

A.S. Zhunussova*¹, A.S. Rsaliyev², A.T. Sarbayev³, E.S. Abildaev¹, K.R. Khidirov¹

¹Kazakh national agrarian research university, Almaty, Republic of Kazakhstan,

jmarikoza@mail.ru*, yerzhan.abildayev@kaznaru.edu.kz, kenzhali0569@mail.ru

²QazBioPharm National Holding JSC, Astana, Republic of Kazakhstan, aralbek@mail.ru

³Kazakh scientific research institute of agriculture and plant growing,

Almaty, Republic of Kazakhstan, kizamans2@mail.ru

EVALUATION OF ECONOMIC-VALUABLE TRAITS OF BARLEY VARIETIES RESISTANT TO FUNGAL DISEASES

Abstract

The national economic importance of barley is determined by its universal use. Barley is affected by many leaf spot diseases. Among fungal diseases, the yield and quality of barley are affected by net spot (*Pyrenophora teres*) and powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*). Barley resistance to diseases is polygenic, i.e. it is assessed by non-specific horizontal and oligogenic specific vertical resistance to certain races. One of the important tasks of selection is the creation of disease-resistant varieties. In the period 2020-2023, under the conditions of an artificial infectious background of the "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing", commercial and collection 216 varieties-samples of winter and spring barley from the competitive variety testing nursery were studied, their economically valuable traits were assessed in field and laboratory conditions. During the study, the elements of the yield structure of barley varieties-samples resistant to diseases (weight of 1000 grains, ear productivity, ear graininess, weight of grain from one ear and yield) were comparatively studied.

The article is aimed at the analysis of economically valuable traits of barley varieties-samples resistant to fungal diseases.

Key words: barley, variety samples, pathogen, spotting, bushiness, resistance, yield.

МРНТИ 68.33.29

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/27>

М.Б. Рустем¹, А.А. Сардар², Ж.С. Тилеубаева*¹, Қ. Фалымбек³, Д.И. Калдыбаева²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г., Алматы, Республика Казахстан, moldirrustem67@gmail.com, tileubayeva_kz@mail.ru*

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г., Алматы, Республика Казахстан, sardar.ayzhan@mail.ru, dinara.kaldybayeva@kaznaru.edu.kz

³Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г., Алматы, Республика Казахстан, kanat.galymbek@mail.ru

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Аннотация

Ячмень – ценная зерновая, продовольственная и техническая культура, его зерно широко используется в пищевых и кормовых целях.

Повышение урожайности и качества зерновых культур, в том числе ярового ячменя, является основой экономической устойчивости сельскохозяйственных предприятий. Устойчивый рост производства зерна сегодня связан с интенсификацией технологического процесса возделывания, направленного на создание высокопродуктивных посевов, повышение качества зерна при сохранении экологической безопасности, снижение ресурсо- и энергозатрат. Ячмень требователен к почвенному плодородию. Это обусловлено его

биологическими особенностями: интенсивным накоплением органического вещества за короткий период времени и относительно слабым развитием корневой системы. Известно, что для выращивания стабильных урожаев ярового ячменя с высокими показателями качества зерна важно обеспечить растения элементами питания с самого начала вегетации за счет внесения минеральных удобрений. Эффективному и рациональному применению удобрений, оптимизации сроков, способов и доз уделяется особое внимание. В статье представлены экспериментальные данные по вегетации и урожайности зерна ярового ячменя в зависимости от применения разных норм минеральных удобрений и способов основной обработки почвы.

Ключевые слова: ячмень, почва, удобрение, урожайность, качество зерна.

