

АГРОХИМИЯ

ГРНТИ 68.33.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.3.36](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.3.36)**Б.М. Амиров^{1*}, Қ.Қ. Құлымбет¹, А.Т. Сейтменбетова¹, О.С. Құрманакын¹
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ РАСТЕНИЯМИ ДЫНИ
ПРИ УДОБРЕНИИ НА ОРОШАЕМОМ ЗАСОЛЕННОМ СЕРОЗЕМЕ ЮЖНОГО
КАЗАХСТАНА**

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,

*e-mail: bak.amirov@gmail.com

Аннотация. Применение минеральных удобрений является важным агротехническим приемом в системе интенсивного земледелия. В 2021-2022 годах в Мактааральском районе Туркестанской области были проведены полевые опыты для оценки реакции среднеспелой дыни на различные дозы и соотношения азотных, фосфорных и калийных удобрений. Для моделирования влияния удобрений и засоленности почвы на показатели урожайности и использование питательных веществ растениями дыни, данные по годам были подвергнуты математической обработке отдельно, чтобы построить наиболее адекватные регрессионные модели, описывающие зависимости показателей от изучаемых факторов на фоне фактического состояния почвенного плодородия. В первый год исследований ранний урожай дыни на 96 % зависел от суммарного эффекта всех изучаемых факторов. При этом азотные удобрения оказали отдельный положительный эффект, но эффект от его взаимодействия с фосфором и засолением почвы был отрицательным. Калий при сочетании с фосфором ускорял созревание дыни, но во взаимодействии с засолением - замедлял. Валовой урожай дыни на 92 % зависел от суммарного влияния изучаемых факторов, при этом азот отдельно и в сочетании с фосфором и фосфор в сочетании с калием показали позитивный эффект. Обусловленность выноса азота единицей урожая дыни изучаемыми факторами составила 99 %, фосфора – 88 % и калия – 78 %. Во второй год исследований ранний урожай дыни на 97 % зависел от суммарного эффекта всех изучаемых факторов. Азотные удобрения оказали положительное, а фосфор и засоленность почвы – отрицательное влияние. Взаимодействие азота с фосфором и засолением почвы имело негативный эффект. Калий во взаимодействии с фосфором положительно повлиял на ранний урожай дыни, а во взаимодействии с засолением почвы - отрицательно. Валовой урожай дыни на 90 % зависел от суммарного влияния всех 4-х изучаемых факторов. Сочетание азотного питания с калийным и с засоленностью почвы оказало отрицательный эффект, а фосфор в сочетании с калием оказал позитивный эффект на валовой урожай дыни. Вынос питательных элементов единицей урожая дыни и на второй год исследований реагировал на изменение изучаемых факторов ($R^2=0,84-0,90$). Применение азотного удобрения увеличивало нормативный вынос азота, фосфора и калия.

Ключевые слова: дыня, серозем, удобрения, засоленность, урожайность, регрессия.

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование удобрений может предотвращать деградацию почвы и неурожай, в особенности, вызванные истощением запаса питательных веществ или недостаточным усвоением ключевых питательных веществ растениями. Поэтому к использо-

ванию питательных веществ растениями требуется комплексный подход.

Многолетние научные исследования показали, что засоление почв широко и повсеместно проявляется во всех природных зонах и связано со слабой дренированностью территории, исходной засоленностью почвообразующих

пород и минерализованными грунтовыми водами, подпитывающими почвенные горизонты. В Казахстане значительная часть этих засоленных орошаемых массивов сосредоточена в южных и юго-восточных областях. В результате нерационального использования водных ресурсов в бассейне р. Сырдарьи резко увеличились площади вторичного засоления [1].

В настоящее время в Казахстане на больших территориях плодородие почвы заметно снизилось, при этом содержание гумуса в почве в условиях неорошаемой зоны снизилось на одну треть от исходного содержания, а на орошении – наполовину [2].

Применение удобрений в комплексе с другими агрохимическими средствами сопровождается не только высокой продуктивностью агроэкосистем, но и высоким качеством и относительной безопасностью продукции, чему служит примером целый ряд промышленно- и сельскохозяйственно-развитых стран мира, где уровень применения минеральных удобрений составляет 84-716 кг NPK на гектар посева, что многократно превышает уровень внесения минеральных удобрений в Казахстане (2,5 кг/га). В странах СНГ ситуация намного лучше: 16 кг/га (Россия) – 179 кг/га (Армения) [3]. Расчеты показывают, что ежегодный вынос из почвы питательных элементов с урожаями сельскохозяйственных культур превышает в сотни раз поступление их с удобрениями.

Для определения норм удобрений на планируемую урожайность обязательным является получение экспериментально установленных коэффициентов использования элементов питания из почвы и удобрений для отдельных культур в конкретных почвенно-климатических условиях [4].

Тип засоления почвы обычно определяют по концентрации анионов: хлоридный, сульфатный, хлоридно-

сульфатный и содовый. Наиболее опасным для растений считается избыточное содержание карбоната натрия в почве, который образует слабощелочную среду и создает дополнительный стресс. При обильном снабжении водой в холодный период соли обычно вымываются из почвы, но в сухом и жарком климате нисходящий поток влаги затрудняется, и происходит подъем солей с восходящим током почвенной воды. Изменение степени засоления на юге Казахстана в условиях глобального изменения климата способствуют его усугублению. В условиях повышенного содержания в почве солей растения испытывают определенные изменения в потреблении питательных элементов [5]. Негативное воздействие избытка солей в почве на растения обуславливается высоким осмотическим давлением, щелочной реакцией среды, токсическим действием легкорастворимых солей, ухудшением водопроницаемости почвы и т.д. Такие почвы имеют низкий уровень потенциального плодородия – уменьшается доступность макро и микроэлементов для растений. Поэтому изучение особенностей почвенного питания в условиях засоления почвы имеет особую актуальность [6].

Повышение урожайности дыни и улучшение качества продукции неразрывно связано с созданием оптимальных условий минерального питания растений. Сообщалось, что в условиях засоления стресс вызывают три основных физиологических механизма: снижение водного потенциала в корневой среде, токсическое воздействие натрия и хлорида и дисбаланс питательных веществ из-за снижения поглощения и переноса побегами [7]. Имеются данные о том, что засоление может привести к избыточному накоплению фосфора, достигая токсического уровня и вызывая дефицит фосфора в тканях растений [8]. В большинстве случаев внесение фосфатов в засоленные участки,

вероятно, повысит урожайность, демонстрируя положительное взаимодействие между фосфором и засолением [9].

Оптимизация минерального питания дыни способствует интенсивному росту растений, ускорению прохождения фенологических фаз, повышенному плодоношению, то есть увеличению количества плодов и улучшению их вкусовых качеств. Вынос и потребление основных питательных веществ растениями дыни сопряжены с условиями почвенного питательного режима, дозами и соотношениями применяемых удобрений [10].

