, которая занимает до 75-85% в структуре посевных площадей и является принципиальной денежной культурой [10]. В предыдущих исследованиях основное внимание уделялось разработке предшественников для яровой пшеницы [1]. В Казахстане в последние годы доля зерновых культур уменьшилась до 68,95%, и доля масличных увеличилась до 13,1% [10]. Мировой опыт показывает, что производство льна обеспечивает высокую отдачу от инвестиций (урожай с низкими затратами) при высоких рыночных ценах [8,9,11]. В настоящее время согласно статистике, культура льна высевается во всех областях северных областей Казахстана. Площадь выращивания льна в Казахстане увеличилась с 1,4 тыс. гектаров в 2000 году до 1,4 млн гектаров в 2021 году [10]. Урожайность льна в Казахстане не устойчива и колеблется от 2,3 до 11,7 ц/га [10]. Исследования показали, что продуктивность льна зависит от технологии выращивания. Себестоимость единицы продукции льна может быть высокая, по сравнению с яровой пшеницей, однако производство льна обладает высокой прибыльностью за счет высоких рыночных зон. После выращивания льна остается ограниченное количество пожнивных остатков (соломы), что может увеличить риск потери почвы от ветровой и водной эрозии. Исследования показывают, что посевы льна после ячменя и пшеницы способ-

ствуется получению высоких урожаев льна благодаря накоплению растительных остатков и стерни. Основные районы выращивания льна в Канаде совпадают с районами, где произошли большие изменения в сторону консервирующей обработки почвы, которые обозначили серьезные изменения в системе применения минеральных удобрений [9].

В степных засушливых районах Казахстана

Материалы и методы

Исследования проводились на южных карбонатных черноземах Акмолинской области в многолетних стационарных опытах Научно-производственного Центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева, Шортанды (координаты 51°12N и 71°02 E) и на обыкновенных черноземах в Костанайской области в многолетних стационарных опытах Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции (53°57N' и 69°32'E) в течение 2012-2022 гг. Точки отбора почвенных образцов фиксировались с помощью системы географического позиционирования (GPS). На двух почвенных разностях на закрепленных участках проводились следующие наблюдения и определения: мониторинг агроэкосистем по снегоотложению, изучение динамики водного баланса, температурного режима почвы в различных агроэкосистемах; биомасса растений и растительных остатков и продуктивность агроэкосистем. Измерения высоты снежного покрова проводились маршрутным обследованием перед началом снеготаяния в марте месяце на выделенных рабочих участках; измерения температуры почвы проводится с использованием датчиков с сенсорами с автоматической записью и хранением данных в памяти (CR-100X, Campbell Scientific, Juc.).

Исследования проводились в течение 2012-2022 гг. в зернопаровом (паровое поле, яровая пшеница, яровая пшеница, лен, яровая пшеница), плодосменном (горох, яровая пшеница, яровая пшеница, лен, яровая пшеница) и плодосменно-паровом севообороте (парпшеница-пшеница-пшеница-горох-пшеница-лен-пшеница). Культура льна высевалась после яровой пшеницы.

При традиционной системе применялись механические обработки почвы: осенняя механическая обработка почвы, ранневесеннее выравнивание почвы, предпосевная культивация

на среди масличных культур ведущее место занимает посевы льна масличного, основные площади которого размещены в зонах обыкновенных и южных чернозёмов. Как показали исследования, в засушливых условиях урожайность культуры льна по годам меньше варьирует в зависимости от погодных условий по сравнению с другими культурами [4, 9,10].

почвы, посев льна сеялкой-культиватором с сошниками сплошного посева. Подготовка паровых полей проводилась механическим способом плоскорезными орудиями. При минимальной системе обработки почвы проводилась осенняя зяблевая обработка почвы и в весенний период подготовка почвы к посеву проводилась с применением механической обработки почвы и гербицидов. Посев проводился сеялками с анкерными рабочими органами.

При прямом посеве исключались все механические обработки почвы. Посев проводился по необработанной стерне сеялкой “Amazone 12001” с анкерными сошниками. За 10-14 дней до посева проводилась обработка участка гербицидами сплошного действия. Норма высева всхожих семян при обеих системах обработки почвы составляла 50 кг. на 1 га посева. Сорт – «Кустанайский янтарь». Минеральные удобрения вносились одновременно с посевом. Для контроля многолетних сорных растений при системе прямого посева применялись системные гербициды на основе глифосата. Посев льна проводился во второй декаде мая месяца, и уборка проводилась в августе месяца.

В период вегетации, в фазе «ёлочки», проводилась гербицидная обработка посевов. Против двудольных сорняков применялись гербициды «Секатор Турбо», «Гербитокс» дифференцированно, по мере необходимости. Против злаковых сорняков применялись гербициды «Фокстрот», «Фенокс» «Супер», «Скаут».

Перед уборкой урожая проводилась десикация посевов гербицидами сплошного действия. Урожай убирался прямым комбинированием с измельчением и разбрасыванием соломы по поверхности поля. Опыт закладывался в 4 повторениях. Площадь делянки (6*60=360 м²).

Результаты

Анализ современных вызовов в сельском хозяйстве связан с изменением климата, проявлением засушливых и жарких явлений, проявлением эрозии почв и увеличением процессов опустынивания, недостаточностью диверсификации [14,15]. Для условий Северного Казахстана характерными становятся обильные осадки второй половине зимнего периода и во второй половине вегетации сельскохозяйственных культур, отличающиеся от многолетних. 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 Костанайской и Акмолинской областях.