Введение

Яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.) является одной из ведущих зернофуражных и продовольственных культур, занимающая четвертое место в мире после пшеницы, риса и кукурузы, выращивают во всех странах мира. В конце XX века посевные площади ячменя в мировом сельском хозяйстве составляли 97,7 млн. га. На ячмень приходится более 12% мировых зерновых культур [1, 2]. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) за 2020 год, ячмень является четвертой в мире по посевной площади - 51,6 млн га. В условиях производства ячмень может давать высокую урожайность зерна - до 5,0 т/га, а интродуцированные позже сорта ячменя имеют урожайность 6-7 т/га [3]. Анализ динамики выращивания ячменя в рамках мировых значений в период с 2015 по 2020 годы выявил колебание объемов посевов до 3,8 млн га. В 2015 году ячменем было занято 49,8 млн га посевных площадей во всем мире. Сейчас площадь посевов ячменя в мире составляет 82 млн га, в том числе в Казахстане - 2,5 %. В республике посевы ячменя ранее занимали более 7 млн. га. В настоящее время ячмень занимает наибольшую площадь среди зернофуражных культур в стране - до 2 млн. га. [4, 5]. В среднем за пять лет валовой сбор зерна составил 2342 тыс. тонн при средней урожайности ячменя 13,1 ц/га, а в 2016 году отмечено увеличение урожайности зерна до 17,3 ц/га. Ячмень – важнейшая продовольственная, кормовая и техническая культура [6]. В его зерне содержится 10-12 % сырого протеина, 2,0-2,2 % жира, 4,5-6,0 % клетчатки, 60-66 % без азотистых экстрактивных веществ - 63,8 %, сухого вещества – 85 %, золы - 2,8-3,5 % [7, 8]. Состав золы очень разнообразен. В нем содержатся необходимые растениям питательные вещества, такие как калий, фосфор, кальций, магний, железо, а также многие микроэлементы (молибден, бор, медь, сера, цинк, кремний и др.). Важнейший показатель качества зерна - содержание белка в зерне. От содержания его аминокислотного состава и физико-химических свойств зависит качество зерна злаковых культур, его питательная или кормовая ценность. Зерно ячменя содержит много белка и крахмала и является очень полезным продуктом питания. Белок ячменя содержит целый набор незаменимых аминокислот, в том числе тех, которых особенно не хватает – лизина, триптофана. Основной характеристикой качества кормового и крупяного зерна является содержание в нем сырого белка. Большая кормовая ценность ячменя в значительной мере определяется наличием лизина и других незаменимых аминокислот [9, 10].

Эффективное производство зерновых культур, включая ячмень, во многом зависит от применяемой агротехники, особенно рациона. Были проведены многочисленные испытания, которые подтвердили, что правильный и сбалансированный рацион зерновых культур имеет важное значение для повышения урожая и качества и может напрямую и косвенно влиять на эффективность других агротехнических мер [11-13]. Основные питательные вещества, такие как азот, фосфор, калий, сера и магний, являются важнейшими элементами во многих процессах развития растения и формирования урожая, но помимо этих элементов, микроэлементы также играют большую роль в качестве конечного продукта. Азотные удобрения влияют на урожайность и качество получаемого зерна. Наличие фосфора в почве в достаточном количестве позволяет сформировать мощную корневую систему и крупный колос, кроме того, значительно улучшается качество получаемого зерна [14, 15].

Методы и материалы

Объектом исследований являются светло-каштановая богарная почва, расположенная на предгорно-наклонной равнине северного склона Илийского Алатау. Равнина имеет общий уклон в северном направлении от Илийского Алатау.

Почва опытного участка – светло-каштановая, которая характеризуется достаточно четкой дифференциацией профиля на генетические горизонты при мощности гумусового горизонта (А+В) в среднем 60-70 см и наличием элювиального карбонатного горизонта с 70-90 до 110 см. Гранулометрический состав – средний суглинок. Водопроницаемость почвы составляет 76 мм. Пахотные почвы имеют более распыленную структуру по сравнению с целинными аналогами и меньшее содержание гумуса в верхнем горизонте, колеблющемся в основном в пределах 1,6-1,9 %, при содержании на целине – 2,2-2,4 %.

Общая площадь делянки – 405 м², учетная – 405 м². Повторность – трехкратная, варианты располагались рендомизировано. В опыте применялись 3 системы основной обработки почвы под возделываемые культуры: вспашка на 20-22 см, плоскорезная обработка на 10-12 см, нулевая обработка [15]. В опыте использовали варианты с применением разных норм минеральных удобрений N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₃₀, N₉₀P₉₀K₃₀ и сорт ярового ячменя Сымбат.

При выполнении аналитических работ используются общепринятые в почвоведении и земледелии методы анализа почв согласно ГОСТу 26204 - 84 и ГОСТу 26213 - 84.

В научно-исследовательской работе применялись следующие методики исследований почв: общий гумус определялся по И. В. Тюрину в модификации В. Н. Симакова; нитратный азот – по Грандваль – Ляжу; подвижный фосфор по Б. П. Мачигину; обменный калий по Б. П. Протасову [24].

Результаты и обсуждение

В мировом земледелии, в том числе и в нашей стране проводятся многочисленные исследования по вопросам использования минеральных удобрений в плане повышения урожаев полевых культур и их качества. Минеральные удобрения необходимы для обеспечения питательными веществами, в то время как первичная обработка почвы влияет на структуру почвы, аэрацию и удержание влаги.