Было выявлено, что засоление почвы снижает устьичную проводимость растений [11]. Это снижение устьичной проводимости приводит к снижению скорости фотосинтеза и поглощения воды [12], что в конечном итоге влияет на фотохимический и углеводный метаболизм [13]. Соленость также оказывает пагубное воздействие на хлоропласты и структуру устьиц [14] и приводит к снижению содержания хлорофилла и каротиноидов [15]. Солевой стресс оказывает пагубное влияние на массу и количество плодов, нарушая осмотические процессы и вызывая ионную или Na^+ токсичность. Уменьшение количества плодов на растении признано основной причиной потери урожая у сортов дыни, чувствительных к засолению. Более того, стресс от засоления препятствует развитию корней, нарушая поглощение питательных веществ и воды, что связано с нарушением осмотической адаптации [16].

Исследования показали, что более высокие уровни поступления фосфора могут повышать уровень сахара, который накапливается в плодах дыни, что приводит к более сладким и ароматным продуктам. Это может положительно повлиять на размер плодов, в результате чего плоды дыни будут крупнее. Кроме того, фосфор может способствовать накоплению полезных

соединений, таких как антиоксиданты и витамины, повышая питательную ценность плодов дыни [17]. Внесение фосфора также связано с улучшением твердости плодов, что является важным фактором для транспортабельности и срока хранения [18].

В настоящей статье представлены результаты исследований по формированию урожая и использованию удобрений, проведенных с культурой дыни на орошаемых засоленных сероземах в Туркестанской области.

Целью настоящих исследований явилось моделирование зависимости урожайности дыни при применении минеральных удобрений на сероземе светлом разной степени засоления в Туркестанской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для закладки полевых опытов под дыню на орошаемых сероземах разной степени засоленности были выбраны производственные участки на землях крестьянского хозяйства «Сабыр», п. Атакент, Мактааральского района, Туркестанской области.

Почва опытного участка представлена светлым сероземом, по гранулометрическому составу - среднесуглинистая. Почвы отличаются очень низким содержанием гумуса, недостаточной водопроницаемостью, порозностью и сравнительно небольшой связностью, средней миграцией воды и питательных веществ. Перед закладкой опытов проведены отборы почвенных проб и выполнены основные агрохимические анализы на содержание основных питательных элементов и солей в пахотном и подпахотном горизонтах. Содержание гумуса в верхнем полуметровом слое колеблется в пределах 0,3-0,9 %. Содержание легкогидролизуемого азота в полуметровом слое почвы варьировало в зависимости от участка: на слабозасоленном участке - 30,8-36,4 мг/кг, на средnezасоленном участке - 31,9-42,0 мг/кг. Многолетнее сис-

тематическое одностороннее применение фосфорных удобрений с нарушением баланса почвенного питания на опытных участках привело к обогащению почв подвижным фосфором от 21,8-26,0 до 61,3-74,3 мг/кг. Содержание обменного калия в пахотном слое почвы варьировало в пределах 256-357 мг/кг.

Результаты анализа водной вытяжки почвенных проб показали, что выбранные участки по солевой деградации позволяют отнести их к слабо и средне засоленным с содержанием суммы солей от 0,11-0,23 и до 0,32-0,53 %, соответственно (таблица 1).

Таблица 1 - Агрохимические показатели почв участков под дыней, Атакент, 2021-2022 гг.

Глубина образца, см	Фон засоления	Гумус, %	Подвижные формы, мг/кг			Сумма солей, %
			азот	фосфор	калий	
2021 г.						
0-25	Слабозасоленный	0,4	33,0	21,8	256	0,23
25-50		0,2	30,8	16,4	226	0,35
0-25	Среднезасоленный	0,5	32,5	26,0	302	0,53
25-50		0,3	31,9	18,4	224	0,51
2022 г.						
0-25	Слабозасоленный	0,7	36,4	61,3	257	0,11
25-50		0,7	34,5	47,7	250	0,12
0-25	Среднезасоленный	0,9	36,4	74,3	357	0,32
25-50		0,8	42,0	71,0	397	0,31

Следует отметить, что глубина залегания грунтовых вод за вегетационный период сильно меняется, она в весенние месяцы поднимается до метровой глубины, в то время как в зимние месяцы опускается до 3,0-3,5 м. По данным метеорологической станции ТОО

«СХОС хлопководства и бахчеводства» (рисунок 1) за 7 месяцев с марта по сентябрь 2021 года в среднем температура воздуха составляла 19,4 °С, а в 2022 году 20,9 °С, при среднемноголетней температуре 19,9 °С [19].

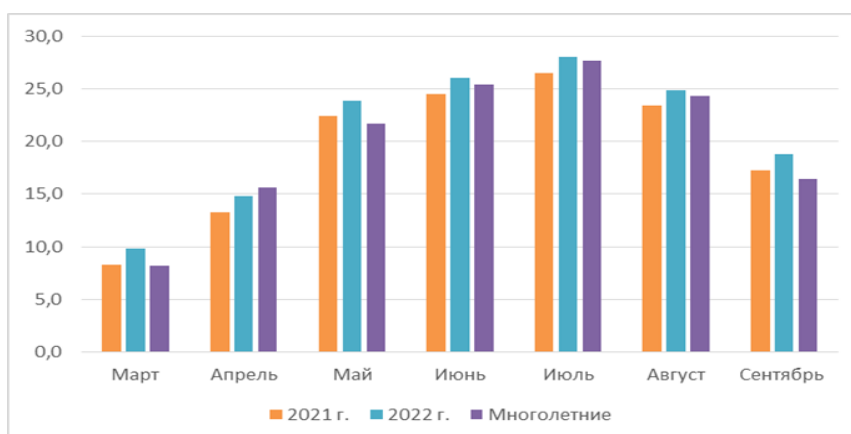


Рисунок 1 – Температура воздуха за вегетационный период в годы исследований (данные метеостанции ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства», с. Атакент), °С

За период вегетации в 2021 году выпало 21,0 мм, а в 2022 году 95,0 мм осадков (рисунок 2). При среднемноголетней норме за этот период 137,2 мм. Относительно засушливый весенний

период 2021 года существенно сказался на формировании сравнительно небольшого урожая дыни по сравнению с более увлажненным 2022 годом.

