

ГРНТИ 68.33.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2025_4_51

Р.Х. Рамазанова¹, К.К. Мусаева^{1*}, Н.С. Асимжанов¹, З.А. Зарип¹, А.К. Абай¹
АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЗЁМА СВЕТЛОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
БИОСТИМУЛЯТОРОВ И МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ САХАРНОЙ
СВЁКЛЫ В УСЛОВИЯХ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

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

**e-mail: mkuralai_97@mail.ru*

Аннотация. В работе представлены результаты исследований, проводившихся на светлых серозёмах Жамбылской области, по изменению агрохимических свойств почвы при применении внекорневых подкормок растений сахарной свёклы биостимуляторами и микроудобрениями на фоне основного минерального питания. Выявлен опосредованный эффект от листовой обработки растений биостимуляторами *Amino Turbo, Acadian goldstar, Everbest Amino* и микроудобрениями *Boromol, Nitrogeno, Terra Organico* в различные фазы развития растений на изменение агрохимических показателей почвы. Дополнительное внекорневое питание биостимуляторами и микроудобрениями способствовало повышению содержания доступных форм азота и фосфора до максимального поглощения элементов питания в течение вегетации, что обеспечивает получение дополнительного урожая корнеплодов. Микроэлементы демонстрируют фазовую чувствительность: бор достаточно внести фоново один раз, цинк требует двукратного применения. Предложенная схема - НРКфон до посева; *Amino turbo* и *Boromol* в 2-3 и 6-8 листьев; *Nitrogen* и *Terra organico* при смыкании - обеспечивает равномерное поступление и сохранение питательных веществ. Полученные данные подтверждают целесообразность применения комплексной схемы листового питания с использованием биостимуляторов и микроудобрений при возделывании сахарной свёклы на светлых серозёмах.

Ключевые слова: серозём, агрохимические показатели, гумус, биостимулятор, микроудобрение, минеральное питание, элементы питания, сахарная свёкла.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях, на фоне глобальных вызовов в агропромышленном комплексе особенно возрастает необходимость повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Согласно прогнозам ООН, к 2050 году численность населения Земли достигнет 9,5 миллиарда человек, и по мере демографического роста проблема обеспечения продовольствием приобретает всё более острый и комплексный характер [1].

Решение проблемы – совершенствование агротехнологий как средств устойчивого повышения урожайности. В частности, за счет включения в практику листовых подкормок с аминокислотами, микроэлементами и экстрактами водорослей [2-4]. Это особенно

актуально на почвах с низким уровнем естественного плодородия и при выращивании стратегически важных культур.

Для Казахстана одной из таких культур является сахарная свёкла, выступающая основным сырьевым источником важнейшего продукта питания - сахара. Традиционным регионом возделывания сахарной свёклы является Жамбылская область [5]. Сахарная свёкла обладает высоким потенциалом продуктивности при условии соблюдения оптимальных агротехнологических требований. Особенностью её биологии является интенсивное потребление питательных веществ в процессе формирования урожая корнеплодов, что обуславливает высокие требования к почвенным условиям, требующим

регулярной оценки и корректировки системы питания на основе применения удобрений [6-8].

В период интенсивной химизации сельского хозяйства агрохимический баланс почв складывался таким образом, что поступление питательных веществ с удобрениями значительно превышало их вынос с урожаем. Это способствовало повышению её эффективного плодородия [9, 10]. В настоящее время объёмы внесения удобрений существенно сократились, тогда как вынос элементов питания с урожаем остаётся высоким. Это приводит к снижению уровня плодородия и ухудшению условий для роста и развития сельскохозяйственных культур [11, 12].

В этой связи, на светлых серозёмах Жамбылской области проведено научное исследование по оценке эффективности системы удобрения сахарной свёклы, включающей основное и внекорневое питание, с целью изучения

динамики изменений агрохимических свойств орошаемых почв при применении новых форм биостимуляторов и микроудобрений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – серозёмы светлые. Полевые исследования проводились в условиях КХ «Нұр и К» Жамбылской области.

Полевые опыты заложены в трехкратной повторности, площадь учетных делянок 100 м² (10м×10м). Посев сахарной свёклы (гибрид VIORICA KWS - оригинатор KWS SAAT SE, Германия) произведен 11 апреля, норма высева 1,4 кг/га, расстояние в междурядьях 45 см. Полив сахарной свёклы – традиционный по бороздам.

Схема опыта включала применение внекорневой обработки посевов сахарной свёклы в фазах появления 2-3, 6-8 листьев и смыкания листьев в рядках. На рисунке 1 представлена схема расположения полевого опыта.



Рисунок 1 - Схема расположения полевого опыта

Для внекорневых подкормок применяли новые биостимуляторы и микроудобрения казахстанского и зарубежного производства в соответствии с рекомендациями производителя (во избежание стрессовых ситуаций при изменении концентраций): Boromol – 2 л/га/200 л воды, Terra organico – 4,0 л/га/1000 л воды, Nitrogeno – 2,5 л/га/1000 л воды, Amino turbo – 100 г/га/100 л воды, Acadian goldstar –

500 г/га/ 500 л воды, Everbest Amino – 0,25 л/га/100 л воды с перерасчетом на площадь делянки. Boromol - жидкое удобрение содержит водорастворимые В (8%) и Мо (2%); Terra organico – жидкое удобрение, содержит ОВ (48%), Сорг (17%), Нобц (1%), водорастворимый калий (2%); Nitrogeno+ - жидкое удобрение, содержит Нобц (20%), N-NH₂ (20%), водорастворимые В (1%) и Zn 0,7%; Amino turbo – порошок, универ-

сальный биостимулятор нового поколения на основе высоко-насыщенного сбалансированного комплекса аминокислот, содержит Сорг (39%), Норг (12,8%), свободные аминокислоты (80%), общие аминокислоты (85%), – 85,0%; Acadian goldstar - водорастворимый порошок - 100% экстракт морских водорослей, содержит ОВ (44-55%), алгиновая кислота (>10%), маннитол (4-6%), аминокислоты (4%), фукоидан (>12%), пр. олигосахариды (>16%); Everbest Amino - жидкое удобрение, содержит ОВ (50%), Сорг (22%), Норг (7%), свободные аминокислоты (12%).

