

The indicators of the waste pyrolysis process are calculated depending on the degree of heating and temperature of biomass processing.

The results of analyzes carried out to determine the moisture content, the amount of volatile substances in the composition of biochar and to determine the carbon in the composition of biochar, for further use of biochar in soil application are given. Biochar products were brought from different regions of France.

The conditions for the analysis correspond to the requirements established for laboratory research, while the following indicators of the substance and processes were selected: sample weight  $\approx 30$  (mg); temperature 900 ( $^{\circ}\text{C}$ ); heating rate 10 ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ ); residence time 60 (min); atmosphere  $\text{N}_2/\text{Air}$ ; gas flow rate 100 ( $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$ )

The process of pyrolysis consists in the transformation of organic substances under the action of heating in an inert atmosphere, on the basis of which it is established at a temperature of 350 ... 400  $^{\circ}\text{C}$ . the minimum heating rate is 35...40 deg  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ., and the maximum productivity of biochar, which increases bulk density, aggregate stability, hydraulic conductivity, water and nutrient retention capacity, soil cation exchange capacity, soil pH.

The results of adding the obtained biochar to the soil cause changes in the physical, chemical and microbiological properties of the soil and increase porosity, bulk density, aggregative stability, hydraulic conductivity, water and nutrient retention capacity, soil cation exchange capacity, soil pH, composition and microbial activity in the end result will lead to increased fertility.

**Key words:** pyrolysis, biochar, biomass, vacuum furnace, biomass heating, porosity, bulk density of nutrients, soil and ecological conditions, natural environmen

МРНТИ 68.35.31:68.33.29

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2023/17>

*А.А. Кашкаров\*, А. Касипхан, Р.Ш. Кузданова, Ж.С. Алманова, Г.Р. Кекілбаева*

*НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан, [kashkarov.70@mail.ru](mailto:kashkarov.70@mail.ru)\*, [a.kasipkhan@kazatu.edu.kz](mailto:a.kasipkhan@kazatu.edu.kz), [roza\\_kuzdanova@mail.ru](mailto:roza_kuzdanova@mail.ru), [almanova44@mail.ru](mailto:almanova44@mail.ru), [kekilbaeva@mail.ru](mailto:kekilbaeva@mail.ru)*

## **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА СОРТА АКСАЙСКИЙ УСАТЫЙ 55**

### *Аннотация*

В статье представлены результаты исследований 2021-2022 гг., проведенных на темно-каштановых почвах Центрального Казахстана, по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность гороха сорта Аксайский усатый 55 и динамику основных питательных элементов почвы, таких как нитратный азот, подвижный фосфор, обменный калий в течение вегетации гороха по фазам: всходы; бутонизация и цветение. Посевы вышеуказанной культуры проводились тремя разными нормами высева семян (0,8; 1,0; 1,2 млн.шт. семян на 1 га), в три разных срока посева (11; 15; 20 мая) и по трем фонам: контроль (без удобрений); Р 82 кг/га д.в.; Р 82 кг/га д.в.+ N 17 кг/га д.в. Содержание нитратного азота в почве перед посевом гороха по всем нормам высева было от очень низкого до повышенного, в зависимости от срока посева и климатических условий. Внесение аммофоса повышало содержание нитратного азота в почве по всем срокам и нормам высева гороха: до 16,6-17,5 мг/кг на вариантах со сроком посева 11 мая и до 28,1-37,5 мг/кг почвы на вариантах с более поздним сроком посева. Дополнительное внесение сульфата аммония соответственно еще больше увеличивало содержание нитратного азота в почве - до 40,5 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора в почве перед посевом гороха на контрольных вариантах (без удобрений) было очень низким и низким на уровне 8,8-23,5 мг/кг. Внесение аммофоса как фосфорсодержащего удобрения

повышало содержание подвижного фосфора в почве до 38,1 мг/кг почвы, что соответствует повышенной обеспеченности.

В среднем за два года проведенных исследований, наиболее высокая урожайность – 20,26 ц/га, получена по варианту со сроком посева 20 мая, с нормой высева 1,2 млн.шт. семян на 1 га, с внесением Р 82 кг/га д.в.+N 17 кг/га д.в. Более оптимальным оказался третий срок посева - 20 мая, который обеспечил наиболее высокую урожайность изучаемой культуры – 20,26 ц/га. По изучению влияния минеральных удобрений на урожайность гороха по всем срокам и нормам высева, наибольшей величиной отличался вариант с совместным внесением аммофоса и сульфата аммония.