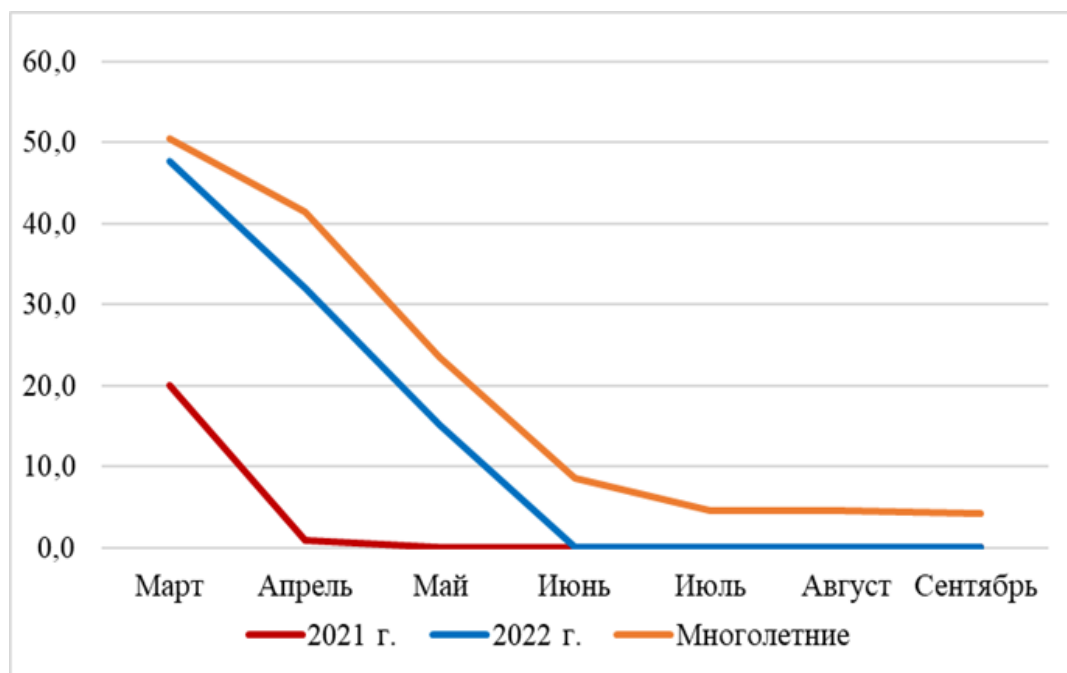


Рисунок 2 – Атмосферные осадки за вегетационный период в годы исследований (данные метеостанции ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства», с. Атакент), мм

Схема полевых опытов под дыней на обоих фонах засоленности включала 9 вариантов с различными дозами и соотношениями удобрений: 1. Контроль (без удобрений); 2. $N_{120}P_{80}$; 3. $N_{120}K_{80}$; 4. $P_{80}K_{80}$; 5. $N_{120}P_{80}K_{80}$; 6. $N_{60}P_{80}K_{80}$; 7. $N_{180}P_{80}K_{80}$; 8. $N_{120}P_{120}K_{80}$; 9. $N_{120}P_{80}K_{120}$. В качестве удобрений использовали аммиачную селитру (34 %), двойной суперфосфат (45 %) и сульфат калия (51 %), которые вносили в один прием сплошной лентой с заделкой на расстоянии 20-30 см от посевных рядов дыни.

В основные фазы вегетации растений проведены отборы почвенных проб и выполнены основные агрохимические анализы на содержание основных

питательных элементов и солей.

Проведены фенологические наблюдения, биометрические исследования и отборы растительных образцов для изучения потребления растениями дыни питательных элементов. Анализы почвенных и растительных образцов выполнены в аналитической лаборатории КазНИИПиА им. У.У. Успанова общепринятыми в почвоведении и агрохимии методами [20, 21]: общий гумус – по Тюрину, легкогидролизуемый азот – по Тюрину-Кононовой, подвижный фосфор и калий – по Мачигину; pH – потенциометрически.

В опытах использован отечественный сорт дыни «Каракай», посев в 2021 году был проведен 8 мая, а в 2022

году - 14 апреля сеялкой ленточным способом. Площадь опытной делянки составила 52,5 кв. м $((25 \times (3,0+1,2))/2)$, повторность опыта 3-х кратная. Учёт урожая плодов дыни проводили по делячно по мере созревания плодов. Для моделирования зависимостей показателей урожайности дыни и использование питательных веществ растениями от применяемых доз минеральных удобрений и степени засоления почвы, данные были проанализированы на регрессионную связь, учитывающую их действие и взаимодействие.

Составление регрессионного уравнения осуществлялось по программному приложению Excell, позволяющему вести последовательную оценку и исключение незначимых коэффициентов регрессии ($P < 0,05$). Согласованность теоретических и фактических данных оценивалась с использованием коэффициента детерминации (R^2).

Действия и взаимодействия изучаемых факторов были представлены половинной моделью в виде уравнения регрессии:

$$Y = a_0 + a_1N + a_2P + a_3K + a_4S + a_5N^{0,5} + a_6P^{0,5} + a_7K^{0,5} + a_8S^{0,5} + a_9(NP)^{0,5} + a_{10}(NK)^{0,5} + a_{11}(NS)^{0,5} + a_{12}(PK)^{0,5} + a_{13}(PS)^{0,5} + a_{14}(KS)^{0,5} \quad (1),$$

где:

Y – результирующий (зависимый) фактор;

a_0 – свободный член, отражающий величину результирующего фактора без внесения минеральных удобрений; $a_1, a_2, a_3, \dots a_n$ – регрессионные коэффициенты, отражающие действие и взаимодействие факторов;

N, P, K и S – изучаемые в опыте факторы (N – азотные удобрения, P – фосфорные удобрения, K – калийные удобрения, S – сумма солей).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На возделывание культур в засушливых условиях юга Казахстана сильно влияет засоление почв, что приводит к дисбалансу минерального питания растений и снижению урожайности. Важным подходом к решению данной проблемы является исследование взаимодействия между засоленностью и минеральным питанием растений.

В наших опытах получены сравнительные результаты, позволяющие судить об эффективности применения минеральных удобрений под дыню на различных фонах засоленности. Изучение результатов применения удобрений на почвах с различной степенью засоленности в конечном итоге позволило выявить некоторые закономерности в формировании урожайных показателей дыни (таблица 2).

При учете урожайности дыни важно было определить формирование раннего урожая (первые 2 сбора). В наших опытах в 2021 и 2022 годах на фоне слабого засоления наибольший выход раннего урожая обеспечил вариант, где применяли двойные дозы азота, фосфора и калия (вариант 5), составив, соответственно 7,2 и 10,1 т/га. При этом, доля ранней продукции в валовом урожае дыни была также достаточно высока составив, соответственно 34,3 и 34,4%. На средnezасоленном фоне выход ранней продукции был значительно ниже показателя слабозасоленного фона: в зависимости от вариантов удобрений в 2021 году снижение составило 2,0-3,9 т/га, а в 2022 году – 4,8-8,4 т/га. Доля раннего урожая от валового также снизилась на средnezасоленном фоне. В 2021 году снижение составило 5,7-11,5 % при 31,3-36,5 % на слабозасоленном фоне, а в 2022 году, соответственно 18,1-24,9 % и 29,5-36,1 %.

Таблица 2 - Урожайные показатели дыни в зависимости от удобрений при разной засолённости почвы, Атакент, 2021-2022 гг.