Листовые обработки проводились на фоне основного внесения удобрений, принятого в хозяйстве: аммофос (N:P - 12:52), сульфат калия (K50), внесенных осенью под основную обработку почвы и аммиачная селитра (N34,4) под предпосевную культивацию. Нормы рассчитаны с учетом уровня обеспеченности почвы.

Для агрохимической характеристики почвы опытного участка перед закладкой опыта было отобрано 12 смешанных образцов из слоев 0–20 см и 20–40 см. В течение вегетации культуры, почвенные образцы отбирались после проведения каждой обработки и перед уборкой сахарной свёклы на глубину 0-20 см и 20-40 см.

Анализы почвенных образцов выполнены в испытательной лаборатории Казахского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии имени У. У. Успанова: общий гумус – по Тюрину, легкогидролизуемый азот – по Тюрину Кононовой,

подвижный фосфор и обменный калий – по Мачигину; рН – потенциметрически. Массовая доля цинка и бора определялась атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 53218-2008. Аналитические методы подробно изложены в руководстве по общему анализу почв [13, 14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В охватываемый исследованиями период весеннее повышение температуры происходило постепенно, и в апреле средняя температура составляла около +10 °С. Летний период характеризовался средней температурой +25 °С, при максимальных значениях в июле до +35 °С. К моменту уборки урожая в октябре средние температуры опускались до +10 °С. Распределение осадков отличается выраженной неравномерностью: в зимний период выпадает 30–50 мм осадков, весной - около 100–150 мм, летом - порядка 50–70 мм, осенью - 40–60 мм.

Почвенный покров опытного участка представлен светлыми серозёмами, содержание гумуса в целинных аналогах составляет около 2%. Светлые сероземы обладают хорошей микроструктурой, высокой водопроницаемостью и развитой пористостью, что обеспечивает их высокую продуктивность при условии интенсивного орошения и применения удобрений.

Как показывают данные таблицы 1, содержание общего гумуса в пахотном слое 0–20 см оказалось ниже, чем в целинных вариантах, и варьировало в пределах 1,47–1,84% при среднем значении 1,72%.

Таблица 1 - Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Глубина взятия образца, см	Содержание гумуса, %	рН	Содержание подвижных форм, мг/кг		
			Нлг	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-20	1,72±0,05	8,0	56,5	135,7	321,0
20-40	1,58±0,04	8,0	54,3	60,7	267,0

Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое (0-20 см) в среднем составило 56,5 мг/кг с колебаниями от 73,5 мг/кг до 38,5 мг/кг, что соответствует повышенной степени обеспеченности. По содержанию подвижного фосфора отмечается сильная вариабельность от 54 мг/кг до 256 мг/кг и в среднем характеризует почвы как высокообеспеченные, разница в содержании обменного калия была не такая значительная - от 300 до 330 мг/кг почвы. Реакция почвенной среды – 7,54-8,36, что соответствует слабощелочной и среднещелочной группе. В слое почвы 20-40 см значения показателей были ниже, но закономерность аналогична.

Одним из ключевых показателей почвенного плодородия является содержание органического вещества (гумуса) [15]. Формирование гумуса определяет-

ся не только уровнем применения удобрений, но и количеством образующейся растительной массы, которая в дальнейшем становится основным источником органического вещества. В этом контексте листовые удобрения, несмотря на то что вносятся непосредственно на поверхность листьев и не взаимодействуют с почвой напрямую, способны оказывать опосредованное влияние на гумусообразование за счет стимулирования процессов накопления биомассы и дополнительного поступления в почву органики [16].

Нашими исследованиями установлено, что испытываемые агрохимические средства оказали влияние на повышение содержания гумуса в почве, за счет новообразованных форм, повысив его содержание с 1,78% на контроле до 1,83–1,88% (таблица 2).

Таблица 2 - Состав гумуса серозёма светлого под посевами сахарной свёклы

Вариант	Гумус, %	ВРОВ, мг/кг
Контроль	1,78	0,292
НРК - фон	1,83	0,287
НРК + Boromol	1,88	0,287
НРК + Terra organico	1,83	0,272
НРК + Nitrogeno+	1,71	0,277
НРК + Amino turbo	1,74	0,292
НРК + Acadian goldstar	1,77	0,307
НРК + Everbest Amino	1,87	0,277

Это указывает на различную степень воздействия исследуемых препаратов на процессы гумификации и минерализации органического вещества.

Положительное действие минеральных удобрений и на их фоне изучаемых факторов вероятно обусловлено комплексным воздействием на физиологические процессы, приводящие к увеличению биомассы растений, активизации полезной почвенной микрофлоры, ускорению процессов разложения остатков и новообразования гумуса.