**Ключевые слова:** почва, горох, нитратный азот, подвижный фосфор, минеральные удобрения, урожайность

### **Введение**

Горох возделывается на обширном ареале, преимущественно в умеренной зоне земного шара. Среди важнейших зернобобовых культур, широко распространенных в различных странах мира, горох по посевной площади занимает третье место [1,с.6]. Широкое распространение зерновых бобовых и, в частности, гороха в мировом земледелии обусловлено, прежде всего, их способностью накапливать в семенах и вегетативной массе большое количество высококачественного белка [2].

Горох является одним из важных овощей в мире и входит в топ-10 овощных культур. Горох широко используется в рационе человека во всем мире и богат белком (21-25%), углеводами, витаминами А и С, кальцием, фосфором и имеет высокий уровень аминокислот лизина и триптофана [3].

Горох - одна из важнейших универсальных бобовых культур, которая обладает высокой питательностью благодаря своим важным биохимическим свойствам, а именно содержанию белка, его качеству (содержит большое количество незаменимых аминокислот, таких как лизин, метионин, лейцин и т.д.), которые не синтезируются человеческим организмом), минералов, масла и содержанию сахара. Горох обладает высокой питательностью и содержит высокий процент легкоусвояемых белков - 22,5%, углеводов - 58,5%, жиров - 1,0%, клетчатки - 4,4% и минералов - 3%, витаминов, особенно группы В [4].

Центральный Казахстан характеризуется засушливым климатом с годовой суммой осадков от 190 до 370 мм и напряженным ветровым режимом. Основные пахотные земли представлены каштановыми, темно-каштановыми и черноземными почвами, которые используются главным образом для выращивания ведущей культуры этого региона - яровой пшеницы. Освоение наиболее продуктивных севооборотов, соответствующих местным почвенно-климатическим условиям, является важной задачей в выполнении Продовольственной программы Казахстана [5]. Одной из культур в диверсификации сельскохозяйственного производства является горох.

В Казахстане, продуктивность гороха, несмотря на относительно благоприятные почвенно-климатические условия, низкая. По данным Бюро национальной статистики Агентства Республики Казахстан по стратегическому планированию и реформам, в 2022 г. площадь возделывания гороха составила 117,1 тыс. га, при средней урожайности - 12,8 ц/га, что существенно ниже по сравнению с показателями развитых стран мира [6].

Одной из причин является недостаточная изученность биологических требований гороха к условиям минерального питания и его отзывчивости на удобрения, в том числе в условиях Центрального Казахстана.

В связи с этим нами была поставлена цель - изучить влияние минеральных удобрений на условия почвенного питания и урожайность гороха.

### **Методы и материалы**

Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность гороха сорта Аксайский усатый 55 проводились на темно-каштановых карбонатных почвах ТОО «Найдоровское» Карагандинской области с содержанием нитратного азота в пределах – 10,8-

11,7 мг/кг, подвижного фосфора – 15,2-23,8 мг/кг, обменного калия – 530-550 мг/кг, гумуса 2,58-2,79 %, рН 8,34-8,67, по следующей схеме:

1. Контроль (без удобрений);
2. Р 82 кг/га д.в.;
3. Р 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в..

Полевые опыты были заложены в три срока посева: 11 мая, 15 мая, 20 мая с различными нормами высева семян 0,8; 1,0; 1,2 млн. шт/га. Размер одной делянки – 0,115 га (36м x 32м). Повторность трехкратная. Сорт гороха - Аксайский усатый 55 (выведен в 2011 году, раннеспелый). Агротехника в опытах общепринятая для зоны. В качестве удобрений использовались аммофос (Р - 46 %, N - 10% д.в.) и сульфат аммония (N - 21%).

Агрохимические показатели почв определены общепринятыми в агрохимии методами для карбонатных почв: Отбор образцов почв (ГОСТ 58595-2019); подготовка образцов почвы к анализу (ГОСТ 29269-91); определение содержания нитратов в почве по методике ЦИНАО (ГОСТ 26951-86); определение подвижного фосфора и калия в составе почвы по методике Мачигина (ГОСТ 26205-91); определение показателя рН почвы по методике ЦИНАО (ГОСТ 26483-85); определение содержания гумуса в почве по методике ЦИНАО (ГОСТ 26213-2021).

Статистическая обработка полученных данных проводилась по методике Б. А. Доспехова [7].

### **Результаты и обсуждение**

Специфика питания гороха, как и других зернобобовых культур, обусловлена их биологическими особенностями: относительно небольшим вегетационным периодом, слаборазвитыми корневой системой и надземной массой, что требует достаточного содержания в почве усвояемых форм питательных веществ. Чтобы сформировать урожай зерна на уровне 4,0 т/га, растения выносят из почвы 240-260 кг азота, 48-50 кг фосфора и около 80 кг калия [8].