Сумма осадков за вегетационный период ранних яровых культур в среднем составляет: 120 мм – в сухостепной зоне Костанайской области; 150-160 мм - степной зоне Костанайской области, сухостепной зоне Акмолинской области; 180-190 мм - лесостепной зоне Костанайской области, лесостепной и степной зонах

Акмолинской области. Как показывает анализ, сумма осадков за вегетационный период за последние 32 года имела тенденцию снижения. Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С за вегетационный период ранних яровых культур в среднем составляет: 1200-1300 °С – лесостепной зоне Костанайской области, лесостепной и степной зонах Акмолинской области. 1300-1400 °С – в степной и сухостепной зонах Костанайской области, 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. Рост суммы эффективных температур воздуха сопровождался ростом количества жарких дней (КЖД) с максимальной температурой воздуха выше 32 °С, неблагоприятных для ранних яровых культур. 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 и 2021 гг. (рисунок 1). Это тенденция последнего десятилетия.

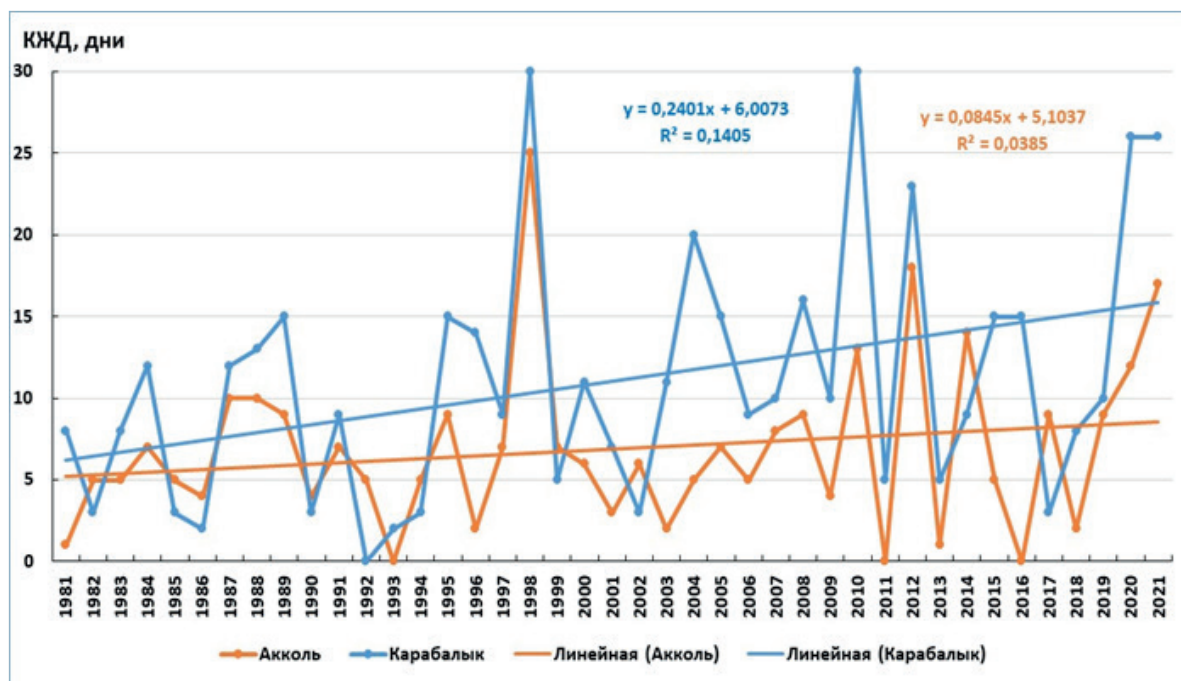


Рисунок 1 – Многолетняя динамика количества жарких дней

Северная агроэкологическая зона Костанайской области является слабо влажной, умеренно тёплой степью и лесостепью. Характерна резкая континентальность климата с недостаточным количеством осадков и неравномерным их распределением по сезонам и месяцам года [16]. Годы проведения исследований были резко контрастными по количеству осадков как за вегетационный период, так и в сумме за год (Таблица 1).

Таблица 1 – Количество осадков в годы исследований (данные Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции), мм

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	Вегетационный период	С/х год
2012	19,4	24,8	14,0	63,4	121,6	267,9
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
Ср.мн. (1981-2020)	35,2	50,6	65,0	41,8	192,6	365,4

В 2012 и 2020 годах выпало наименьшее количество осадков за вегетационный период (121,6 мм и 118,4 мм при среднемноголетнем уровне 192,6 мм). 2019 год также отметился жёсткой засухой в весенний период и в первой половине лета. 2013 и 2014 годы запомнились аномально большими осадками во второй половине лета. В эти годы в июле выпадала почти тройная норма осадков. Остальные годы по уровню осадков в вегетационный период были

на уровне средних лет.

В природных зонах северного Казахстана почвенная влага является важнейшим фактором, определяющим продуктивность возделываемых культур. На южных черноземных почвах мощность снежного покрова сильно различалась в зависимости от предшественников, но не различалась между вариантами системы No-Till и минимальной обработкой почвы (таблица 2).

Таблица 2 – Высота снежного покрова в зависимости от предшественников и системы обработки почвы к концу снеготаяния (среднее за 2018-22 гг.)