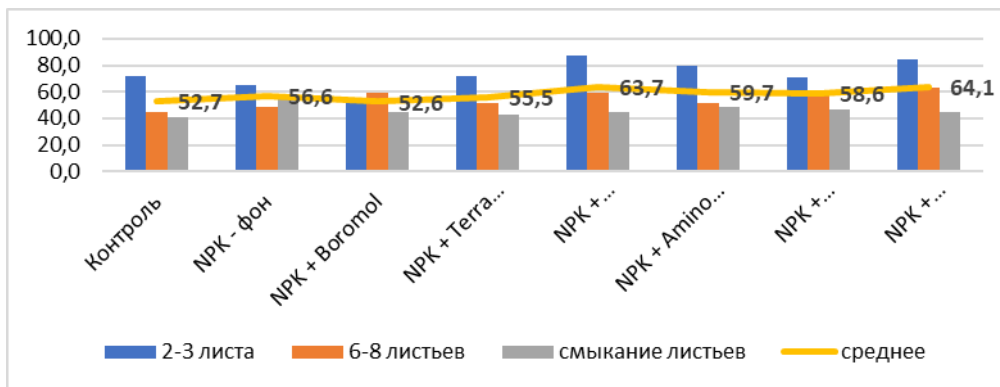
В образовании гумуса почвы играет большую роль водорастворимый

гумус (*ВРОВ – водорастворимое органическое вещество*). Показатель содержания водорастворимого гумуса используют для оценки почвенного плодородия и биологической активности почвы и это один из индикаторов эффективности органических удобрений [17-19].

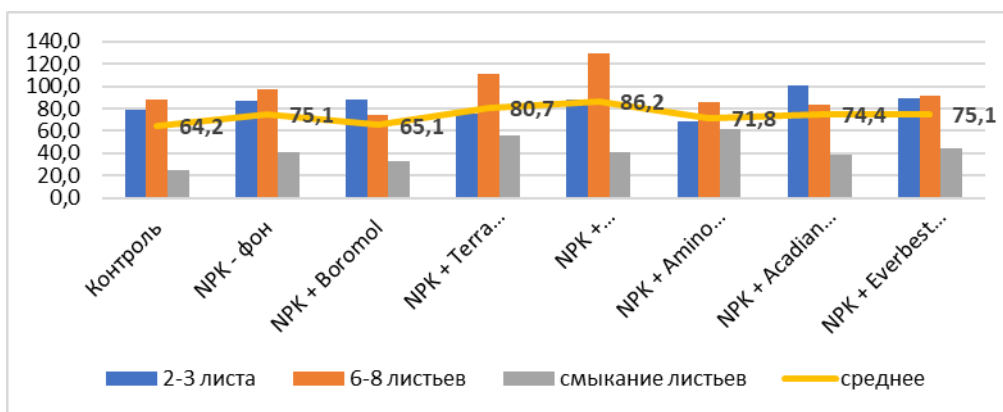
Содержание ВРОВ находилось в пределах 0,272–0,307 мг/кг. Наибольшее значение зафиксировано в варианте с *Acadian goldstar* (0,307 мг/кг), что может свидетельствовать о повышенной подвижности органических соединений и их доступности для микробиоты.

К агрохимическим параметрам почвенного плодородия относятся показатели содержания подвижных форм, доступных для питания растений – азот легкогидролизуемый, фосфор подвижный и калий обменный [20-25]. На осно-

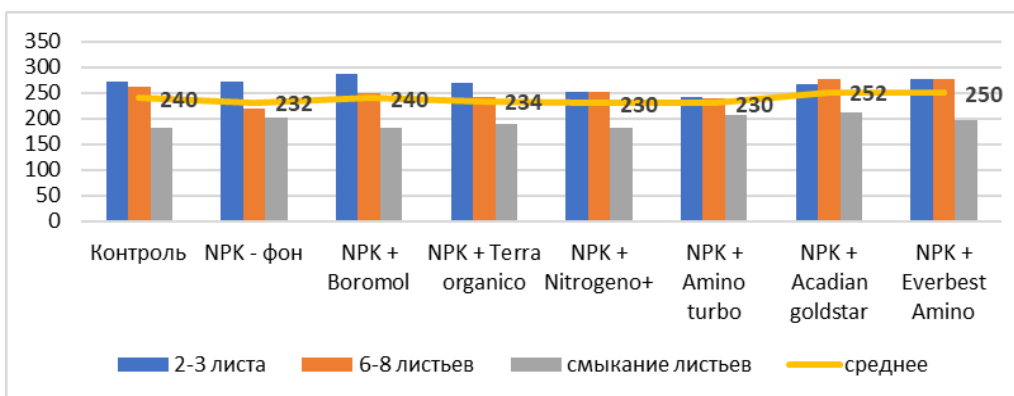
вании анализа данных, представленных на рисунке 2, установлено, что листовая обработка посевов сахарной свёклы оказала влияние на динамику элементов питания в серозёме светлом на фоне NPK.



а) легкогидролизуемый азот



б) подвижный фосфор



в) обменный калий

Рисунок 2- Динамика содержания элементов питания серозема светлого под посевами сахарной свёклы, мг/кг

На контрольном варианте содержание легкогидролизуемого азота остается на уровне низкой и средней обеспеченности на протяжении всей вегетации – 52,7 мг/кг, что обусловлено отсутствием поступления элемента извне, а поступление этой формы азота было только за счёт минерализации гумуса.