Варианты	Ранний урожай плодов, (первые 2 сбора), т/га	Доля раннего урожая в валовом урожае, %	Валовый урожай, т/га	Средняя масса плода, кг
Слабозасоленный фон				
1.Без удобрений	5,6	35,0	16,1	0,911
2. N ₁₂₀ P ₈₀	6,9	31,4	22,0	1,008
3. N ₁₂₀ K ₈₀	6,5	30,8	21,3	0,994
4. P ₈₀ K ₈₀	5,9	33,2	17,7	0,885
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	8,6	34,4	25,2	1,044
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	7,5	35,8	21,0	0,926
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀	8,2	33,9	24,0	0,990
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	7,8	34,3	22,6	0,964
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	8,1	34,0	24,0	1,010
НСР(05), т/га	0,6-1,4		1,0-2,2	
Среднезасоленный фон				
1.Без удобрений	2,1	19,1	11,2	0,905
2. N ₁₂₀ P ₈₀	2,5	17,4	14,9	0,972
3. N ₁₂₀ K ₈₀	2,6	18,8	15,1	0,994
4. P ₈₀ K ₈₀	2,3	18,8	13,6	0,891
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	2,6	17,0	16,3	0,982
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	2,7	19,2	15,1	0,957
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀	3,1	18,6	18,1	1,024
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀	2,8	18,1	16,1	0,946
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	2,5	16,2	16,7	0,980
НСР(05), т/га	0,4-0,4		0,7-1,3	

Результаты исследований позволили выявить влияние взаимодействия засолённости и минерального питания на биометрические параметры, урожайность и потребление питательных элементов. Было установлено, что удобрения при определенных дозах и соотношениях значительно улучшают устойчивость дыни к засолению. За 2021-2022 годы средний уровень солёности в почве привел к заметному снижению валовой урожайности плодов в зависимости от доз удобрений на 4,1-8,9 т/га или -23,2-35,3 % по сравнению со слабым уровнем засолённости. Тем не менее, применение отдельных доз и соотношении минеральных удобрений, как правило, смягчало негативное влияние повышенной засолённости почвы. Так, если при применении N₁₂₀P₈₀K₈₀ (ва-

риант 5) был отмечен наибольший процент снижения урожайности -35,3 % от повышения засолённости, то при исключении азотного удобрения (P₈₀K₈₀ - вариант 4) снижение урожая было наименьшим в опыте – 23,2,3 %.

В формировании урожайности дыни важное значение имеет количество питательных элементов, суммарно потребляемых общим урожаем культуры при соответствующем количестве побочной продукции. В наших исследованиях в среднем в годы эксперимента на слабозасоленном фоне для формирования валового урожая в 16,1-25,2 т/га растения дыни потребляли 61,5-145,5 кг/га азота, 23,5-52,6 кг/га фосфора и 144,0-236,7 кг/га калия (таблица 3). При этом на формирование 1 тонны продукции вынос азота соста-

вил 3,7-5,8 кг, фосфора 1,5-2,1 кг и калия 8,2-10,2 кг. На средnezасоленной почве при валовом урожае дыни 12,9-21,4 т/га суммарный вынос азота составил, 47,0-100,2 кг/га, фосфора 16,2-31,6 кг/га, и

калия 105,8-189,6 кг/га, а потребление на единицу продукции составило по азоту 4,1-5,8 кг, по фосфору 1,4-1,8 кг, а по калию 9,4-11,3 кг.

Таблица 3 – Вынос растениями дыни элементов питания в зависимости от удобрений при разной засоленности почвы, Атакент, 2021-2022 гг.

Варианты	Фон засоленности	Общий вынос, кг/га			Вынос на 1 тонну продукции, кг		
		N	P	K	N	P	K
1.Без удобрений	Слабозасоленный	61,5	23,5	144,0	3,7	1,5	9,0
2. N ₁₂₀ P ₈₀		26,1 ¹	38,1	211,5	5,7	1,7	9,4
3. N ₁₂₀ K ₈₀		91,3	33,6	177,6	4,3	1,5	8,2
4. P ₈₀ K ₈₀		83,1	31,5	173,1	4,7	1,8	9,7
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		145,5	52,6	236,7	5,7	2,1	9,4
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀		114,0	38,5	216,4	5,4	1,8	10,2
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀		140,9	39,6	225,1	5,8	1,7	9,3
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀		103,5	39,0	195,5	4,6	1,7	8,6
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀		120,7	36,3	224,4	4,9	1,5	9,2
Среднее по фону		109,6	37,0	200,5	5,0	1,7	9,2
1.Без удобрений	Среднезасоленный	47,0	16,2	105,8	4,1	1,5	9,4
2. N ₁₂₀ P ₈₀		83,6	25,9	154,1	5,6	1,8	10,1
3. N ₁₂₀ K ₈₀		80,7	22,4	150,3	5,6	1,5	9,9
4. P ₈₀ K ₈₀		63,6	22,4	143,0	4,8	1,8	10,6
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		92,5	28,1	175,4	5,8	1,8	10,7
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀		82,5	22,7	153,8	5,5	1,5	9,9
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀		100,2	31,6	181,6	5,8	1,8	10,1
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀		82,8	26,4	156,3	5,1	1,7	9,6
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀		89,3	23,5	189,6	5,3	1,4	11,3
Среднее по фону		80,2	24,4	156,7	5,3	1,6	10,2

В среднем по опытам, на среднезасоленном фоне растения дыни заметно больше потребляли азота и калия на формирование единицы урожая, чем на слабозасоленном фоне, соответственно 0,3 и 1,0 кг. Нормативное потребление фосфора, хотя по вариантам варьировало, имело тенденцию к снижению при повышении суммы солей в почве.

Для расчета доз удобрений под запланированный урожай дыни кроме нормативных коэффициентов потребления необходимы и коэффициенты использования питательных элементов почвы (КИП) и удобрений (КИУ). В наших экспериментах коэффициенты использования доступных питательных элементов почвы значительно варьировали в зависимости от года исследований, фона засоленности и доз удобрений (таблица 4).

На слабозасоленном фоне в среднем за два года легкогидролизуемый азот использовался на 55,2-74,9 %, подвижный фосфор на 20,6-27,5 %, обменный калий на 17,7-26,1 %. На среднезасоленной почве аналогичные элементы питания использовались из почвы на 42,5-58,0 %, 12,3-17,5 % и 10,0-14,5 %, соответственно. В среднем за 2 года исследований использование питательных элементов из внесенных минеральных удобрений на слабозасоленном фоне по отношению к неудобренному контролю составили: азот - 24,8-87,5 %, фосфор - 10,0-36,3 %, калий - 36,3-115,9 %. Аналогичные коэффициенты использования удобрений на средnezасоленном фоне составили: азот - 28,0-59,1 %, фосфор - 7,8-19,3 %, калий - 46,4-94,6 %.

На средnezасоленном фоне коэффициент использования удобрений по сравнению со слабозасоленным фоном снизился по азоту на 16,4 %, по фосфору на 7,5 %, по калию на 5,8 %. Аналогично

снизился коэффициент использования питательных веществ почвы, соответственно на 14,8; 9,2 и 9,7 % почвы. Учитывая значительно различающиеся исходные показатели участков по обеспеченности подвижными питательными элементами и степени засоленности, данные по годам были подвергнуты математической обработке отдельно, чтобы построить наиболее адекватные регрессионные модели, описывающие зависимости результирующих факторов от изучаемых факторов на фоне фактического состояния почвенного плодородия.