Почвенная зона	Система обработки почвы	Агрофон	Высота снежного покрова, см
1	2	3	4
Южный чернозем	No-Till	Стерня пшеницы	44,3
		Паровое поле	21,8
		Лен	23,7
		Горох	23,1
	Минимальная	Стерня пшеницы	36,1
		Паровое поле	21,9
		Лен	27,3
		Горох	24,8
	Традиционная	Стерня пшеницы	33,1
		Паровое поле	20,3
		Лен	26,3
		Горох	22,8

Как видно из таблицы 2, преимущество по накоплению снежной массы сохраняется по предшественнику пшеницы по системе No-Till с оставлением высокой стерни. По стерне яровой пшеницы снега накапливается больше по сравнению с посевами льна и гороха на 86,9-91,7 %. При системе No-Till снежный покров на 12,3-33,8 % больше по сравнению с другими обработками почв. Высота снежного покрова и, связанные с этим запасы воды в снеге, являют-

ся основным источником пополнения запасов влаги в почве в зоне рискованного земледелия [7,9]. В отдельные годы весенние запасы влаги в почве определяют продуктивность сельскохозяйственных культур [16,17].

Многолетними исследованиями (2012-2020) установлено, что наибольшие запасы почвенной влаги формируются после яровой пшеницы по стерневому фону на фоне высокой стерни (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительная динамика содержания почвенной влаги на различных агроэкосистемах в весеннее время после различных предшественников (2012-2020)

Почва, регион	Культура/предшественник	Влажность почвы, мм в слое почвы, см		
		0-30	0-50	0-100
1	2	3	4	5
Обыкновенный чернозем, Костанайская область	Яровая пшеница	52,3	85,0	137,3
	Горох	34,7	75,6	110,3
	Лен	37,6	71,4	109,0
	Паровое поле	65,8	81,5	147,3
Южный чернозем, Акмолинская область	Яровая пшеница	64,2	75,8	140,0
	Горох	39,5	60,5	100,0
	Лен	24,5	87,0	111,5
	Паровое поле	52,8	85,0	137,8

Как видно из данных таблицы 3, запасы почвенной влаги в метровом слое почвы после посевов яровой пшеницы как предшественника, обеспечивают существенное превышение по запасам почвенной влаги посевы гороха, льна, чечевицы на 24,4, 25,9 и 35,5 % на обыкновенных черноземах и на 40,0, 25,5 и 18,8 % на южных черноземах и на 30,9. Низкие запасы почвенной влаги после посевов гороха, льна связаны с низкой высотой наземной биомассы растений. Весенние запасы почвенной влаги по

паровому полю находятся на уровне запасов влаги по стерневым посевам яровой пшеницы. Эффективность впитывания весенних талых вод и запасы воды в почве зависят от содержания почвенной влаги перед уходом в зиму, температуры и скорости оттаивания почвы в весеннее время.

В таблице 4 показаны данные по запасам влаги в почве в период вегетации посевов льна в среднем за 2012-2020 годы.

Таблица 4 – Динамика запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в посевах льна в среднем за 2012-2020 годы, в зоне обыкновенных черноземов, Костанайский области, мм

Система обработки почвы	Перед посевом	В фазе «ёлочки»	Цветение
Традиционная	111,1	66,6	43,2
Прямой посев	113,9	84,3	53,3

Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом льна, в среднем за 9 лет, оказались примерно равны при традиционной обработке почвы и прямом посеве культуры, составив 111,1-113,9 мм в метровом слое почвы. В фазе «ёлочки» наблюдается резкое снижение запасов влаги по всему почвенному профилю. При

этом более экономный расход почвенной влаги просматривается на фонах прямого посева льна. Естественная мульча из растительных остатков культур предыдущих лет способствовала меньшему испарению влаги с поверхности почвы. В фазе цветения продолжается дальнейшее снижение запасов влаги в почве.

В этот период происходит наиболее активный рост биомассы растений и, соответственно, наиболее интенсивный расход почвенной влаги. При этом сохраняется тенденция более экономного расхода почвенной влаги на фонах прямого посева льна.

Продуктивность возделываемых культур во многом зависит от обеспеченности растений доступными формами питательных веществ. На южных черноземных почвах содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см соста-

вило: 3,4 мг/100 г почвы при минимальной системе обработки почвы и 2,6 мг/100 г почвы при системе прямого посева. Различия в содержании нитратного азота связаны с процессами нитрификации при применении механической обработки почвы в весенний период при минимальной системе обработки почвы.

В таблице 5 показана динамика основных элементов питания в почве в годы проведения исследований.

Таблица 5 – Динамика содержания в почве нитратного азота (N-NO₃) и подвижного фосфора (P₂O₅) при различных системах обработки почвы при возделывании льна, в среднем за 2012-2020 годы мг/кг почвы (зона обыкновенных черноземов, Костанайская область), мм

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	Б/у	8,1	8,3	4,6	8,1	5,2	8,3
	N*30	10,6	8,6	5,7	8,7	5,5	8,9
	N ₃₀ P** ₂₀	10,8	9,6	5,8	9,0	5,3	9,4
Прямой посев	Б/у	8,3	8,0	4,5	7,3	5,2	7,9
	N ₃₀	12,1	8,9	5,5	8,6	5,2	8,5
	N ₃₀ P ₂₀	11,1	9,1	5,0	9,1	5,7	9,0

* азотные удобрения в дозе 30 кг/га д.в.

**фосфорные удобрения в дозе 20 кг/га д.в.

В начале вегетации льна различия по содержанию азота наблюдаются в зависимости от внесения минеральных удобрений (N₃₀ и N₃₀P₂₀) и отсутствия внесения удобрений (Б/у). На неудобренных фонах содержание доступного азота в почве было в нижних границах средней обеспеченности растений (8,1-8,3 мг/кг почвы) при обеих системах обработки почвы. На удобренных фонах содержание нитратного азота в почве было ближе к середине средней обеспеченности растений (10,6-12,1 мг/кг почвы).