Внесение минеральных удобрений повлияло на увеличение содержания легкогидролизуемого азота в ранние фазы роста, с последующим снижением из-за активного потребления растениями. Отмечается чёткое повышение в начале вегетации с дальнейшим плавным снижением.

Максимальные значения были зафиксированы на вариантах с применением *Nitrogeno+*, *Amino turbo* и *Everbest Amino* – 63,7, 59,7 и 64,1 мг/кг соответственно. Это связано с особенностями поведения азотистых соединений в составе удобрений (доступные формы азота, стимуляция азотного обмена за счет аминокислот) и возможной активацией микробиологических процессов, повышающих минерализацию органического вещества.

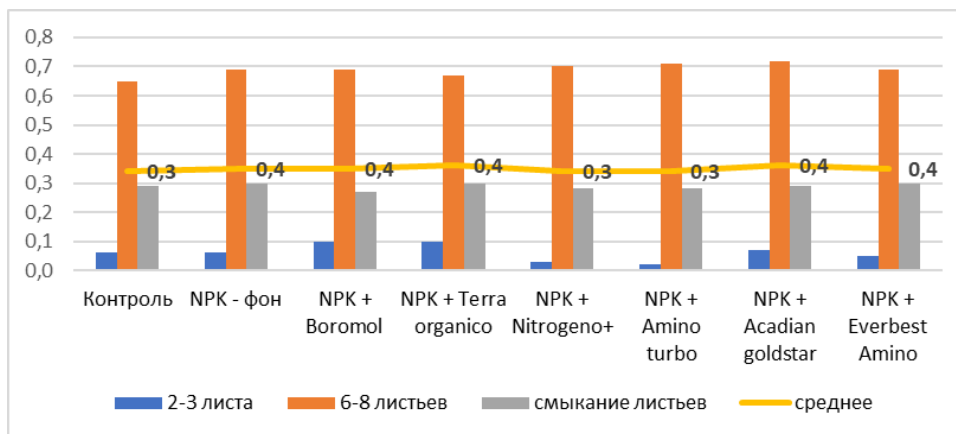
Действие листовой обработки *Boromol* сопоставимо с контрольным вариантом – 52,6 мг/кг, и вероятно это объясняется отсутствием в составе удобрений органических и азотсодержащих соединений. При обработке удобрением *Terra organico* обеспечивались стабильные уровни повышенной обеспеченности этой формы азота – 55,5 мг/кг интегральное содержание за вегетацию, что указывает на пролонгированное действие органической составляющей. Аналогично этому варианту применение *Acadian goldstar* имело такой же характер динамики, но значения были выше – 58,6 мг/кг. В целом надо отметить, что листовые удобрения способствовали стабилизации этой формы азота на уровне средней обеспеченности.

Анализ содержания подвижного фосфора (P_2O_5) в серозёме светлом показал существенные различия в зависимости от сроков вегетации и используемых удобрений (рисунок 2б). Полученные данные подтверждают, что использование листовых удобрений на фоне NPK позволяет удерживать высокий уровень подвижного фосфора, обеспечивая стабильное фосфорное питание. Общая закономерность в содержании фосфора по вариантам опыта – его постепенное снижение к концу вегетации за счет его потребления растениями и закреплением в труднорастворимых формах.

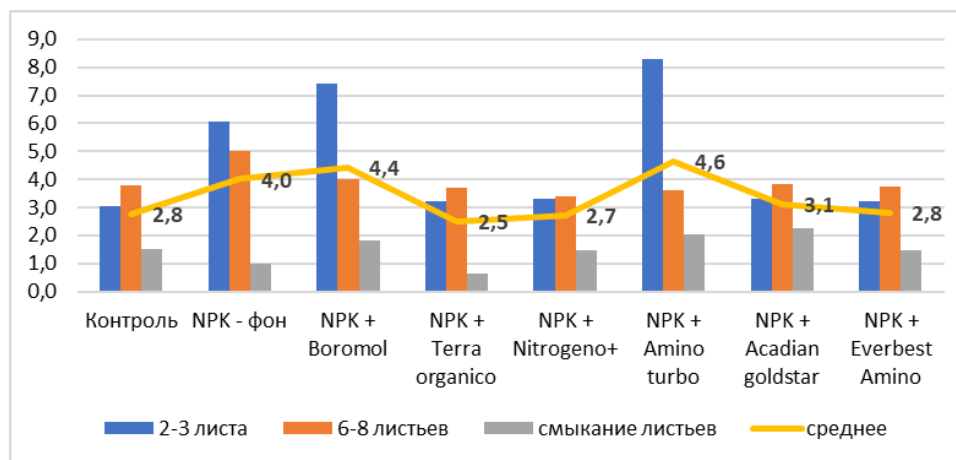
На контроле к фазе смыкания его уровень снижается почти в три раза – до 24,7 мг/кг против 79,3 мг/кг в начале вегетации. Поэтому необходим периодический мониторинг содержания фосфора, поскольку в противном случае он может проявить себя как элемент лимитирующий урожай. По остальным вариантам применение листовых удобрений обеспечивало поддержание фосфора в почве выше 30 мг/кг. Наиболее выраженное накопление фосфора наблюдалось на варианте *Nitrogeno+* и *Terra organico* на фоне NPK, где содержание в фазу 6–8 листьев достигло 130,0 и 110,7 мг/кг, а среднее значение составило 86,2 и 80,7 мг/кг соответственно. Это может быть связано с усилением корневого питания, активной мобилизацией фосфора и стимуляцией обменных процессов. Действие *Amino turbo*, *Acadian goldstar* и *Everbest Amino* имело почти одинаковый эффект 71,8 – 75,1 мг/кг. Вероятно, они способствовали улучшению растворимости фосфатов и их удержанию в доступной форме в течение всей вегетации благодаря возможной мобилизации фосфора органическими кислотами. Таким образом, обеспеченность растений фосфором может поддерживаться за счет действия внекорневых подкормок биостимуляторами и микроудобрениями.