Регрессионные коэффициенты влияния изучаемых факторов на урожайные показатели и коэффициенты использования питательных веществ растениями дыни приведены в таблице 5. В первый год исследований ранний урожай дыни на 96 % зависел от суммарного эффекта всех изучаемых факторов. При этом азотные удобрения оказали отдельный положительный эффект, но эффект от его взаимодействия с фосфором и засолением почвы был отрицательным. Одностороннее влияние фосфора и засоления на ранний урожай дыни было негативным. Калий при сочетании с фосфором ускорял раннеспелость дыни, но во взаимодействии с засолением - замедлял. Доля раннего урожая дыни на 75 % обуславливалась обратным влиянием калийного удобрения и суммы солей в почве, а во взаимодействии они оказали положительный эффект. Валовой урожай дыни на 92 % зависел от суммарного влияния изучаемых факторов, при этом азот отдельно и в сочетании с фосфором и фосфор в сочетании с калием показали положительный эффект. Фосфор на фоне засоленности почвы снижал валовой урожай дыни.

Таблица 4 – Коэффициенты использования элементов питания из удобрений и почвы в зависимости от удобрений и степени засоленности почвы, Атакент, 2021-2022 гг.

Варианты	Фон засоленности	КИУ к контролю, %			КИУ к фону, %			КИП, %		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1. Без удобрений	Слабо-засоленный	-	-	-	-	-	-	55,2	20,6	17,7
2. N ₁₂₀ P ₈₀		53,9	18,3	-	-	-	0,0	-	-	26,1
3. N ₁₂₀ K ₈₀		24,8	-	41,9	-	0,0	-	-	27,5	-
4. P ₈₀ K ₈₀		-	10,0	36,3	0,0	-	-	74,9	-	-
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		70,0	36,3	115,9	38,8	26,9	27,0	-	-	-
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀		87,5	18,7	90,5	32,5	-	-	-	-	-
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀		44,1	20,2	101,3	33,9	-	-	-	-	-
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀		35,0	12,9	64,4	-	3,2	-	-	-	-
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀		49,3	16,0	66,9	-	-	15,7	-	-	-
Среднее по фону		52,1	18,9	73,9	26,3	10,0	14,2	65,1	24,1	21,9
1. Без удобрений	Средне-засоленный	-	-	-	-	-	-	42,5	12,3	10,0
2. N ₁₂₀ P ₈₀		30,4	12,1	-	-	-	0,0	-	-	14,5
3. N ₁₂₀ K ₈₀		28,0	-	55,6	-	0,0	-	-	17,5	-
4. P ₈₀ K ₈₀		-	7,8	46,4	0,0	-	-	58,0	-	-
5. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		37,9	15,0	86,9	27,4	10,8	21,0	-	-	-
6. N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀		59,1	8,2	60,0	23,7	-	-	-	-	-
7. N ₁₈₀ P ₈₀ K ₈₀		29,5	19,3	94,6	27,8	-	-	-	-	-
8. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₈₀		29,8	8,5	63,1	-	3,5	-	-	-	-
9. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀		35,2	9,2	69,8	-	-	27,9	-	-	-
Среднее по фону		35,7	11,4	68,1	19,7	4,8	16,3	50,3	14,9	12,3

Повышение суммы солей в почве на 0,1 % сопровождалось снижением валового урожая дыни на 1,3 т/га. Средняя масса дыни в первый год исследований зависела от изучаемых факторов в меньшей степени – 40 %. Обусловленность выноса азота единицей урожая дыни изучаемыми факторами составила 99 %, фосфора – 88 % и калия – 78 %. Азотные удобрения повышали, а фосфорные – снижали нормативный вынос азота фосфора и калия, калийные снижали нормативный вынос азота и фосфора и не повлияли на вынос калия. Засоленность почвы способствовала росту потребления азота и фосфора единицей урожая дыни. Азотные удобрения во взаимодействии с фосфором и калием повлияли на нормативный вынос элементов питания отрицательно, а во взаимодействии с засоленностью – положительно. Фосфор и калий во взаимодействии способствовали росту нормативного выноса всех трех питательных элементов. Фосфор во взаимодействии с засоленностью почвы снижал вынос азота, а вынос двух других элементов не зависел от этого взаимодействия. Калийные удобрения на засоленном фоне способствовали увеличению нормативного выноса всех трех питательных элементов.

Во второй год исследований ранний урожай дыни на 97 % зависел от суммарного эффекта всех изучаемых факторов. Азотные удобрения оказали положительное, а фосфор и засоленность почвы – отрицательное влияние. Взаимодействие азота с фосфором и засолением почвы имело негативный

эффект. Калий во взаимодействии с фосфором положительно повлиял на ранний урожай дыни, а во взаимодействии с засолением почвы – отрицательно. Доля раннего урожая в валовом урожае дыни на 97 % обеспечивался суммарным влиянием фосфорного и калийного удобрений, засолением почвы, причем фосфор в сочетании с калием ускорял созреваемость дыни, а в сочетании с солями почвы – замедлял.

Доля раннего урожая дыни с увеличением засоленности почвы на каждые 0,1 % уменьшалась на 26%, взаимодействие соли в почве с калийным питанием также снижало созреваемость дыни. Валовой урожай дыни на 90% зависел от суммарного влияния всех 4-х изучаемых факторов. При этом азотное питание оказало положительное, фосфорное питание и засоленность почвы – отрицательное влияние. Сочетание азотного питания с калийным и с засоленностью почвы оказало отрицательный эффект, а фосфор в сочетании с калием оказал позитивный эффект на валовой урожай дыни. Средняя масса дыни во второй год исследований достаточно адекватно реагировала на изменение изучаемых факторов ($R^2=0,67$), при этом азот способствовал росту массы плода, при его сочетании с калием она снижалась. Сочетание фосфора с калием положительно повлияло на массу плода дыни. Вынос питательных элементов единицей урожая дыни и на второй год исследований реагировал на изменение изучаемых факторов ($R^2=0,84-0,90$).