Аналогичная тенденция увеличения содержания в почве доступного фосфора на удобренных фонах. В том числе и на фоне N₃₀, где фосфор не вносился.

В фазе цветения льна наблюдается двукратное снижение содержания нитратов в по-

чве. Это связано с интенсивным потреблением доступных форм азота растениями в фазы наиболее активного роста и развития. Содержание в почве доступного фосфора в течение вегетации меняется в меньшей степени, чем нитратный азот. В течение всей вегетации культур доступный фосфор в почве сохраняется на уровне средней обеспеченности растений. Сохраняется также тенденция несколько более высокого содержания доступного фосфора на удобренных фонах.

Продуктивность полевых культур во многом зависит от засорённости посевов. Культура льна слабо конкурирует с сорными растениями. В таблице 6 представлены данные по засорённости посевов льна в период проведения опыта.

Таблица 6 – Количество сорных растений в начале вегетации и перед уборкой льна в среднем за 2012-2020 годы шт/м², (зона обыкновенных черноземов, Костанайская область)

Система обработки почвы	Сорняки	Полные всходы	Перед уборкой
Традиционная	Однолетние	49,4	40,7
	Многолетние	5,7	1,9
	Всего	55,1	42,6
Прямой посев	Однолетние	43,1	24,9
	Многолетние	2,9	0,5
	Всего	46,0	25,4

Среди однолетних сорняков в посевах льна преобладали просовидные: просо сорно-полевое, просо куриное, щетинники. Из однолетних двудольных сорняков чаще встречались щирица запрокинутая, марь белая. Из многолетних двудольных сорняков преобладали осот, вьюнок полевой, молокан татарский. количество которых существенно понижается к концу вегетации льна (таблица 6).

Во все годы исследований меньшее количество сорняков отмечалось на фонах прямого посева льна. В первую очередь это касается злостных многолетних сорняков. Системные гербициды более эффективно подавляют их корневую систему, чем механические обработки почвы.

Таблица 7 – Полнота всходов и количество растений льна перед уборкой в среднем за 2012-2020 годы (зона обыкновенных черноземов, Костанайская область)

Удобрения	Количество высеянных семян, шт./м ²	Количество растений в фазе полных всходов, шт./м ²	Полнота всходов, %	Количество растений перед уборкой, шт./м ²
1	2	3	4	5
Традиционная технология				
Б/у	700,0	388,5	55,5	306,7
N ₃₀	700,0	413,3	59,0	287,8
N ₃₀ P ₂₀	700,0	419,2	59,9	311,2
Прямой посев				
Б/у	700,0	429,4	61,3	344,4
N ₃₀	700,0	433,3	61,9	333,8
N ₃₀ P ₂₀	700,0	439,1	62,7	309,7

По числу растений в фазе полных всходов есть небольшое превышение в пользу прямого посева льна. Следует обратить внимание на то, что одновременное внесение минеральных удобрений не приводило к снижению полевой всхожести семян. Это подтверждает наши вы-

В начале вегетации льна количество многолетних корнеотпрысковых сорняков на фонах прямого посева в среднем за 9 лет исследований, было в два раза меньше, чем при традиционной обработке почвы. Общее количество сорняков при прямом посеве было меньше на 16,5%.

Перед уборкой льна количество многолетних сорняков на фонах прямого посева было в 4 раза меньше, чем при традиционной обработке почвы. Общее число сорняков было меньше на 40%.

В таблице 7 представлены результаты определения полевой всхожести семян и густоты стояния растений перед уборкой.

воды о том, что минеральные удобрения, высеянные в один рядок с семенами, не оказывают отрицательного влияния на их прорастание. По числу растений перед уборкой также просматривается небольшое превышение в пользу прямого посева льна.

Приведённые выше данные показывают, что обработка почвы, применение СЗР и удобрений существенно влияют на водный и питательный режим почвы, засорённость посевов, полевою всхожесть семян, сохранность растений перед уборкой и урожайность. Современ-

ные системы обработки почвы, применение минеральных удобрений, влагонакопление, система защиты растений оказывают существенное влияние на продуктивность культуры льна (таблица 8).

Таблица 8 – Урожай семян льна масличного в зависимости от систем обработки почвы и погодных условий на южных черноземных почвах, ц/га

Система обработки почвы	Урожайность льна масличного, ц/га				В среднем
	Зерновой севооборот		Плодосменный севооборот		
	Острозасушливый год	Влажный год	Острозасушливый год	Влажный год	
Традиционная	4,1	9,4	4,0	9,0	6,6
Минимальная	5,9	15,6	6,1	14,9	10,6
Прямой посев	6,1	18,7	6,6	18,5	12,5

Результаты исследований показывают, что в среднем, в зависимости от погодных условий, в зоне южных черноземных почв возможно получение урожайности на уровне 10,6-12,5 ц/га (таблица 8).

В таблице 9 приведены данные урожайности льна в зависимости от систем обработки почвы в зоне обыкновенных черноземных почв.

Таблица 9 – Урожай семян льна масличного в зависимости от систем обработки почвы на обыкновенных черноземных почвах (в среднем за 2012-2020 годы), ц/га (данные Кужинова М.Б., Бодрый К.)