По вариантам опыта в средне-сезонном содержании обменного калия в почве особых колебаний не отмечено, оно было в пределах 230-252 мг/кг почвы. На контроле средне сезонное содержание обменного калия – 240 мг/кг почвы несколько превышает варианты с удобрениями, за исключением вариан-

тов с *Acadian goldstar* и *Everbest Amino*. На варианте с применением *Boromol* эффект влияния незначительный – уровень содержания элемента примерно, как на контроле. Вероятно, затраты калия на формирование урожая меньше, чем на вариантах с удобрениями.



а) бор



б) цинк

Рисунок 3 - Динамика микроэлементов в почве под посевами сахарной свёклы, мг/кг

Бор и цинк – это незаменимые компоненты эффективной агротехнологии выращивания сахарной свёклы. Они улучшают агрохимические и биологические свойства почвы, обеспечивая сбалансированное питание и устойчивость растений к стрессам, способствуют устойчивому росту урожайности.

Бор играет важную роль в жизни растений, потребность в нем усиливают повышенные дозы калийных удобрений или высокое содержание калия в почве [26]. Также в карбонатных и щелочных почвах бор быстро становится недоступным – даже при содержании выше оптимального в таких почвах, может

проявляться физиологический дефицит [27]. В таких условиях особенно эффективна листовая подкормка бором в ранние критические фазы – не позднее 4–6 листьев и начало формирования корнеплода [28].

Как видно из рисунка 3, интегральное содержание элемента по вариантам опыта, находится в пределах 0,3-0,4 мг/кг. При этом во всех вариантах наблюдается резкое увеличение содержания бора от фазы 2–3 листьев до фазы 6–8 листьев – 0,65-0,72 мг/кг. Это связано смобилизацией элемента, а также действием внекорневых обработок.

В связи с этим применение внекорневых подкормок является важным агротехническим приёмом для обеспечения полноценного борного питания.

Помимо бора, сахарная свёкла отличается повышенным выносом цинка. Значение цинка для роста растений тесно связано с его участием в азотном обмене и улучшением хозяйственно-ценных признаков. Доступность Zn снижается с повышением рН почвы [29].

Наиболее выраженное увеличение содержания цинка в начальной фазе (2–3 листа) отмечается на вариантах *Amino turbo* (8,30 мг/кг) и *Boromol* (7,40 мг/кг), что указывает на интенсивное поступление элемента в верхний слой почвы после внесения. Однако к фазе смыкания листьев наблюдается значительное снижение содержания подвижного цинка почти во всех вариантах, что отражает его быстрое поглощение растениями и возможное вымывание. Самое стабильное и высокое среднее значение за весь вегетационный период отмечено на варианте с *Amino turbo* - 4,64 мг/кг и *Boromol* - 4,41 мг/кг, несколько ниже показатели на фоне NPK - 4,01 мг/кг.

То есть внекорневые обработки с добавлением микроэлементов, особенно в составе *Amino turbo* и *Boromol*, эффективно насыщают почву подвижным цинком в начальные фазы, однако

для устойчивого обеспечения культуры необходимо либо повторное внесение, либо использование форм с пролонгированным действием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Серозёмы светлые характеризуются невысокой гумусностью, что обуславливает быстрый переход питательных элементов в недоступные формы и их выщелачивание. В таких условиях формирование урожайности и сахаристости корнеплодов напрямую зависит от точного фазового внесения удобрений.

При внесении основного удобрения (NPK) в почву обеспечивается содержание 41,8 - 87,5 мг/кг Nлг, 72,3–100 мг/кг P2O5 и 256,7–290,7 мг/кг K2O. Дополнительное питание биостимуляторами и микроудобрениями по листу, в частности *Amino turbo* и *Nitrogen*, способствовало повышению содержания Nлг до 93,2 мг/кг и P2O5 до 130,0 мг/кг к фазе смыкания листьев. Для калия оптимальным вариантом является применение *Boromol* в ранние фазы - до 286,7 мг/кг и *Terra organico* в поздние фазы 293,3 мг/кг. Микроэлементы демонстрируют фазовую чувствительность: бор достаточно внести фоновый раз, цинк требует двукратного применения. Предложенная схема - NPKфон до посева; *Amino turbo* и *Boromol* в 2-3 и 6-8 листьев; *Nitrogen* и *Terra organico* при смыкании - обеспечивает равномерное поступление и сохранение питательных веществ.

Полученные данные подтверждают целесообразность использования комбинированных подходов к питанию сахарной свёклы с включением биостимулирующих препаратов и микроудобрений. Внедрение данной стратегии позволит стабилизировать агрохимические свойства почвы, повысить урожайность сахарной свёклы и снизить экологическую нагрузку за счёт сокращения избыточного применения удобрений.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования профинансированы Министерством сельского хозяйства РК (BR 22885097 "Обеспечение рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в интенсивном земледелии на основе новых подходов в сохранении и воспроизводстве плодородия почв").