Азот является жизненно важным питательным веществом для жизнедеятельности органов растений. Он входит в состав многих компонентов, поэтому количество азота может влиять на рост растений [9].

Содержание элементов питания в почве в годы исследований было различным (таблицы 1-3).

Как видно из таблицы 1, содержание нитратного азота в почве перед посевом гороха 11 мая на контрольных вариантах (без удобрений) было очень низким, на уровне 12,6-16,1 мг/кг почвы. При посеве гороха в более поздние сроки, увеличение температуры почвы благоприятно сказываясь на процессе нитрификации, несколько повышало содержание нитратного азота в почве, до 26,5-33,0 мг/кг почвы. Внесение аммофоса повышало содержание нитратного азота в почве по всем срокам и нормам высева гороха: до 16,6-17,5 мг/кг на вариантах со сроком посева 11 мая и до 28,1-37,5 мг/кг почвы на вариантах с более поздним сроком посева. Дополнительное внесение сульфата аммония соответственно еще больше увеличивало содержание нитратного азота в почве - до 40,5 мг/кг почвы. К фазе бутонизации гороха в целом содержание нитратного азота в почве по всем вариантам снижалось за счет выноса растениями, несколько повышаясь в фазу цветения, так как запасы азота пополняются путем фиксации его клубеньковыми бактериями, а также нужно учесть, что во время бутонизации и цветения азот уже поступает из накопленного запаса растением [8].

**Таблица 1 -** Динамика содержания нитратного азота под посевами гороха, мг/кг почвы

Сроки посева	Норма высева, млн шт/га	Фон	Содержание NO <sub>3</sub> в почве, мг/кг		
			до посева	в фазу бутонизации	в фазу цветения
11 мая	0,8	Контроль (без удобрений)	14,5	13,2	14,7
		Р 82 кг/га д.в.	17,5	13,2	15,9
		Р 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	18,9	22,2	23,2
	1,0	Контроль (без удобрений)	16,1	10,6	13,6

		P 82 кг/га д.в.	17,2	10,4	15,7	
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	17,8	13,9	19,5	
		Контроль (без удобрений)	12,6	8,6	7,5	
	1,2	P 82 кг/га д.в.	16,6	10,0	18,2	
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	16,7	18,3	20,6	
		Контроль (без удобрений)	33,0	26,6	23,3	
15 мая	0,8	P 82 кг/га д.в.	37,5	32,0	35,9	
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	40,5	39,6	39,0	
		Контроль (без удобрений)	29,3	17,2	18,4	
	1,0	P 82 кг/га д.в.	32,3	17,6	19,3	
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	34,0	18,8	22,4	
		Контроль (без удобрений)	26,5	15,7	17,5	
	1,2	P 82 кг/га д.в.	28,1	19,0	20,6	
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	29,8	19,2	22,2	
		Контроль (без удобрений)	25,7	19,5	19,2	
	20 мая	0,8	P 82 кг/га д.в.	27,7	20,8	20,4
			P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	28,8	22,2	25,1
			Контроль (без удобрений)	27,5	20,6	21,5
1,0		P 82 кг/га д.в.	29,1	22,4	23,7	
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	29,4	21,9	25,8	
		Контроль (без удобрений)	23,1	17,2	16,2	
1,2		P 82 кг/га д.в.	24,0	18,9	20,3	
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	24,1	17,1	18,4	

Фосфор способствует мощному развитию корневой системы у проростков. Это важный этап развития бобовых растений, от которого в последующем зависит образование клубеньков на корнях. Фосфор играет важную роль в процессе биологической фиксации азота и способствует более раннему и равномерному созреванию семян [8].

Известно, что фосфор играет важную роль в росте и развитии культуры и имеет прямое отношение к прорастанию корней, прочности стебля, образованию зерна, созреванию урожая [3].

Для гороха характерна высокая интенсивность поглощения фосфора. Больше всего культура усваивает его в период прорастания - бутонизации, в это время растения накапливают до 75% общего его количества за вегетационный период. Остальная потребность в фосфоре продолжает поступать до полного созревания гороха. Недостаток фосфора в почве нарушает формирование репродуктивных органов, затягивает период созревания зерна [8].

Содержание подвижного фосфора в почве перед посевом гороха на контрольных вариантах (без удобрений) было очень низким и низким [10, 11], на уровне 8,8-22,1 мг/кг почвы (таблица 2).