Основные факторы, влияющие на уровень урожайности ячменя - наличие влаги и питательных веществ в наиболее ответственные периоды роста и развития растений. Содержание нитратного азота в почве весьма изменчиво. Причиной его высокой подвижности является целый ряд факторов: микробиологические процессы, гранулометрический состав, физико-химические свойства почвы, погодные условия в период вегетации, а также вид выращиваемой культуры. Содержание нитратного азота в почве во многом зависит от погодных условий. В результате проведенных исследований установлено, что в посевах ярового ячменя после использования азотной подкормки в фазу кущения максимальные его содержания в почве за период вегетации культуры было выявлено в фазу выхода в трубку – 22-45 мг/кг почвы, этот показатель выше значений в остальные фазы развития на 2-9 мг/кг почвы. От фазы всходов до фазы кущения ярового ячменя наблюдалось снижение содержания нитратного азота в почве по всем вариантам опыта. Обеспеченность ярового ячменя в течении вегетации на изучаемых агроприемах была в основном очень низкой и низкой и в отдельных случаях средней (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика содержания нитратного азота (мг/кг) в светло-каштановой почве в период вегетации ярового ячменя в зависимости от применения разных норм минеральных удобрений и способов основной обработки

Культура	Способы основной обработки почвы	Нормы минеральных удобрений	Фаза всходы	Фаза кущение	Фаза выхода в трубку	Фаза колошение	Фаза молочной спелости зерна
Яровой ячмень	В-20-22 см	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	25	10	22	17	20
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	33	11	30	22	26
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	27	10	42	26	39

сорт Сымбат	П-10-12 см	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	29	11	31	24	29
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	28	8	38	30	34
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	26	9	45	36	43
	Без обработки	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	37	10	26	18	24
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	32	12	33	29	31
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	36	11	40	35	38
Средний			32	10	33	26	31
Минимальный			25	8	22	17	20
Максимальный			37	12	45	35	38
Примечание: В – вспашка; П – плоскорезная обработка							

Азот является основным ограничивающим фактором, влияющими на рост и урожайность ячменя. Оптимизация внесения азота имеет решающее значение для повышения урожайности ячменя и эффективности использования азота при минимизации негативного воздействия его интенсивного внесения на здоровье человека и окружающую среду. Однако реакция урожайности на нормы внесения азота различается при разных условиях орошения из-за взаимодополняющей взаимосвязи между азотом и водой. Поэтому жизненно важно изучить влияние различных норм внесения азота на улучшение роста и урожайности ячменя как при полном, так и при дефицитном орошении, чтобы выбрать наилучший вариант управления полем, тем самым повышая устойчивость сельского хозяйства.

Содержание подвижного фосфора в почве определяется минералогическим составом почвообразующих материнских пород, составом вносимых удобрений. На количество подвижного фосфора в почве существенное влияние оказывают: влажность почвы, ее температурный режим. Резкие колебания содержания влаги в пахотном слое почвы могут привести к увеличению содержания труднорастворимых форм, а оптимальные условия увлажнения способствуют увеличению подвижных форм фосфора в почве.

Изучение применяемых в опыте системы удобрения показало, что максимальные значения подвижного фосфора обнаружены на вариантах с внесением Р₉₀ при посеве ярового ячменя при отвальном способе, плоскорезной и нулевой обработках почвы – 53 мг/кг, 56 мг/кг, 55 мг/кг. В дальнейшем происходило достоверное снижение с достижением минимальных показателей в фазу восковой спелости зерна ярового ячменя – 39 мг/кг, 43 мг/кг, 45 мг/кг почвы. Использование норм минеральных удобрений Р₆₀ и Р₉₀ увеличивали содержание подвижного фосфора в 0-30 см слое почвы по сравнению с нормой Р₃₀ соответственно на 7-9 мг/кг и 15-20 мг/кг в фазу всходов, в фазу кущения – на 5-9 мг/кг и 11-19 мг/кг, в фазу выхода в трубку – 5-9 мг/кг и 10-18 мг/кг, в фазу колошения – 3-10 мг/кг и 9-17 мг/кг, в фазу восковой спелости зерна - 4-8 мг/кг и 9-16 мг/кг (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика содержания подвижного фосфора (мг/кг) в светло-каштановой почве в период вегетации ярового ячменя в зависимости от применения разных норм минеральных удобрений и способов основной обработки