Система обработки почвы	Без удобрений	N ₃₀	N ₃₀ P ₂₀
Традиционная	8,3	9,5	10,1
Прямой посев	9,4	11,6	11,5

Как видно из таблицы 8 и 9, урожайность маслосемян льна в среднем формируется на уровне 10,6-12,5 ц/га при минимальной системе обработки почвы и прямом посеве в зоне южных черноземных почв и на уровне 10,1-11,5 ц/га при традиционной технологии возделывания и при прямом посеве на обыкновенных черноземных почвах.

Средний урожай семян по всем фонам внесения удобрений при традиционной обработке почвы составил 9,3 ц/га, при прямом посеве – 10,8 ц/га. Превышение в пользу прямого посева составило 1,5 ц/га или 16,1%.

При традиционной системе обработки почвы более эффективным было совместное внесение азотных и фосфорных удобрений с нормой N30P20. Прибавка по сравнению с неудобренным фоном составила 1,3 ц/га.

На фонах прямого посева лучшим был вариант припосевного внесения аммиачной селитры в дозе N30. Прибавка урожая маслосемян по сравнению контролем (без удобрений) со-

ставила 1,2 ц/га. Совместное внесение азотных и фосфорных удобрений при прямом посеве льна не привело к увеличению урожая. Прибавка над контролем составила 1,1 ц/га. Уровень урожайности льна масличного показывает, что экономически выгоднее вносить азотные удобрения по сравнению с азотно-фосфорными. Результаты проведённых исследований показывают, что при прямом посеве льна возрастает значение азотного питания растений. Аналогичные результаты при прямом посеве льна получены и в исследованиях НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева [18].

Наиболее высокий урожай маслосемян (11,6 ц/га) формируется при прямом посеве льна с одновременным внесением азотных удобрений в дозе N30. Прибавка над контролем (традиционное возделывание без удобрений) составила 3,3 ц/га или 39,8%.

Проводимые на обыкновенных черноземных почвах исследования показывают, что повышение продуктивности масличного льна

при прямом посеве является следствием улучшения водно-физических свойств, питательного режима почвы, снижения засорённости посевов при данной системе земледелия.

Максимальный отказ от механических обработок почвы при прямом посеве культур повышает продуктивность посевов оказывает положительное влияние на эрозионную устойчивость почвы. При прямом посеве сохранность стерни и растительных остатков выше на 75-80 % выше по сравнению с традиционной системой обработки почвы. Содержание ветроустойчивых фракций почвы в верхнем слое почвы размером 1 мм составляет 78-87 % при прямом посеве. При этом полностью исключается проявление ветровой эрозии почв и значительно снижается проявление водной эрозии.

Таблица 10 – Сравнительная рентабельность применения различных технологий обработки почвы при выращивании льна масличного

Система обработки почвы	Урожайность, ц/га	Затраты на 1 га, тыс. тенге	Стоимость валовой продукции, тыс. тенге*	Прибыль на 1 га, тыс. т.	Себестоимость единицы урожая, тыс. т/тонну.
Традиционная	6,6	67,0	118,8	41,8	120,0
Минимальная	10,6	71,0	190,8	109,8	76,4
Прямой посев	12,5	62,5	225,0	152,6	57,9

* Стоимость 1 тонны семян льна составляет 180,0 тыс. тенге за 1 тонну по данным Госкорпорации.

Как видно из таблицы 10, при практически одинаковых денежных затратах при выращивании льна по различным технологиям стоимость произведенной продукции и чистая прибыль выше при системе прямого посева.

Обсуждение

Интенсификация систем обработки почвы позволяют существенно повысить устойчивость и продуктивность льна масличного в различных почвенно-климатических условиях. Изменение методов использования земель на основе агробиоразнообразия и новых методов обработки почвы является основой длительной устойчивости земледелия в условиях меняющегося климата и в новых условиях рынка. Средняя продуктивность надземной и подземной биомассы растений в плодосменных севооборотах существенно выше по сравнению с традиционной системой выращивания. Прямой посев обеспечивает размещение семян во влажный слой почвы на глубину 3-4 см и получать дружные всходы. Для этих культур важно, чтобы семена укладывались на плотное семенное ложе на небольшую глубину. Этого

Почва при прямом посеве непрерывно находится под защитным растительным покровом.

При прямом посеве культур или нулевой обработке почвы активизируется деятельность почвенной микрофлоры. Более активной деятельности почвенной микрофлоры способствует накопление и сохранение большего количества влаги в почве при прямом посеве культур. При чередовании в полевых севооборотах культур, относящихся к разным биологическим группам, улучшается фитосанитарная обстановка, прерывается накопление специализированных сорных растений, вредителей и болезней культурных растений.

Системы обработки почвы оказывают существенное влияние на эффективность выращивания льна (таблица 10).

легче добиться при прямом посеве льна в необработанную стерню. Одновременное припосевное внесение минеральных удобрений не приводит к снижению полноты всходов льна. Внесение азотных удобрений в дозе 30 кг/га в действующем веществе, высеянные в один рядок с семенами, не оказывают отрицательного влияния на их прорастание. Лён масличный во все годы проявлял стабильную положительную реакцию на систему прямого посева. При прямом посеве льна улучшался водный режим почвы, отмечалась меньшая засорённость посевов, повышалась эффективность внесения минеральных удобрений. Максимальный урожай маслосемян (11,6 ц/га) в среднем за 9 лет получен при прямом посеве льна с одновременным внесением азотных удобрений (N30).