**Таблица 2** - Динамика содержания подвижного фосфора под посевами гороха, мг/кг почвы

Сроки посева	Норма высева, млн шт/га	Фон	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в почве, мг/кг		
			до посева	в фазу бутонизации	в фазу цветения
11 мая	0,8	Контроль (без удобрений)	8,8	6,6	7,6
		P 82 кг/га д.в.	10,6	11,4	11,1
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	15,8	13,1	12,6
	1,0	Контроль (без удобрений)	12,3	8,5	10,0
		P 82 кг/га д.в.	16,4	15,0	14,5
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	19,9	16,9	15,0
	1,2	Контроль (без удобрений)	11,0	10,4	11,5
		P 82 кг/га д.в.	15,8	11,5	13,3
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	19,6	16,3	17,9
15 мая	0,8	Контроль (без удобрений)	20,2	12,5	16,7
		P 82 кг/га д.в.	38,5	27,9	29,2

20 мая	1,0	P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	51,7	37,7	32,8	
		Контроль (без удобрений)	19,7	11,7	13,9	
		P 82 кг/га д.в.	38,1	29,1	28,5	
	1,2	P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	54,1	32,2	33,3	
		Контроль (без удобрений)	22,1	11,0	12,8	
		P 82 кг/га д.в.	37,0	28,4	30,2	
	20 мая	0,8	P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	57,5	31,5	36,4
			Контроль (без удобрений)	23,5	16,0	16,3
			P 82 кг/га д.в.	38,2	31,2	36,7
1,0		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	55,4	47,3	48,5	
		Контроль (без удобрений)	20,3	10,8	12,6	
		P 82 кг/га д.в.	35,1	29,3	30,4	
1,2		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	51,6	32,7	33,3	
		Контроль (без удобрений)	19,4	14,7	15,0	
		P 82 кг/га д.в.	35,2	24,0	25,5	
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	54,4	32,5	36,8	

Внесение аммофоса как фосфорсодержащего удобрения повышало содержание подвижного фосфора в почве до 38,1 мг/кг почвы, что соответствует повышенной обеспеченности [10, 11]. Совместное применение аммофоса и сульфата аммония также повышало содержание подвижного фосфора, что можно объяснить мобилизацией почвенных фосфатов при внесении физиологически кислого сульфата аммония. В течение вегетации динамика содержания подвижного фосфора в почве была слабой, несколько снижаясь в связи с использованием растениями гороха.

Обеспеченность растений калием повышает их засухоустойчивость, устойчивость к заболеваниям, улучшает обмен веществ. Недостаток калия вызывает отмирание тканей на старых листьях и периферической части между жилками, а его избыток ускоряет образование и созревание бобов гороха, в результате чего они формируются мелкими, а растения - низкорослыми. При высокой обеспеченности калием его усвоение происходит интенсивнее и продолжается до конца вегетации [8].

В наших опытах, содержание обменного калия в почве перед посевом гороха на всех вариантах было высоким (таблица 3).

Внесение аммофоса, а также совместное внесение его с сульфатом аммония не оказывало влияния на содержание обменного калия в почве, которое оставалось на уровне высокой обеспеченности. Динамика содержания калия в почве в течение вегетации гороха также, как и фосфора была слабо выраженной и его содержание оставалось высоким.

**Таблица 3 - Динамика содержания обменного калия под посевами гороха, мг/кг почвы**

Сроки посева	Норма высева, млн шт/га	Фон	Содержание K <sub>2</sub> O в почве, мг/кг		
			до посева	в фазу бутонизации	в фазу цветения
11 мая	0,8	Контроль (без удобрений)	530	486	499
		P 82 кг/га д.в.	573	458	480
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	598	438	449
	1,0	Контроль (без удобрений)	503	471	411
		P 82 кг/га д.в.	568	470	422
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	542	483	403
	1,2	Контроль (без удобрений)	581	464	468
		P 82 кг/га д.в.	560	447	470
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	554	476	441
15 мая	0,8	Контроль (без удобрений)	508	448	477
		P 82 кг/га д.в.	531	438	429
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	526	452	475
	1,0	Контроль (без удобрений)	574	423	421
		P 82 кг/га д.в.	583	478	477

	1,2	P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	568	463	442
		Контроль (без удобрений)	575	406	427
		P 82 кг/га д.в.	575	440	422
20 мая	0,8	P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	531	426	421
		Контроль (без удобрений)	525	497	473
		P 82 кг/га д.в.	570	488	457
	1,0	P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	503	451	420
		Контроль (без удобрений)	560	441	403
		P 82 кг/га д.в.	558	486	402
	1,2	P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	539	437	404
		Контроль (без удобрений)	583	428	418
		P 82 кг/га д.в.	540	419	424
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	564	450	411

Внесение минеральных удобрений, улучшая условия почвенного питания, повышало урожайность гороха (таблица 4).