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. United Nations. Population [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <https://www.un.org/ru/global-issues/population>. - Data obrashcheniya: 25.06.2024.
2. Krause U., Koch H.-J., Maerlaender B. Soil properties effecting yield formation in sugar beet under ridge and flat cultivation// European Journal of Agronomy. – 2009. – Vol. 31, Issue 1. – P. 20–28.
3. Lebedeva M.P., Chizhikova N.P. Effect of fertilizers on agrochemical properties of soils and humus status// Eurasian Soil Science. – 2021. – Vol. 54, № 8. – P. 1041–1051.
4. Draycott A.P., Christenson D.R. Nutrient Management for Sugar Beet Production. – Wallingford: CABI Publishing, 2003. – P. 11–78.
5. Рекомендации по инновационным технологиям производства и хранения сахарной свёклы в условиях юго-востока Казахстана. – Астана, 2024. – 25 с.
6. Hans B., Vermeulen G.D., Tijink F.G.J., Koch H.-J., Märlander B. Analysis of soil characteristics, soil management and sugar yield on top and averagely managed farms growing sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in the Netherlands// Soil and Tillage Research. – 2011. – Vol. 117. – P. 61–68.
7. Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. – М.: ВНИИА, 2013. – 296 с.
8. Ильюшенко И.В. Оценка влияния агрохимических свойств чернозема обыкновенного на эффективность минеральных удобрений при внесении под сахарную свёклу// Плодородие. – 2014. – № 4. – С. 6–7.
9. Швыркина С.В. Влияние агрохимических свойств дерново-подзолистых и серых лесных почв на эффективность применения минеральных удобрений под картофель: автореф. дис. ... к.с.-х.н. – М.: ВНИИА, 2014. – 25 с.
10. Козеичева Е.С. Влияние агрохимических свойств почв Центрального Нечерноземья на эффективность азотных удобрений: автореф. дис. .. к.б.н. – М.: ВНИИА, 2011. – 23 с.
11. Ivanova E.A., Kudeyarov V.N. The role of organic matter in maintaining agrochemical soil properties// Eurasian Soil Science. – 2023. – Vol. 56, № 3. – P. 354–363. –
12. Shoba S.A., Khokhryakova O.N. Long-term effects of different fertilizer systems on soil fertility and crop yields// Agronomy Research. – 2021. – Vol. 19, № 3. – P. 1234–1245.
13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1962. – 491 с.
14. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 295 с.
15. Ермаков В.В. Гумусовое состояние почв и плодородие// Почвоведение. – 2015.
16. Тугушева А.А., Трофимов С.Я. Биологическая активность почв в зависимости от содержания гумуса// Агрохимия. – 2018. – №4. – С. 17–23.

17. Sun R., et al. Soil restoration using organic amendments: impact on water-soluble organic matter and microbial functions// *Applied Soil Ecology*. – 2019. – Vol. 139. – P. 85–93.
18. Lehmann J., Kleber M. The contentious nature of soil organic matter// *Nature*. – 2015. – Vol. 528. – P. 60–68.
19. Щедрин В.Н., Докучаева Л.М., Юркова Р.Е. Гумусное состояние различных типов почв при длительном орошении// *Научн. журн. Рос. НИИ проблем мелиорации*. – 2017. – № 4(28). – С. 1–19.
20. Molnar D., et al. Effects of nitrogen rates on yield and quality of sugar beet// *Field Crops Research*. – 2019. – Vol. 235. – P. 66–74.
21. Ukalska-Jaruga A., Siebielec G., Siebielec S., Pecio M. The impact of exogenous organic matter on wheat growth and mineral nitrogen availability in soil// *Agronomy*. – 2020. – Vol. 10. – P. 13–14.
22. Fixen P.E., et al. Phosphorus: agri-food systems and global sustainability// *Plant and Soil*. – 2015. – Vol. 396. – P. 1–4.
23. Shen J., et al. Phosphorus dynamics: from soil to plant// *Plant Physiology*. – 2011. – Vol. 156, № 3. – P. 997–1005.
24. Zörb C., Senbayram M., Peiter E. Potassium in agriculture – status and perspectives// *Journal of Plant Physiology*. – 2014. – Vol. 171, № 9. – P. 656–669.
25. Römheld V., Kirkby E.A. Research on potassium in agriculture: needs and prospects// *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. – 2010. – Vol. 173, № 4. – P. 565–572.
26. Пигорев И.Я., Кондратова Е. Влияние микроудобрений на урожай и качество сахарной свёклы// *Инновационная деятельность в модернизации АПК*. – 2017. – С. 116–120.
27. Wimmer M.A., Eichert T. Mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant development// *Plant and Soil*. – 2013. – Vol. 371, № 1–2. – P. 31–52.
28. Азаренко Ю.А. Содержание и распределение бора в почвах и растениях геохимических сопряженных ландшафтов лесостепи Ишим-Иртышского междуречья// *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 4. – С. 10.
29. Alloway B.J. Zinc in soils and crop nutrition. – Brussels: International Zinc Association (IZA), 2008. – P. 13–18.