В Костанайской области по парам традици-

онно размещается мягкая пшеница. Исследования, проведённые в Карабалыкской СХОС, показали, что при размещении по парам твёрдой пшеницы, масличных и крупяных культур формируется более высокий уровень дохода. Себестоимость выращивания единицы продук-

Заключение

На основании изучения культуры льна в различных агроэкосистемах, проведенных в зоне южных и обыкновенных черноземов Акмолинской и Костанайской областей можно заключить, что применение почво-, ресурсосберегающих систем обработки почвы и посева и включение в севооборот разнообразных культур оказывает положительное влияние на водно-физические свойства почв, эффективность использования влаги атмосферных осадков, эрозионную устойчивость почв, продуктивность агроэкосистем.

По результатам предварительных исследований получены дополнительные исходные данные по продуктивности нетрадиционных культур и эффективности диверсификации севооборотов в сравнении с севооборотами с паровым полем и без, влияние различных культур на эффективность использования почвенной влаги и влаги атмосферных осадков и водному балансу, изменению физических свойств почв, продуктивности различных севооборотов.

Прямой посев льна позволяют более экономно и продуктивно использовать почвенную влагу. Естественная мульча из растительных остатков предыдущих культур препятствует интенсивному и непроизводительному испарению влаги с поверхности почвы.

Систематическое припосевное внесение стартовых доз минеральных удобрений (N30, N30P20) на обыкновенных чернозёмах Костанайской области позволяет улучшить пищевой режим почвы. Содержание нитратного азота в начале вегетации льна повышалось от нижней до верхней границы средней обеспеченности растений. Такие же тенденции наблюдаются при внесении фосфорных удобрений.

Информация о финансировании

Данная научная работа подготовлена к публикации в рамках реализации программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по Программе «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». ИРН Программы 0121PK00781.BR10764908

ции льна при традиционной системе обработки почвы выше на 57 % по сравнению с системой минимальной обработки почвы и на 108,0% выше по сравнению с системой прямого посева. Аналогичную закономерность приводят ученые Канады [7,8,9].

Отказ от механических обработок почвы не приводит к увеличению засорённости полевых культур. Более того, применение гербицидов вместо механических обработок почвы позволяет более эффективно подавлять сорные растения в посевах полевых культур. В первую очередь это касается злостных многолетних корнеотпрысковых сорняков. Системные гербициды вызывают эффективную гибель корневой системы многолетних сорняков, чем при применении механической обработки почвы при минимальной системе обработки почвы.

Наиболее высокий урожай маслосемян, в среднем за 9 лет исследований, был получен при прямом посеве льна с внесением в рядок азотных удобрений (N30). Прибавка по сравнению с контрольным вариантом (традиционная технология без удобрений) составила 3,3 ц/га или 39,8%.

Полученные исходные данные являются основой для разработки эффективного и продуктивного использования природного и климатического потенциала каждой агроэкологической зоны, сохранения плодородия и контроля эрозии почв, и для подготовки практических методических рекомендаций по эффективному использованию природных ресурсов и нетрадиционных культур для повышения продуктивности агроэкосистем, повышения устойчивости производства сельскохозяйственной продукции в связи с возможными изменениями климата. Новые данные позволят оценить вклад нетрадиционных культур в потенциал секвестрации почвенного углерода и эффективность диверсификации севооборотов на основе новых систем обработки почвы.

Список литературы

- 1 Сулейменов М.К. Основы ресурсосберегающей системы земледелия в Северном Казахстане - плодосмен и нулевая или минимальная обработка почвы [Текст]/ Сб. науч. трудов. - Астана-Шортанды, 2013. - С.16-26.
- 2 Kassam, A; Derpsch, R.; Friedrich, T. Development of Conservation Agriculture systems globally [Text]/ In Advances in Conservation Agriculture, Volume 1 – Systems and Science; Kassam, A, Ed.; Burleigh Dodds: Cambridge, UK, -2020. Chapter 2. -P.31-86.
- 3 Comprehensive analysis of the disaster risk reduction system for the agricultural sector in Kazakhstan. Retrieved from Электронное издание (<https://www.fao.org/3/cb8757en/cb8757>) en.pdf Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2022d.
- 4 Sustainable Land-Use Resources in Drought-Prone Regions of Kazakhstan and Implications for the Wider Central Asian Region. [Text]/ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021a.
- 5 Barbieri, P., Pellerin, S., Seufert, V., and Nesme, T. (2019). Changes in crop rotations would impact food production in an organically farmed world. [Text] / Nat. Sustain. -2019. -P. 378–385. doi: 10.1038/s41893-019-0259-5
- 6 Beillouin, D., Ben-Ari, T., Malézieux, E., Seufert, V., and Makowski, D. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. [Text] / Glob. Change Biol. 2021. -P.1–14. doi: 10.1111/gcb.15747
- 7 Bowman, M. S., and Zilberman, D. Economic factors affecting diversified farming systems. [Text] / Ecol. Soc. -2013. -P.18:33. doi: 10.5751/ES-05574-180133
- 8 Lafond, G.P., Brandt, S.A., Irvine, B., May, W.E. and Holzapfel, C.B. Reducing the risks of in-crop nitrogen fertilizer applications in spring wheat and canola [Text]/ Can. J. Plant Sci. - 2008. – Vol. 88. -P. 907-919. Импакт фактор - 0,667.
- 9 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.
- 10 Бюро Национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, 2021.
- 11 Chen XD, Dunfield KE, Fraser TD, Wakelin SA, Richardson AE, Condron LM. Soil biodiversity and biogeochemical function in managed ecosystems. [Text]/ Soil Research, -2020. -№58. -P1-20.
- 12 Семенов С. М., Ясюкевич В. В. Выявление климатогенных изменений [Текст]: М.: Метеорология и гидрология, 2006. – 324 с.
- 13 Гребенюк Г. Н., Кузнецова В. П. Современная динамика климата и фенологическая изменчивость северных территорий [Текст] / Фундаментальные исследования, -2012. – № 11–5. – С. 63-77.
- 14 IPCC. Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. [Text]/ IPCC. 2019.
- 15 Hooper, D.U.; Johnson, L. Nitrogen limitation in dryland ecosystems: Responses to geographical and temporal variation in precipitation. Biogeochemistry [Text] / [Google Scholar] [CrossRef] -1999. -№46. -P. 247–293.
- 16 Бакаев Н.М. Почвенная влага и урожай [Текст]: 1975. -215 с.
- 17 Iijima, Y., T. Kawaragi, T. Ito, K. Akshalov, A. Tsunekawa, and M. Shinoda, 2008. Response of plant growth to surface water balance during a summer dry period in the Kazakhstan steppe. Hydrological Processes, [Text] / -2008. -№22. -P. 2974-2981. DOI: 10.1002/hyp.6870.
- 18 Филонов В.М., Наздрачѳв Я.П., Мамыкин Е.В. Отзывчивость льна масличного на минеральные удобрения при нулевой технологии возделывания [Текст]/ Земледелие и селекция сельскохозяйственных растений на современном этапе. - Астана – Шортанды, 2016. Том I. – С. 296-302.