**Таблица 4** - Урожайность гороха в зависимости от норм, сроков посева и фона почвенного питания, ц/га

Сроки посева	Норма высева, млншт/га	Фон	Урожайность, ц/га		
			2021 г.	2022 г.	средняя за 2 г.
11 мая	0,8	Контроль (без удобрений)	13,01	11,53	12,27
		P 82 кг/га д.в.	19,79	13,61	16,70
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	20,64	13,93	17,29
	1,0	Контроль (без удобрений)	12,82	13,76	13,29
		P 82 кг/га д.в.	16,53	14,49	15,51
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	17,12	16,17	16,65
	1,2	Контроль (без удобрений)	10,78	12,94	11,86
		P 82 кг/га д.в.	15,09	14,15	14,62
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	14,78	15,18	14,98
15 мая	0,8	Контроль (без удобрений)	20,01	14,06	17,04
		P 82 кг/га д.в.	21,25	15,47	18,36
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	20,95	17,01	18,98
	1,0	Контроль (без удобрений)	23,94	15,37	19,66
		P 82 кг/га д.в.	19,41	18,55	18,98
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	19,45	19,09	19,27
	1,2	Контроль (без удобрений)	14,19	18,84	16,52
		P 82 кг/га д.в.	17,64	20,26	18,95
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	18,18	20,23	19,21
20 мая	0,8	Контроль (без удобрений)	11,47	15,84	13,66
		P 82 кг/га д.в.	14,78	17,73	16,26
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	15,58	18,84	17,21
	1,0	Контроль (без удобрений)	13,26	16,25	14,76
		P 82 кг/га д.в.	15,88	17,88	16,88
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	16,46	20,56	18,51
	1,2	Контроль (без удобрений)	14,31	20,18	17,25
		P 82 кг/га д.в.	17,44	19,22	18,33
		P 82 кг/га д.в. + N 17 кг/га д.в.	18,83	21,69	20,26
НСР <sub>05</sub>			2,13	2,43	
m, %			4,25	5,22	

Как видно из данных таблицы 4, внесение аммофоса в качестве фосфорсодержащего удобрения повышало урожайность гороха по всем вариантам, независимо от сроков и норм высева - от 11,86-19,66 ц/га на контрольных вариантах до 14,62-18,98 ц/га по удобренному аммофосом вариантам. Совместное внесение фосфора и азота по всем срокам и нормам высева оказалось наиболее эффективным. В среднем за два года, самую высокую урожайность гороха обеспечило совместное применение аммофоса и сульфата аммония, при посеве 20 мая по

варианту с нормой высева 1,2 млн. шт. семян/га получен урожай 20,26 ц/га. Изучение сроков посева 11, 15, 20 мая показало, что лучшим является более поздний, третий срок посева - 20 мая, который обеспечил наиболее высокую урожайность изучаемой культуры.

### **Выводы**

Исследования, проведенные в 2021-2022 годах по изучению влияния минеральных удобрений на урожайность гороха сорта Аксайский усатый 55 на темно-каштановых карбонатных почвах Центрального Казахстана, показали высокую отзывчивость гороха на улучшение условий минерального питания. В среднем за два года, самая высокая урожайность гороха получена при совместном применении аммофоса и сульфата аммония, при норме высева 1,2 млн. шт. семян/га. Из изучаемых сроков посева, более оптимальным оказался третий срок - 20 мая, который обеспечил наиболее высокую урожайность изучаемой культуры – 20,26 ц/га.

### **Благодарность**

Статья подготовлена по материалам исследования, выполненного в рамках программы BR10865099, финансируемой Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан «Построение системы принятия решений для производства основных видов сельскохозяйственных культур на основе адаптации модели DSSAT роста и развития сельскохозяйственных культур, интегрированной системы управления производства животноводческой продукции на основе Smart-технологий с формированием информационной базы научно-технической документации по агро-технологиям для субъектов АПК с целью создания Smart-систем в сельском хозяйстве».

Авторы благодарят сотрудников и магистрантов кафедры почвоведения и агрохимии НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина» за содействие в проведении исследования.