Культура	Способы основной обработки почвы	Нормы минеральных удобрений	Фаза всходы	Фаза кущение	Фаза выхода в трубку	Фаза колошение	Фаза восковой спелости зерна
Яровой ячмень сорт Сымбат	В-20-22 см	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	37	35	33	29	26
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	44	42	40	37	33
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	53	49	45	41	39
	П-10-12 см	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	41	40	38	36	34
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	49	45	43	39	38
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	56	51	48	45	43
	Без обработки	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	35	33	32	30	29
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	44	42	41	40	37
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	55	52	50	47	45
Средний			44	42	41	37	34

Минимальный	37	33	32	29	26
Максимальный	56	52	50	47	45

Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, особенно потребляющих большое количество калия, наряду с азотными и фосфорными удобрениями важная роль принадлежит минеральным калийным удобрениям. Содержание калия в почве может сильно изменяться и зависит от состава минералов, почвообразующих процессов, гранулометрического состава и погодных условий.

Максимальные содержания обменного калия в почве наблюдалось в начале вегетации ярового ячменя после осеннего внесения хлористого калия под изучаемые способы обработки почвы и варьировало в среднем за 3 года в пределах 282-383 мг/кг. В дальнейшем, в течение вегетации культуры его количество в почве значительно снизилось и составило на вспашке - 229-260 мг/кг, плоскорезной обработке – 256-297 мг/кг, без обработки – 246-286 мг/кг (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика содержания обменного калия (мг/кг) в светло-каштановой почве в период вегетации ярового ячменя в зависимости от применения разных способов основной обработки и норм минеральных удобрений

Культура	Способы основной обработки почвы	Нормы минеральных удобрений	Фаза всходы	Фаза кущение	Фаза выхода в трубку	Фаза колошение	Фаза молочной спелости зерна
Яровой ячмень сорт Сымбат	В-20-22 см	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	282	271	254	240	229
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	352	329	316	269	237
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	334	305	292	276	260
	П-10-12 см	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	337	303	288	271	256
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	378	355	341	317	297
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	322	307	293	276	257
	Без обработки	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	319	309	298	279	246
		N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	383	364	348	319	285
		N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	347	327	315	302	286
Средний			337	327	315	279	260
Минимальный			282	271	254	240	229
Максимальный			378	364	341	319	297

Структура урожая ячменя определяется погодным условиям вегетационного периода, внесением минеральных удобрений и способами основной обработки почвы. Для максимизации урожайности необходимо понимание взаимодействия между удобрениями и методами обработки почвы. В наших исследованиях количество продуктивных стеблей изменялось в пределах 204-287 шт./м² при наибольшем значении при внесении N₆₀P₆₀K₃₀ по нулевой обработке почвы - 287 шт./м² и наименьшем – с применением нормы N₃₀P₃₀K₃₀ со вспашкой - 204 шт./м². Лучшие показатели по высоте растений получены при применении вспашки с N₆₀P₆₀K₃₀ и при плоскорезной обработке почвы с N₉₀P₉₀K₃₀ по 65 см, на других агрофонах колебалась в диапазоне 58-64 см. Внесение удобрений улучшило высоту растений, количество побегов и вес зерна по сравнению с контролем. Длина колоса находилась в интервале 6,8-7,8 см и максимальная формировалась при внесении нормы N₆₀P₆₀K₃₀ с нулевой обработкой почвы - 7,8 см, а минимальная – при норме N₉₀P₉₀K₃₀ со вспашкой и N₃₀P₃₀K₃₀ с нулевой обработкой почвы - по 6,8 см. Нормы минеральных удобрений и способы основной обработки почвы не оказали влияния на число зерен в колосе и она была на узком уровне 17-20 шт. Масса 1000 зерен была в пределах 24,2-35,5 г с наибольшим показателем при применении N₆₀P₆₀K₃₀ с нулевой обработкой почвы (35,3 г) и наименьшим - с использованием N₆₀P₆₀K₃₀ со вспашкой - 24,2 г и по остальным вариантам в интервале 31,1-33,8 г (таблица 4).