REFERENCES

1. United Nations. Population [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <https://www.un.org/ru/global-issues/population> - Data obrashcheniya: 25.06.2024.
2. Krause U., Koch H.-J., Maerlaender B. Soil properties effecting yield formation in sugar beet under ridge and flat cultivation// *European Journal of Agronomy*. – 2009. – Vol. 31, Issue 1. – P. 20–28.
3. Lebedeva M.P., Chizhikova N.P. Effect of fertilizers on agrochemical properties of soils and humus status// *Eurasian Soil Science*. – 2021. – Vol. 54, № 8. – P. 1041–1051.
4. Draycott A.P., Christenson D.R. Nutrient Management for Sugar Beet Production. – Wallingford: CABI Publishing, 2003. – P. 11–78.
5. Rekomendatsii po innovatsionnym tekhnologiyam proizvodstva i khraneniya sakharnoy svyokly v usloviyakh yugo-vostoka Kazakhstana. – Astana, 2024. – 25 s.
6. Hans B., Vermeulen G.D., Tijink F.G.J., Koch H.-J., Märlander B. Analysis of soil characteristics, soil management and sugar yield on top and averagely managed farms

- growing sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in the Netherlands// *Soil and Tillage Research*. – 2011. – Vol. 117. – P. 61–68.
7. Sychev V.G., Shafran S.A. *Agrokhimicheskie svoystva pochv i effektivnost' mineral'nykh udobreniy*. – M.: VNIIA, 2013. – 296 s.
8. Il'yushenko I.V. *Otsenka vliyaniya agrokhimicheskikh svoystv chernozema obyknovennogo na effektivnost' mineral'nykh udobreniy pri vnesenii pod sakharnuyu svyoklu// Plodorodie*. – 2014. – № 4. – S. 6–7.
9. Shvyrkina S.V. *Vliyanie agrokhimicheskikh svoystv dernovo-podzolistykh i serykh lesnykh pochv na effektivnost' primeneniya mineral'nykh udobreniy pod kartofel': avtoref. dis. ... k.s.-kh.n.* – M.: VNIIA, 2014. – 25 s.
10. Kozeicheva E.S. *Vliyanie agrokhimicheskikh svoystv pochv Tsentral'nogo Nechernozem'ya na effektivnost' azotnykh udobreniy: avtoref. dis. .. k.b.n.* – M.: VNIIA, 2011. – 23 s.
11. Ivanova E.A., Kudeyarov V.N. *The role of organic matter in maintaining agrochemical soil properties// Eurasian Soil Science*. – 2023. – Vol. 56, № 3. – P. 354–363.
12. Shoba S.A., Khokhryakova O.N. *Long-term effects of different fertilizer systems on soil fertility and crop yields// Agronomy Research*. – 2021. – Vol. 19, № 3. – P. 1234–1245.
13. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv*. – M.: MGU, 1962. – 491 s.
14. Aleksandrova L.N., Naydenova O.A. *Laboratorno-prakticheskie zanyatiya po pochvovedeniyu*. – L.: Agropromizdat, 1986. – 295 s.
15. Ermakov V.V. *Gumusovoe sostoyanie pochv i plodorodie// Pochvovedenie*. – 2015.
16. Tugusheva A.A., Trofimov S.Ya. *Biologicheskaya aktivnost' pochv v zavisimosti ot sodержaniya gumusa// Agrokimiya*. – 2018. - №4. – S.17-23.
17. Sun R., et al. *Soil restoration using organic amendments: impact on water-soluble organic matter and microbial functions// Applied Soil Ecology*. – 2019. – Vol. 139. – P. 85–93.
18. Lehmann J., Kleber M. *The contentious nature of soil organic matter// Nature*. – 2015. – Vol. 528. – P. 60–68.
19. Shchedrin V.N., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E. *Gumusnoe sostoyanie razlichnykh tipov pochv pri dlitel'nom oroshenii// Nauchn. zhurn. Ros. NII problem melioratsii*. – 2017. – № 4(28). – S. 1–19.
20. Molnar D., et al. *Effects of nitrogen rates on yield and quality of sugar beet// Field Crops Research*. – 2019. – Vol. 235. – P. 66–74.
21. Ukalska-Jaruga A., Siebielec G., Siebielec S., Pecio M. *The impact of exogenous organic matter on wheat growth and mineral nitrogen availability in soil// Agronomy*. – 2020. – Vol. 10. – P. 13–14.
22. Fixen P.E., et al. *Phosphorus: agri-food systems and global sustainability// Plant and Soil*. – 2015. – Vol. 396. – P. 1–4.
23. Shen J., et al. *Phosphorus dynamics: from soil to plant// Plant Physiology*. – 2011. – Vol. 156, No. 3. – P. 997–1005.
24. Zörb C., Senbayram M., Peiter E. *Potassium in agriculture – status and perspectives// Journal of Plant Physiology*. – 2014. – Vol. 171, No. 9. – P. 656–669.
25. Römheld V., Kirkby E.A. *Research on potassium in agriculture: needs and prospects// Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. – 2010. – Vol. 173, №4. – P.565–572.

26. Pigorev I.Ya., Kondratova E. Vliyanie mikroudobreniy na urozhay i kachestvo sakharnoy svyokly// Innovatsionnaya deyatel'nost' v modernizatsii APK. – 2017. – S. 116–120.

27. Wimmer M.A., Eichert T. Mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant development// Plant and Soil. – 2013. – Vol. 371, № 1–2. – P. 31–52.

28. Azarenko Yu.A. Soderzhanie i raspredelenie bora v pochvakh i rasteniyakh geokhimicheskikh sopryazhennykh landshaftov lesostepi Ishim-Irtyshskogo mezhdurech'ya// Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2017. – № 4. – S. 10.