### **Список источников**

1. Савельев В.А. Горох. Монография. - Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2016. -234 с.
2. RawalNabin, Rawal N., Khatri Narayan, Khadka Dinesh, Paneru Prakash. Fertilizer management and incorporation of legumes on performance of maize (*Zea mays* L.) in western hills of Nepal// Journal of Agriculture and Food Research, 2023, 14(100690)
3. Bhat TA, Gupta M, Ganai MA, Ahanger RA, Bhat HA. Yield, Soil Health and Nutrient Utilization of Field Pea (*Pisum sativum* L.) as Affected by Phosphorus and Biofertilizers under Subtropical Conditions of Jammu// International Journal of Modern Plant and Animal Science. 2013;1(1):1-8.
4. Verma PD, Swaroop N, Upadhyay Y, Swamy A, Dhruw SS. Role of phosphorus, zinc and rhizobium on growth and yield of field pea (*Pisum sativum* L) var. Rachna. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018;7(1):1479-1492.
5. [https://studbooks.net/1199282/agropromyshlennost/sostavlenie\\_shemy\\_sevooborota\\_plana\\_perehoda\\_rotatsionnyh\\_tablits](https://studbooks.net/1199282/agropromyshlennost/sostavlenie_shemy_sevooborota_plana_perehoda_rotatsionnyh_tablits)
6. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. Валовый сбор сельскохозяйственных культур в Республике Казахстан (2022 г.) [Электронный ресурс]. - Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. - URL: <https://new.stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/5099/>
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
8. <https://propozitsiya.com/ru/mineralnoe-pitanie-goroha>
9. AL-Bayati HJM, Ibraheem FFR, Allela WBAM, AL-Taey DKA. Role of organic and chemical fertilizer on growth and yield of two cultivars of pea (*Pisum sativum* L.) PlantArchives. 2019;19(1):1249-1253



10. Черненко В.Г. Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивностью культур в Северном Казахстане. - Астана, 2009. - 66 с.

11. Черненко В.Г. Теоретические основы оптимизации и диагностики минерального питания зерновых культур в сухостепной зоне Северного Казахстана: дис. ...докт. с.-х. наук: 06.01.04. - Омск, 1993. - 55 с.

### References

1. Savell'ev V.A. Goroh. Monografiya. - Kurtamysh: ООО «Kurtamyshskaya tipografiya», 2016. - 234 s.

2. RawalNabin, Rawal N., Khatri Narayan, Khadka Dinesh, Paneru Prakash. Fertilizer management and incorporation of legumes on performance of maize (*Zea mays* L.) in western hills of Nepal// Journal of Agriculture and Food Research, 2023, 14(100690)

3. Bhat TA, Gupta M, Ganai MA, Ahanger RA, Bhat HA. Yield, Soil Health and Nutrient Utilization of Field Pea (*Pisum sativum* L.) as Affected by Phosphorus and Biofertilizers under Subtropical Conditions of Jammu// International Journal of Modern Plant and Animal Science. 2013;1(1):1-8.

4. Verma PD, Swaroop N, Upadhyay Y, Swamy A, Dhruw SS. Role of phosphorus, zinc and rhizobium on growth and yield of field pea (*Pisum sativum* L) var. Rachna. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018;7(1):1479-1492.

5. [https://studbooks.net/1199282/agropromyshlennost/sostavlenie\\_shemy\\_sevooborota\\_plana\\_perehoda\\_rotatsionnyh\\_tablits](https://studbooks.net/1199282/agropromyshlennost/sostavlenie_shemy_sevooborota_plana_perehoda_rotatsionnyh_tablits)

6. Statistika sel'skogo, lesnogo, ohotnich'ego i rybnogo hozyaistva. Valovyi sbor sel'skohozyaistvennykh kul'tur v Respublike Kazahstan (2022 g.) [Elektronnyi resurs]. - Byuro nacional'noi statistiki Agenstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. - URL: <https://new.stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/5099/>

7. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). - 5-e izd., dop. i pererab. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s.

8. <https://propozitsiya.com/ru/mineralnoe-pitanie-goroha>

9. AL-Bayati HJM, Ibraheem FFR, Allela WBAM, AL-Taey DKA. Role of organic and chemical fertilizer on growth and yield of two cultivars of pea (*Pisum sativum* L.) Plant Archives. 2019;19(1):1249-1253

10. Chernenok V.G. Nauchnye osnovy i prakticheskie priemy upravleniya plodorodiem pochv i produktivnost'yu kul'tur v Severnom Kazahstane. - Astana, 2009. - 66 s.

11. Chernenok V.G. Teoreticheskie osnovy optimizatsii i diagnostiki mineral'nogo pitaniya zernovykh kul'tur v suhostepnoi zone Severnogo Kazahstana: dis. ... dokt. s.-h. nauk: 06.01.04. - Омск, 1993. - 55 s.