Таблица 5 - Регрессионная матрица влияния удобрений и засоленности почвы на показатели урожайности и вынос элементов питания единицей урожая дыни по уравнению (1)

Зависимые переменные (У)	Коэффициенты регрессии														R ²	
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉	a ₁₀	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃		a ₁₄
2021																
Ранний урожай плодов (2 сбора), т/га	6,443	-	-	0,005	-7,778	0,635	-	-	-	-	0,031	0,391	0,047	0,474	-	0,962
Выход раннего урожая, % от валового	46,376	-	-	0,066	44,225		-	-	-	-	-	-	-	-	1,188	0,745
Валовый урожай плодов, т/га	16,515	-	-	-	12,930	1,397	-	-	-	0,015	0,057	0,986	0,078	0,844	-	0,924
Средняя масса плода, кг	0,896	0,000	-	-	-	-	-	-	-	0,000	-	-	0,000	-	-	0,400
Вынос азота на 1 тонну продукции, кг	2,724	0,007	0,056	0,068	1,749	0,865	-	-	-	0,036	0,090	0,393	0,143	0,565	0,612	0,987
Вынос фосфора на 1 тонну продукции, кг	1,237	0,009	0,011	0,027	0,548	0,206	-	-	-	0,021	0,015	-	0,041	-	0,079	0,879
Вынос калия на 1 тонну продукции, кг	9,032	0,019	0,071	-	-	0,253	-	-	-	-	0,055	0,676	0,077	-	0,162	0,788
2022																
Ранний урожай плодов (2 сбора), т/га	13,411	-	0,016	-	-	0,489	-	-	-	19,851	0,016	-	0,041	-	0,570	0,970
Выход раннего урожая, % от валового	62,674	-	-	-	-	-	-	-	-	81,478	-	-	0,087	1,369	1,259	0,972
Валовый урожай плодов, т/га	27,509	-	0,129	-	-	1,687	-	-	-	24,695	0,094	0,820	0,147	-	-	0,897
Средняя масса плода, кг	0,918	-	0,004	-	-	0,034	-	-	-	-	0,003	-	0,004	-	-	0,668
Вынос азота на 1 тонну продукции, кг	3,527	0,012	0,034	0,015	-	0,501	-	-	2,022	0,026	0,046	0,169	0,037	0,366	-	0,898
Вынос фосфора на 1 тонну продукции, кг	1,687	0,006	-	-	-	0,130	-	-	-0,534	0,005	-	-	0,007	-	0,152	0,843
Вынос калия на 1 тонну продукции, кг	7,738	0,026	0,019	0,030	-	0,423	-	-	3,534	0,042	0,050	-	-	0,361	0,295	0,860

Применение азотного удобрения увеличивало нормативный вынос азота, фосфора и калия. Фосфорное удобрение снижало, а калийное удобрение повышало вынос азота и калия единицей урожая дыни. Засоленность почвы достоверно увеличивала вынос азота и калия, но снижала вынос фосфора единицей урожая плодов дыни. Азот во взаимодействии с фосфором и солью увеличивал вынос азота и калия почвы и уменьшал вынос фосфора, а во взаимодействии с калием, наоборот, снижал их вынос на единицу продукции. На засоленном фоне азотное удобрение снижало потребление азота на единицу продукции. Взаимодействие фосфорного и калийного удобрения повышало потребление азота и фосфора. Фосфор во взаимодействии с засоленностью почвы снижал вынос азота и калия. Калийные удобрения на засоленном фоне способствовали росту выноса калия, но отрицательно влияли на выносу фосфора единицей урожая дыни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Характер формирования раннего и валового урожая, использования питательных веществ почв и удобрений растениями дыни при применении удобрений на почвах различной засоленностью отличаются.

На средnezасоленном фоне в зависимости от погодных условий года и условий почвенного питания выход

ранней продукции дыни ниже показателя слабозасоленного фона на 2,0-8,4 т/га. Относительная доля ранней продукции в валовом урожае на средnezасоленном фоне ниже показателя слабозасоленного фона на 5,7-24,9 %.

На средnezасоленной почве валовый урожай дыни по сравнению с слабозасоленной почвой в зависимости от удобрений ниже на 4,1-8,9 т/га или 23,2-35,3 %. На формирование 1 тонны продукции при соответствующем количестве побочной продукции на слабозасоленном фоне растения дыни потребляют в среднем 5,0 кг азота, 1,7 кг фосфора и 9,2 кг калия, в то время как на средnezасоленном фоне потребляют 5,3 кг азота, 1,6 фосфора и 10,2 кг калия соответственно. Из пахотного слоя слабозасоленной почвы растениями дыни используется 65,1 % легкогидролизуемого азота, 24,1 % подвижного фосфора и 21,9 % обменного калия, при снижении аналогичных показателей использования питательных элементов из средnezасоленной почве до 50,3; 14,9 и 12,3 %, соответственно.

Коэффициенты использования азота, фосфора и калия растениями дыни из внесенных минеральных удобрений на слабозасоленном фоне в среднем на 16,4; 7,5 и 5,8 % выше аналогичных показателей на средnezасоленном фоне и составляют 52,1; 18,9 и 73,9 % соответственно.

Финансирование. Данное исследование профинансировано Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе № 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований», шифр программы 0.0946, № 0118РК01718.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eldala.kz/novosti/kazakhstan/2085-v-kazahstane-sostavlyayut-kartu-zasolennyh-pochv>, свободный.
- 2 Аханов Ж.У. Почвенные ресурсы Казахстана, проблемы их рационального использования в сельском хозяйстве// Производство и применение минеральных удобрений в Казахстане. - Тараз, 2004. - С. 22-26.
- 3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://khabar.kz/ru/news/obshchestvo/item/149214-nallydaetsya-spad-proizvodstva-otechestvennykh-udobrenij-v-rk>, свободный.
- 4 Елешев Р.Е. Современные проблемы научного обеспечения регулирования плодородия почв// Современное состояние и перспективы развития мелиоративного почвоведения. - Алматы, 2009. - С. 43-44.
- 5 Пилипенко В.Н., Яковлева Л.В., Федотова А.В. Современное состояние засоленных почв дельты Волги// Фундаментальные исследования. – 2005. - №8. - С. 145-149.
- 6 Артамонова В.С., Дитц Л.Ю., Елизарова Т.Н., Лютых И.В. Техногенное засоление почв и их микробиологическая характеристика// Сибирский экологический журнал. – 2010. - №3. – С. 461-470.
- 7 Yarsi, G., Sivaci, A., Dasgan, H. Y., Altuntas, O., Binzet, R., & Akhoundnejad, Y. Effects of salinity stress on chlorophyll and carotenoid contents and stomata size of grafted and ungrafted galia C8 melon cultivar// Pakistan Journal of Botany. – 2017. №49(2). – P. 421–426.
- 8 Uygun, V., & Yetisir, H. Effects of rootstocks on some growth parameters, phosphorous and nitrogen uptake watermelon under salt stress// Journal of Plant Nutrition. – 2009. - №32. – P. 629–643.
- 9 Belouchrani, A. S., Latati, M., Ounane, S. M., Drouiche, N., & Lounici, H. Study of the Interaction Salinity: Phosphorus Fertilization on Sorghum// Journal of Plant Growth Regulation. – 2020. - №39(3). - P. 1205–1210.
- 10 Rincón Sánchez, L.A., Sáez Sironi, J., Pérez Crespo, J.A., Madrid, R. Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse// Acta Horticulturae. – 1998. - №458. - P. 153-160.
- 11 Betzen, B. M., Smart, C. M., Maricle, K. L., & Maricle, B. R. Effects of increasing salinity on photosynthesis and plant water potential in Kansas salt marsh species// Transactions of the Kansas Academy of Science. – 2019. - №122(1-2). – P. 49–58.
- 12 Stepien, P., & Johnson, G. N. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte arabidopsis and the halophyte thellungiella: Role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink// Plant Physiology. – 2009. - №49(2). - P. 1154-1165.
- 13 Maia, F. M. de A., Alan, C. C., Jociernas, N. de C., Clarice, A. M., & Frederico, A. Photosynthesis and water relations of sunflower cultivars under salinity conditions// African Journal of Agricultural Research. – 2016. - №11(30). - P. 2817-2824.
- 14 Huang, Y., Bie, Z., Liu, Z., Zhen, A., & Wang, W. Protective role of proline against salt stress is partially related to the improvement of water status and peroxidase enzyme activity in cucumber// Soil Science and Plant Nutrition. – 2009. - №55(5). - P. 698-704.
- 15 Hessini, K., Issaoui, K., Ferchichi, S., Saif, T., Abdelly, C., Siddique, K. H. M., & Cruz, C. Interactive effects of salinity and nitrogen forms on plant growth, photosynthesis and osmotic adjustment in maize// Plant Physiology and Biochemistry. – 2019. - №139. – P. 171–178.