29. Alloway B.J. Zinc in soils and crop nutrition. – Brussels: International Zinc Association (IZA), 2008. – P. 13–18.

ТҮЙІН

Р.Х. Рамазанова¹, Қ.К. Мұсаева^{1*}, Н.С. Әсімжанов¹, З.А. Зәріп¹, А.К. Абай¹
ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫНДА ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫН ӨСІРУ КЕЗІНДЕ
БИОСТИМУЛЯТОРЛАР МЕН МИКРОТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ АШЫҚ СҰР
ТОПЫРАҚТЫҢ АГРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

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

*e-mail: mkuralai_97@mail.ru

Бұл жұмыста Жамбыл облысының ашық сұр топырақтарында жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген, онда қант қызылшасына негізгі минералдық қоректену аясында биостимуляторлар мен микротыңайтқыштарды жапырақ арқылы енгізу кезінде топырақтың агрохимиялық қасиеттерінің өзгеруі қарастырылды. Өсімдіктерді жапырақ арқылы *Amino Turbo*, *Acadian goldstar*, *Everbest Amino* биостимуляторларымен және *Boromol*, *Nitrogeno*, *Terra Organico* микротыңайтқыштарымен өсудің әртүрлі фазаларында өңдеудің топырақтың агрохимиялық көрсеткіштеріне жанама әсері анықталды. Оларды қолдану суға еритін көміртек үлесін арттыруға ықпал ететіні көрсетілді. Қосымша жапырақ арқылы қоректендіру өсімдіктердің вегетация кезеңінде қоректік элементтердің максималды сіңірілуіне дейін азот пен фосфордың қолжетімді түрлерінің, сондай-ақ калийдің мөлшерін арттыруға мүмкіндік берді, бұл тамыржемістердің қосымша өнімін қамтамасыз етеді. Микроэлементтердің фазалық сезімталдығы байқалды: борды бір рет фондық енгізу жеткілікті, ал мырыш екі рет қолдануды қажет етеді. Ұсынылған схема – себу алдында НРК-фоны; 2–3 және 6–8 жапырақ фазасында *Amino turbo* және *Boromol*; қатар жапырақтану кезінде *Nitrogeno* және *Terra organico* – қоректік заттардың біркелкі түсуі мен сақталуын қамтамасыз етеді. Алынған деректер қант қызылшасын ашық сұр топырақтарда өсіру кезінде биостимуляторлар мен микротыңайтқыштарды қолданудың кешенді жапырақ қоректендіру схемасын енгізудің мақсатқа сай екенін растайды.

Түйінді сөздер: сұр топырақ, агрохимиялық көрсеткіштер, гумус, тыңайтқыш, минералдық қоректену, қоректік элементтер, қант қызылшасы.

SUMMARY

R.Kh. Ramazanova¹, K.K. Mussayeva^{1*}, N.S. Asimzhanov¹, Z.A. Zarip¹, A.K. Abay¹
AGROCHEMICAL PROPERTIES OF LIGHT SIEROZEM UNDER THE APPLICATION OF
BIOSTIMULANTS AND MICRONUTRIENTS DURING SUGAR BEET
CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF ZHAMBYL REGION

¹*Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after
U.U. Usпанov, 050060, Almaty, Al-Farabi Ave., 75 B, Kazakhstan,
e-mail: mkuralai_97@mail.ru

This study presents the results of research conducted on light sierozem soils of the Zhambyl region, focusing on changes in the agrochemical properties of the soil when applying foliar feeding of sugar beet plants with biostimulants and micronutrients against the background of basic mineral nutrition. An indirect effect of foliar treatment with the biostimulants Amino Turbo, Acadian goldstar, Everbest Amino and the micronutrients Boromol, Nitrogeno, and Terra Organico, applied at various growth stages, on the agrochemical indicators of the soil was identified. It was shown that their use increases the proportion of water-soluble carbon. Additional foliar feeding with biostimulants and micronutrients contributed to an increase in the content of available forms of nitrogen and phosphorus up to the maximum nutrient uptake, and potassium during the vegetation period, which ensures an additional yield of root crops. Micronutrients showed phase sensitivity: boron is sufficient to apply once as a background treatment, while zinc requires two applications. The proposed scheme – NPK background before sowing; Amino Turbo and Boromol at the 2–3 and 6–8 leaf stages; Nitrogeno and Terra Organico at row closure – ensures uniform supply and retention of nutrients. The obtained data confirm the feasibility of applying a comprehensive foliar feeding scheme using biostimulants and micronutrients when cultivating sugar beet on light sierozem soils.

Keywords: sierozem, agrochemical indicators, humus, fertilizer, mineral nutrition, nutrients, sugar beet.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Рамазанова Раушан Хамзаевна - Председатель Правления, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2059-709X>, e-mail: raushasoil88@mail.ru

2. Мусаева Куралай Кенжебайкызы - старший инженер-почвовед отдела мелиорации засоленных почв, магистр сельскохозяйственных наук, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7348-1720>, e-mail: mkuralai_97@mail.ru

3. Асимжанов Нурбол Сакенулы- старший инженер-почвовед отдела мелиорации засоленных почв, магистр сельскохозяйственных наук, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-2494-5895>, e-mail: asimzhanov.nurbol@mail.ru

4. Зарип Закир Асылбекулы- старший инженер-почвовед отдела мелиорации засоленных почв, магистр сельскохозяйственных наук, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0180-5359>, e-mail: zakir0802@mail.ru

5. Абай Аян Кумисбекулы - младший научный сотрудник отдела плодородия и биологии почв, магистр сельскохозяйственных наук, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9470-9229>, e-mail: rjaad@mail.ru