*А.А. Кашкаров\**, *А. Кәсіпхан*, *Р.Ш. Кузданова*, *Ж.С. Алманова*, *Г.Р. Кекілбаева*  
«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ,  
Астана қ., Қазақстан Республикасы, [kashkarov.70@mail.ru](mailto:kashkarov.70@mail.ru)\*, [a.kasipkhan@kazatu.edu.kz](mailto:a.kasipkhan@kazatu.edu.kz),  
[roza\\_kuzdanova@mail.ru](mailto:roza_kuzdanova@mail.ru), [almanova44@mail.ru](mailto:almanova44@mail.ru), [kekilbaeva@mail.ru](mailto:kekilbaeva@mail.ru)

### МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ АҚСАЙ МҰРТТЫ 55 БҰРШАҚ ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

#### Аңдатпа

Бұл мақалада Орталық Қазақстанның күңгірт қара-қоңыр топырақтарында, минералды тыңайтқыштардың Ақсай мұртты 55 бұршақ сортының өнімділігіне әсерін және бұршақ вегетациясы кезінде фазалар: көшеттер; бұршіктену және гүлдену бойынша нитрат азоты, жылжымалы фосфор, алмасатын калий сияқты топырақтың негізгі қоректік элементтерінің динамикасын зерттеу бойынша, 2021-2022 жж. жүргізілген зерттеу нәтижелері келтірілген. Жоғарыда аталған дақылды егу үш түрлі тұқым себу нормасымен (1 гектарға 0,8; 1,0; 1,2 млн. дана тұқым), үш түрлі себу мерзімінде (11; 15; 20 мамыр) және үш фон бойынша: бақылау



(тыңайтқышсыз); P 82 кг/га э.е.з.; P 82 кг/га э.е.з. + N 17 кг/га э.е.з жүргізілді. Бұршақ егу алдында топырақтағы нитрат азотының мөлшері барлық егу нормалары бойынша егу мерзімі мен климаттық жағдайларға байланысты өте төменнен жоғарыға дейін болды. Аммофосты енгізу бұршақты себудің барлық мерзімдері мен нормалары бойынша топырақтағы нитрат азотының мөлшерін арттырды: 11 мамырда себу мерзімі бар нұсқаларда 16,6-17,5 мг/кг-ға дейін және кейінірек себу мерзімі бар нұсқаларда 28,1-37,5 мг/кг-ға дейін. Аммоний сульфатын қосымша қолдану сәйкесінше топырақтағы нитрат азотының мөлшерін одан әрі арттырды - 40,5 мг/кг топыраққа дейін. Бақылау нұсқаларында (тыңайтқышсыз) бұршақ себер алдында топырақтағы жылжымалы фосфордың мөлшері 8,8-23,5 мг/кг деңгейінде өте төмен және төмен болды. Құрамында фосфор бар тыңайтқыш ретінде аммофосты қолдану топырақтағы жылжымалы фосфордың мөлшерін 38,1 мг/кг дейін арттырды, бұл қамтамасыз етудің көтеріңкі деңгейіне сәйкес келеді.

Орташа алғанда, зерттеу жүргізілген екі жыл аралығында ең жоғары өнімділік - 20,26 ц/га, егу мерзімі 20 мамыр, 1 гектарға 1,2 млн. дана тұқым себу нормасымен, P 82 кг/га э.е.з. + N 17 кг/га э.е.з. енгізумен нұсқа бойынша алынды. Біз зерттеген себу мерзімдерінің ішінде үшіншісі ең оңтайлы болды, егукүні - 20 мамыр, бұл өз кезегінде зерттелетін дақылдың ең жоғары өнімділігін қамтамасыз етті - 20,26 ц/га. Минералды тыңайтқыштардың бұршақ өнімділігіне әсерін барлық егу мерзімдері мен нормалары бойынша зерттеу бойынша аммофос пен аммоний сульфатын бірге енгізу мүмкіндігі оң нәтиже берді.

**Кілт сөздер:** топырақ, бұршақ, нитрат азоты, жылжымалы фосфор, минералды тыңайтқыштар, өнімділік.

*A.A. Kashkarov\*, A. Kassipkhan, R.Sh.Kuzdanova, Zh.S. Almanova, G.R. Kekilbayeva*  
NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana city, Kazakhstan,  
[kashkarov.70@mail.ru](mailto:kashkarov.70@mail.ru)\*, [a.kasipkhan@kazatu.edu.kz](mailto:a.kasipkhan@kazatu.edu.kz), [roza\\_kuzdanova@mail.ru](mailto:roza_kuzdanova@mail.ru),  
[almanova44@mail.ru](mailto:almanova44@mail.ru), [kekilbaeva@mail.ru](mailto:kekilbaeva@mail.ru)

#### **THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF PEAS OF THE AKSAI USATIY 55 VARIETY**

##### **Abstract**

This article presents the results of studies conducted in 2021-2022 on dark chestnut soils of Central Kazakhstan to study the effect of mineral fertilizers on the yield of peas of the Aksaysky Usatiy 55 variety and the dynamics of the main nutrients of the soil, such as nitrate nitrogen, mobile phosphorus, exchange potassium during the pea growing season by phases: shoots; budding and flowering. Sowing of the above crop was carried out by three different seeding rates (0.8; 1.0; 1.2 million pieces of seeds per 1 ha), at three different sowing dates (May 11; 15; 20) and on three backgrounds: control (without fertilizers); P 82 kg/ha a.s.; P 82 kg/ha a.s. + N 17 kg/ha a.s.