16 Khosh Kholgh Sima, N. A., Ahmad, S. T., Alitabar, R. A., Mottaghi, A., & Pessarakli, M. Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on physiological responses of two barley species// *Journal of Plant Nutrition*. – 2012. - №35(9). - P. 1411–1428.

17 Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F. A., Khaliq, A., Saud, S., Hassan, S., Shan, D., Khan, F., Ullah, N., Faiq, M., Khan, M. R., Tareen, A. K., Khan, A., Ullah, A., Ullah, N., & Huang, J. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review// *Plant Growth Regulation*. – 2015. - №75(2). - P. 391–404.

18 Martuscelli, M., Di Mattia, C., Stagnari, F., Specia, S., Pisante, M., & Mastrocola, D. Influence of phosphorus management on melon (*Cucumis melo* L.) fruit quality// *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2016. - №96(8). - P. 2715–2722.

19 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kazcotton.com>, свободный.

20 Аринушкина Е.П. Руководство по химическому анализу почв// - М.: МГУ. – 1977. - 489 с.

21 Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению// Агропромиздат. - 1986. - 295 с.

REFERENCES

1 [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://eldala.kz/novosti/kazakhstan/2085-v-kazakhstane-sostavlyayut-kartu-zasolennykh-pochv>, free.

2 Akhanov ZH.U. Pochvennyye resursy Kazakhstana, problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya v sel'skom khozyaystve// *Proizvodstvo i primeneniye mineral'nykh udobreniy v Kazakhstane*. - Taraz, 2004. - S. 22-26.

3 [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://khabar.kz/ru/news/obshchestvo/item/149214-nallydaetsya-spad-proizvodstva-otekhestvennykh-udobreniy-v-rk>, free.

4 Елешев Р.Е. Современные проблемы научного обеспечения регулирования плодородия почв// *Современное состояние и перспективы развития мелиоративного почвоведения*. - Алматы, 2009. - С. 43-44.

5 Pilipenko V.N., Yakovleva L.V., Fedotova A.V. Sovremennoye sostoyaniye zasolennykh pochv del'ty Volgi// *Fundamental'nyye issledovaniya*. – 2005. - №8. - S. 145-149.

6 Artamonova V.S., Ditts L.YU., Yelizarova T.N., Lyutykh I.V. Tekhnogennoye zasoleniye pochv i ikh mikrobiologicheskaya kharakteristika// *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*. – 2010. - №3. – S. 461-470.

7 Yarsi, G., Sivaci, A., Dasgan, H. Y., Altuntas, O., Binzet, R., & Akhoundnejad, Y. Effects of salinity stress on chlorophyll and carotenoid contents and stomata size of grafted and ungrafted galia C8 melon cultivar// *Pakistan Journal of Botany*. – 2017. №49(2). – P. 421–426.

8 Uygur, V., & Yetisir, H. Effects of rootstocks on some growth parameters, phosphorous and nitrogen uptake watermelon under salt stress// *Journal of Plant Nutrition*. – 2009. - №32. – P. 629–643.

9 Belouchrani, A. S., Latati, M., Ounane, S. M., Drouiche, N., and Lounici, H. Study of the Interaction Salinity: Phosphorus Fertilization on Sorghum// *Journal of Plant Growth Regulation*. – 2020. - №39(3). - P. 1205–1210.

10 Rincón Sánchez, L.A., Sáez Sironi, J., Pérez Crespo, J.A., Madrid, R. (1998). Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse// *Acta Horticulturae*. – 1998. - №458. - P. 153-160.

11 Betzen, B. M., Smart, C. M., Maricle, K. L., & MariCle, B. R. Effects of increasing sa-

linity on photosynthesis and plant water potential in Kansas salt marsh species// Transactions of the Kansas Academy of Science. – 2019. - №122(1-2). – P. 49–58.

12 Stepien, P., & Johnson, G. N. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte arabidopsis and the halophyte thellungiella: Role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink// Plant Physiology. – 2009. - №49(2). – P. 1154-1165.

13 Maia, F. M. de A., Alan, C. C., J ocirc natas, N. de C., Clarice, A. M., & Frederico, A. ocirc nio L. S. Photosynthesis and water relations of sunflower cultivars under salinity conditions// African Journal of Agricultural Research. – 2016. - №11(30). – P. 2817-2824.

14 Huang, Y., Bie, Z., Liu, Z., Zhen, A., & Wang, W. Protective role of proline against salt stress is partially related to the improvement of water status and peroxidase enzyme activity in cucumber// Soil Science and Plant Nutrition. – 2009. - №55(5). – P. 698-704.

15 Hessini, K., Issaoui, K., Ferchichi, S., Saif, T., Abdelly, C., Siddique, K. H. M., & Cruz, C. Interactive effects of salinity and nitrogen forms on plant growth, photosynthesis and osmotic adjustment in maize// Plant Physiology and Biochemistry. – 2019. - № 139. – P. 171–178.

16 Khosh Kholgh Sima, N. A., Ahmad, S. T., Alitabar, R. A., Mottaghi, A., & Pessarakli, M. Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on physiological responses of two barley species// Journal of Plant Nutrition. – 2012. - №35(9). – P. 1411–1428.

17 Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F. A., Khaliq, A., Saud, S., Hassan, S., Shan, D., Khan, F., Ullah, N., Faiq, M., Khan, M. R., Tareen, A. K., Khan, A., Ullah, A., Ullah, N., & Huang, J. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review// Plant Growth Regulation. – 2015. - №75(2). – P. 391–404.

18 Martuscelli, M., Di Mattia, C., Stagnari, F., Specia, S., Pisante, M., & Mastrocola, D. Influence of phosphorus management on melon (*Cucumis melo* L.) fruit quality// Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2016. - №96(8). – P. 2715–2722.