References

- 1 Suleimenov M.K. Fundamentals of resource-saving farming system in Northern Kazakhstan - fruit-bearing and zero or minimal tillage [Text] / Collection of scientific work. - Astana-Shortandy, 2013. -P.16-26.
- 2 Kassam, A; Derpsch, R.; Friedrich, T. Development of Conservation Agriculture systems globally. [Text]/ In Advances in Conservation Agriculture, Volume 1 – Systems and Science; Kassam, A, Ed.; Burleigh Dodds: Cambridge, UK, -2020. Chapter 2. -P.31-86.
- 3 Comprehensive analysis of the disaster risk reduction system for the agricultural sector in Kazakhstan. Retrieved from Elektronnoe izdanie (<https://www.fao.org/3/cb8757en/cb8757>) en.pdf Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2022.
- 4 Sustainable Land-Use Resources in Drought-Prone Regions of Kazakhstan and Implications for the Wider Central Asian Region. [Text]/ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021.
- 5 Barbieri, P., Pellerin, S., Seufert, V., and Nesme, T. Changes in crop rotations would impact food production in an organically farmed world. [Text] / Nat. Sustain. -2019. -№2. -P. 378–385. doi: 10.1038/s41893-019-0259-5
- 6 Beillouin, D., Ben-Ari, T., Malézieux, E., Seufert, V., and Makowski, D. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. [Text]/ Glob. Change Biol. 2021. -P.1–14. doi: 10.1111/gcb.15747
- 7 Bowman, M. S., and Zilberman, D. Economic factors affecting diversified farming systems. [Text] / Ecol. Soc. -2013. -№18. -P.33. doi: 10.5751/ES-05574-180133
- 8 Lafond, G.P., Brandt, S.A., Irvine, B., May, W.E. and Holzapfel, C.B. Reducing the risks of in-crop nitrogen fertilizer applications in spring wheat and canola [Text] / Can. J. Plant Sci. - 2008. – Vol. 88. -P. 907-919. Импакт фактор - 0,667.
- 9 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.
- 10 Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan, 2021.
- 11 Chen XD, Dunfield KE, Fraser TD, Wakelin SA, Richardson AE, Condron LM. Soil biodiversity and biogeochemical function in managed ecosystems. [Text] / Soil Research 58, 2020. -P.1-20.
- 12 Semenov S. M., Yasyukevich V. V. Identification of climatogenic changes [Text]: Moscow: Meteorology and Hydrology, 2006. – 324 p.
- 13 Grebenyuk G. N., Kuznetsova V. P. Modern climate dynamics and phenological variability of the northern territories [Text] / Fundamental Research, -2012. – No. 11-5. – P. 63-77;
- 14 IPCC. Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. [Text]/ IPCC. 2019.
- 15 Hooper, D.U.; Johnson, L. Nitrogen limitation in dryland ecosystems: Responses to geographical and temporal variation in precipitation. Biogeochemistry, [Text] / [Google Scholar] [CrossRef] -1999. -№ 46. -P.247–293.
- 16 Bakaev N.M. Soil moisture and yield [Text]: 1975. -215 p.
- 17 Iijima, Y., T. Kawaragi, T. Ito, K. Akshalov, A. Tsunekawa, and M. Shinoda, 2008. Response of plant growth to surface water balance during a summer dry period in the Kazakhstan steppe [Text]/ Hydrological Processes, -2008. -№22. -P. 2974-2981. DOI: 10.1002/hyp.6870.
- 18 Filonov V.M., Nozdrachev Ya.P., Mamykin E.V. Responsiveness of oilseed flax to mineral fertilizers with zero cultivation technology [Text] / Agriculture and selection of agricultural plants at the present stage. - Astana – Shortandy, -2016. – Vol.I. -P. 296-302.