The content of nitrate nitrogen in the soil before sowing peas according to all seeding standards was from very low to high, depending on the sowing period and climatic conditions. The introduction of ammophous increased the content of nitrate nitrogen in the soil for all terms and norms of sowing peas: up to 16.6-17.5 mg/kg on variants with a sowing period of May 11 and up to 28.1-37.5 mg/kg of soil on variants with a later sowing period. Upon addition of more ammonium sulphate, respectively, further increased the content of nitrate nitrogen in the soil - up to 40.5 mg / kg of soil. The content of mobile phosphorus in the soil before sowing peas in the control variants (without fertilizers) was very low and low at the level of 8.8-23.5 mg/kg. The introduction of ammophous as a phosphorus-containing fertilizer increased the content of mobile phosphorus in the soil to 38.1 mg/kg of soil, which corresponds to increased security.

On average, over the two years of research, the highest yield of peas - 20.26 c/ha was obtained according to the variant with a sowing period of May 20, with a seeding rate of 1.2 million pieces of seeds per 1 ha, with the addition of P 82 kg/ha a.s. + N 17 kg/ha a.s. Of the seeding dates studied by us, the third seeding date turned out to be more optimal - May 20, which provided the highest yield of the studied crop – 20.26 c/ha. According to the study of the effect of mineral fertilizers on the yield

of peas for all terms and seeding rates, the variant with the joint introduction of ammophos and ammonium sulfate differed the most.

**Key words:** soil, peas, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, mineral fertilizers, yield.

IRSTI 68.05.01, 68.31.21, 87.21.91

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2023/18>

Fahimeh Salehi<sup>ORCID</sup>\*, Maira Kussainova<sup>ORCID</sup>

Kazakh national agrarian research university, Almaty, Republic of Kazakhstan,  
[fahimehsalehi1219@gmail.com](mailto:fahimehsalehi1219@gmail.com)\*, [maira.kussainova@kaznaru.edu.kz](mailto:maira.kussainova@kaznaru.edu.kz)

## ASSESSMENT OF INTERDEPENDENT CHANGES OF NEXUS FLUXES ON THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE & LAND USE ON THE EXAMPLE OF THE DISTRICTS ALONG THE SYR DARYA

### *Abstract*

This research investigates the interplay between socioeconomic and environmental indicators in the Kyzylorda district along the Syr Darya River. Through an analysis of the food, energy, and water (FEW) functions and their implications for sustainable development, this study offers valuable insights for policymakers and practitioners. Specifically, we examine the impact of climate change factors, such as precipitation and temperature, on the production and yield of three key crops: wheat, rice, and corn.

To conduct this study, we utilized daily temperature and precipitation data from the preceding years of 2021 and 2022, along with corresponding crop yield data for the same period. Our methodology draws upon established practices, including correlation analysis to assess the relationship between climatic factors and crop yield. Additionally, regression analysis enables us to develop predictive formulas to anticipate the effects of future climate changes on crop yield and agricultural practices in the region. Moreover, ANOVA employed to measure variations in daily temperature and precipitation during the certain period.

**Keywords:** NEXUS fluxes, Climate change, Syr Darya, Kyzylorda, Socioeconomic-environmental systems (SES) indicators, Correlation analysis, Regression analysis, ANOVA, irrigation efficiency.

### ***Introduction and research purpose***

This research will examine the interdependent dynamics of socioeconomic-environmental systems (SES) indicators in an example district of Syr Darya in Kyzylorda, with the aim of gaining a deeper understanding of the relationships among the elements of the biophysical matrix and socioeconomic variables. The study will use a structured methodology that incorporates various statistical analyses, including canonical correlation analysis, step-wise regression and correlation analysis, path coefficient analysis, ANOVA, ANCOVA, and MANOVA, econometric modeling. By analyzing both the causal and non-causal relationships among these variables, this research aims to contribute to the development of sustainable development policies and practices.

The aim of this research is to explore the interdependent dynamics of (SES) indicators, with a focus on understanding the causal and non-causal relationships among the elements of the biophysical matrix and socioeconomic variables. Through the analysis of these relationships, we aim to develop a more comprehensive understanding of the complex interactions between the socioeconomic and environmental factors that shape SES, and to identify potential pathways for sustainable development in these systems. Our target population includes researchers, policymakers, and practitioners working in the fields of environmental sustainability, social welfare, and economic development.

### **Literature review & Citation**