19 [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://www.kazcotton.com/>, free.

20 Arinushkina Ye.P. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv// - M.: MGU. – 1977. - 489 s.

21 Aleksandrova L.N., Naydenova O.A. Laboratorno-prakticheskiye zanyatiya po pochvovede-niyu// Agropromizdat. - 1986. - 295 s.

ТҮЙІН

Б.М. Амиров^{1*}, Қ.Қ. Құлымбет¹, А.Т. Сейтменбетова¹, О.С. Құрманакын¹
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ СУАРМАЛЫ ТҰЗДЫ СҰР ТОПЫРАҚТАРЫНДА
ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ҚОЛДАНУ КЕЗІНДЕГІ ҚАУЫННЫҢ АЗОТ, ФОСФОР ЖӘНЕ
КАЛИЙДІ ПАЙДАЛАНУЫ

¹ *Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,*

**e-mail: bak.amirov@gmail.com*

Минералды тыңайтқыштарды қолдану қарқынды егіншілік жүйесінде маңызды агротехникалық әдіс болып табылады. 2021-2022 жылдары Түркістан облысы Мақтаарал ауданында қауынның азот, фосфор және калий тыңайтқыштарының әртүрлі дозалары мен арақатынасына әсерін бағалау мақсатында реакциясын бағалау үшін далалық тәжірибелер жүргізілді. Тыңайтқыштар мен топырақ тұздылығының қауын дақылының өнімділігі мен қоректік заттарды пайдалану көрсеткіштеріне әсерін модельдеу үшін жылдар бойынша

мәліметтер топырақ құнарлылығының нақты күйі аясында зерттелетін факторларға тәуелділікті сипаттайтын регрессиялық модельдерді құру үшін бөлек математикалық өңдеуден өтті. Зерттеудің бірінші жылында қауынның ерте өнімділігі барлық зерттелген факторлардың жалпы әсеріне байланысты 96% құрады. Сонымен қатар, азот тыңайтқыштары жеке оң әсерін берді, бірақ оның фосформен және тұзбен әрекеттесуінің әсері теріс болды. Калий фосформен бірге қауынның ерте пісуін тездетеді, бірақ тұзбен әрекеттескенде баяулайды. Қауынның жалпы өнімділігі зерттелетін факторлардың жалпы әсеріне байланысты 92 % құрады, ал азотты бөлек және фосформен бірге, фосфорды калиймен біріктіріп қолдану оң нәтиже көрсетті. Зерттелетін факторлар бойынша қауын өнімінің бірлігімен азоттың шығарылу шарттылығы – 99 %, фосфор – 88 % және калий – 78 % құрады. Зерттеудің екінші жылында қауынның ерте өнімділігі зерттелген барлық факторлардың жиынтық әсеріне байланысты 97% құрады. Азот тыңайтқыштары оң әсер етті, ал фосфор мен топырақтың тұздануы теріс әсер етті. Азоттың фосформен және топырақ тұзымен әрекеттесуі теріс әсер етті. Калий фосформен әрекеттескенде қауынның ерте өнімділігіне оң әсер етті, ал топырақ тұзымен әрекеттескенде теріс әсер берді. Қауынның жалпы өнімділігі барлық 4 зерттелген факторлардың жалпы әсеріне байланысты 90% құрады. Азотпен қоректенудің калиймен және топырақтың тұздылығымен үйлесуі теріс әсер етті, ал фосфор калиймен бірге қауынның жалпы өніміне оң әсер етті. Қауын дақылының бірлігімен қоректік заттарды алып тастау және зерттеудің екінші жылында зерттелетін факторлардың өзгеруіне жауап берді ($R^2=0,84-0,90$). Азот тыңайтқышын қолдану азот, фосфор және калийдің нормативті шығарылуын арттырды.

Түйінді сөздер: қауын, сұр топырақ, тыңайтқыш, тұздану, өнімділік, регрессия.

SUMMARY

B.M. Amirov^{1*}, K.K. Kulymbet¹, A.T. Seytmenbetova¹, O.S. Kurmanakyn¹

USE OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM BY MELON PLANTS AT FERTILIZING ON IRRIGATED SALINE SIEROZEM IN SOUTHERN KAZAKHSTAN

¹ *Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U.U. Usmanov, 050060, Almaty, al-Farabi avenue, 75 B, Kazakhstan,*

**e-mail: bak.amirov@gmail.com*

The use of mineral fertilizers is an important agronomic technique in the system of intensive agriculture. In 2021-2022, field experiments were conducted in the Maktaaral district of Turkestan province to assess the response of mid-season melon to different doses and ratios of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. To model the effect of fertilizers and soil salinity on the indicators of yield and nutrient use by melon plants, the data by years were subjected to mathematical processing separately in order to build the most adequate regression models describing the dependence of the resulting factors on the studied factors against the background of the real state of soil fertility. In the first year of research, the early melon yield was 96% dependent on the combined effect of all factors studied. At the same time, nitrogen fertilizer had a separate positive effect, but the effect of its interaction with phosphorus and salt was negative. Potassium combined with phosphorus accelerated melon's early maturity, but in interaction with salt it slowed it down. The gross yield of melon was 92 % dependent on the combined effect of the studied factors, with nitrogen separately and in combination with phosphorus and phosphorus combined with potassium showing a positive effect. The dependence of nitrogen removal per unit of melon yield on the studied factors was 99 %, phosphorus – 88 % and potassium – 78 %. In the second year of research, the early harvest of melons was 97 % dependent on the total effect of all the studied factors. Nitrogen fertilizers had a positive effect, while phosphorus and soil salinity had a negative effect. Nitrogen interaction with phosphorus and soil salinity had a negative effect. Potassium in interaction with phosphorus had a positive effect on early melon yield, but in interaction with soil salt it was negative. The gross yield of melon was 90% dependent on the combined effect of all 4 studied factors. The combination of nitrogen nutrition with potassium and soil salinity had a negative effect, while phosphorus combined with potassium had a positive effect on

melon gross yield. Nutrient removal by a unit of melon yield responded adequately to changes in the studied factors ($R^2=0.84-0.90$) in the second year of the study. Application of nitrogen fertilizer increased normative removal of nitrogen, phosphorus and potassium.

Key words: melon, sierozem, fertilizer, salinity, yield, regression.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Амиров Бахытбек Мустафаулы - заведующий отделом агрохимии, к.с.-х.н., доцент, e-mail: bak.amirov@gmail.com

2 Құлымбет Қанат Қайратұлы - младший научный сотрудник отдела агрохимии, PhD докторант, e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

3 Сейтменбетова Аксауле Тынысбековна - ведущий научный сотрудник отдела агрохимии, к.б.н., e-mail: seytmenbetova77@mail.ru

4 Құрманакын Олжас Серікұлы - инженер-аналитик отдела агрохимии, e-mail: k.oljas.s@mail.ru