**АУА РАЙЫ ЖАҒДАЙЛАРЫНА ЖӘНЕ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ ЕГІНШІЛІК
ЖАҒДАЙЫНДА ӨСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА БАЙЛАНЫСТЫ МАЙЛЫ
ЗЫҒЫРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІ МЕН РЕНТАБЕЛЬДІЛІГІ**

Ақшалов Қанат Ашкеевич

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

Қужинов Марат Бағытжанұлы

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

Баймұқанова Олеся Николаевна

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

Байшоланов Сәкен Советұлы

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

Жұмабек Бақытбек

PhD доктор

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

Мұратұлы Оразхан

*«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Шортанды-1 кенті, Қазақстан
E-mail: oraz00.01@mail.ru*

Түйін

Мақалада әртүрлі топырақ өңдеу жүйелерінің топырақтың су-физикалық қасиеттеріне, топырақ құнарлылығына, дақылдардың ластануына, өскіндердің толықтығына, егін жинау алдындағы зығыр өсімдіктерінің санына және олардың құрғақшылық жағдайда зығыр өндірісінің тұрақтылығын арттыруға әсері қарастырылған. Зерттеу нәтижелері топырақ пен су ресурстарын тиімді пайдаланудағы әртүрлі өңдеу жүйелерінің тиімділігін көрсетеді. Зерттеулер зығыр дақылының рентабельділігін бақылау үшін топырақты өңдеу жүйелері санын азайтудың рөлін көрсетеді.

Зерттеу топырақ сапасының сипаттамаларын, әртүрлі өңдеу жүйелері мен минералды тыңайтқыштардың өнімділігі мен тиімділігін бағалайды. Топырақтың көлемдік салмағы 0-30 см тереңдікте, дәстүрлі өңдеу жүйесінде $0,98 \text{ г/см}^3$ және минималды өңдеу жүйесінде $1,16 \text{ г/см}^3$ болды. Топырақтың 0-15 см қабатында потенциалды аммонийлы азоттың мөлшері минималды және тікелей себу жүйесінде сәйкесінше 30 және 22 кг/га болды. Бұл жерді басқарудағы айырмашылықтарды көрсететін топырақты өңдеу жүйелері мен ықтимал минералданатын азот арасындағы оң байланысын көрсетеді. Жыл сайын топыраққа 30 кг/га азот енгізілген

жағдайда азоттың оң балансы алынды және нитрат азотының жинақталуы, тіпті дәндегі азоттың шығарылуынан жоғары нормаларда да байқалмады. Бұл өнімді ауыспалы егісте дақылдарды өсірумен бірге тікелей себу топырақ ресурстарын сақтау жолын білдіреді деген пікірді қолдайды. Майлы зығыр тұқымының өнімділігі дәстүрлі жүйемен салыстырғанда ресурстарды үнемдейтін өңдеу жүйесінде 14% және 16% жоғары болды.

Кілт сөздер: майлы зығыр; тікелей себу; минималды топырақ өңдеу жүйесі; дәстүрлі топырақ өңдеу жүйесі; зығыр майының өнімділігі; зығыр өсірудің рентабельділігі.

PRODUCTIVITY AND PROFITABILITY OF OILSEED FLAX DEPENDING ON WEATHER CONDITIONS AND CULTIVATION TECHNOLOGY IN ARID AGRICULTURE

Akshalov Kanat Ashkeevich

*"Scientific-Production Center of Grain Farming named
after A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1 settlement, Kazakhstan
E-mail: kanatakshalov@mail.ru*

Kuzhinov Marat Bagitzhanovich

*"Scientific-Production Center of Grain Farming named
after A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1 settlement, Kazakhstan
E-mail: kuzhinov62@mail.ru*

Baymukanova Olesya Nikolaevna

*"Scientific-Production Center of Grain Farming named
after A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1 settlement, Kazakhstan
E-mail: olesya.baymukanova@mail.ru*

Saken Sovetovich Baisholanov

*Candidate of Geographical Sciences
"Scientific-Production Center of Grain Farming named
after A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1 settlement, Kazakhstan
E-mail: saken_baisholan@mail.ru*

Zhumabek Bakytbek

Doctor PhD

*"Scientific-Production Center of Grain Farming named
after A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1 settlement, Kazakhstan
E-mail: zhumabiek.84@mail.ru*

Muratuly Orazkhan

*Scientific-Production Center of Grain Farming named
after A.I. Barayev" LLP
Shortandy-1 settlement, Kazakhstan
E-mail: oraz00.01@mail.ru*

Abstract

The article examines the influence of various tillage systems on the water-physical properties of the soil, soil fertility, crop infestation, fullness of seedlings, the number of flax plants before harvesting and their impact on increasing the sustainability of flax production in arid conditions. The research results illustrate the effectiveness of various tillage systems in the efficient use of soil and water resources. The research shows the role of minimizing tillage systems to control the risk of production, profitability of flax crop production.

The study evaluates the characteristics of soil quality, productivity and efficiency of the use of various tillage systems and mineral fertilizers. The values of the volume density of the soil were 0,98 g/cm³ for the traditional tillage system and 1.16 for the minimum tillage system in the 0-30 cm soil layer. Potentially mineralized N in the 0-15 cm soil layer contained 30 and 22 kg/ha of ammonium nitrogen with minimal and direct sowing, respectively. This indicates a positive relationship between tillage systems and potentially mineralized nitrogen, reflecting differences in land management. A positive nitrogen balance was obtained when 30 kg/ha of nitrogen was applied each year, and no accumulation of nitrate nitrogen was observed even at rates exceeding nitrogen removal in grain. This confirms the opinion that direct seeding in combination with cultivation of crops in a soil - cover crop rotation is a way to preserve soil resources. The yield of flax seeds is 14% and 16% higher with a resource-saving tillage system compared to the traditional system.

Key words: oilseed flax; direct seeding; minimum tillage system; traditional tillage system; yield of flax oilseeds; profitability of flax cultivation.