Таблица 4 – Структура урожая ярового ячменя сорта Сымбат в зависимости от применения разных норм минеральных удобрений и способов основной обработки почвы

Приемы обработки почвы	Фон удобрения	Показатели				
		число продукт. стеблей, шт./м ²	высота растений, см	длина колоса, см	число зерен в колосе, шт.	масса 1000 зерен, г
Вспашка на 20-22 см	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	204	63	7,0	19	33,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	239	65	7,7	20	24,2
	N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	273	64	6,8	19	31,2
Плоскорезная обработка на 10-12 см	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	245	64	7,3	18	31,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	265	63	7,4	18	32,7
	N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	250	65	7,1	19	32,6
Нулевая обработка	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	222	60	6,8	17	33,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	287	61	7,8	19	35,3
	N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	266	58	7,3	20	32,7
Средний		250	63	7,0	19	32,7
Минимальный		204	58	6,8	17	24,2
Максимальный		287	65	7,8	20	35,3

Исследования проводились в годы с контрастными метеорологическими условиями, которые по-разному влияли на рост и развитие ярового ячменя. В 2023 году посев ярового ячменя проводился в первой декаде апреля при температуре воздуха 11,2 °С. Потепление наблюдалось во второй декаде текущего месяца: температура поднялась до 13,7°С, что выше среднемноголетнего значения 11,9°С. Теплая погода в этой декаде способствовала быстрому появлению всходов ячменя. В третьей декаде месяца температура снизилась. Средняя температура воздуха ночью достигла самого низкого значения за месяц - 9,0 °С. Последний весенний месяц характеризовался повышением температуры (18,0-18,4 °С) в первой-второй декаде и понижением на 2,1 °С (16,3 °С) в третьей декаде. Во второй декаде мая температура воздуха находилась практически на среднемноголетнем уровне. В целом май был на 3,0 °С теплее обычного. Количество осадков в этом месяце составило 64,0 мм, что составило 94 процента от нормы. В третьей декаде мая осадков выпало очень мало - всего 25,6 мм, в этот период роста и созревания ярового ячменя возникает засуха, низкая атмосферная влажность (58%), испытывает стресс из-за отсутствия обильных осадков. Сезон характеризовался повышением температуры и особенно жаркой погодой в первую декаду (22,9 °С). Данное обстоятельство отрицательно повлияло на развитие растений. Количество осадков в этом месяце составило всего 3,0 мм, или 19,9% от многолетней нормы.

Выводы

Сорт ярового ячменя Сымбат, известный своей адаптивностью и потенциалом урожайности, зависит от агрономических приемов, таких как внесение минеральных удобрений и методов обработки почвы. Понимание того, как различные нормы внесения минеральных удобрений и методы первичной обработки почвы влияют на структуру урожайности, может оптимизировать производство и эффективность использования ресурсов. Минеральные удобрения обеспечивают необходимые питательные вещества, которые имеют решающее значение для роста и развития растений ячменя. Норма внесения этих удобрений может существенно влиять на компоненты урожайности. Адекватное внесение азотных удобрений увеличивает количество зерен на колос, способствуя кущению и развитию колосков. Оптимальные уровни фосфора и калия способствуют наполнению зерна, увеличивая массу 1000 зерен, что является критическим фактором, определяющим урожайность.

Исследование показывает, что как нормы внесения минеральных удобрений, так и методы обработки почвы значительно влияют на структуру урожая ярового ячменя.

Оптимальное внесение удобрений повышает доступность питательных веществ, в то время как правильная обработка почвы улучшает рост корней и состояние почвы.

На структуру урожая сорта ярового ячменя Сымбат существенное влияние оказывают нормы внесения минеральных удобрений и методы первичной обработки почвы. Оптимизируя эти агрономические приемы, фермеры могут повысить урожайность, улучшить эффективность использования ресурсов и способствовать устойчивому сельскохозяйственному производству.

Литературы

1. Ivanova J., Fomina M., Belousov S., Sharapova N. Comprehensive assessment of *Hordeum vulgare* in the northern forest-steppe of the Tyumen region // International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture” (FSRAABA 2021). – BIO Web Conf. – 2021. – Volume 36. – P.1-4. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213601020>
2. Meixue Zh. Barley Production and Consumption // Genetics and Improvement of Barley Malt Quality. – P. 1-17. DOI:[10.1007/978-3-642-01279-2_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-01279-2_1)
3. FAO. 2022. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>.
4. Lammas M.E., Shitikova A.V. Spring barley is a promising crop in agricultural production // International Scientific and Practical Conference “AGRONOMY – 2024” (AgriScience2024). BIO Web Conf. – 2024. – Volume 139. – P.6-11. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413901012>
5. Sanina N.V. The productivity and spring barley grain quality depending on mineral fertilizer systems // BIO Web Conf. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). – 2020. – Volume 27. – P. 1-4. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700049>.
6. Сабитова , А., Сулейманова Г., Сарбаев А., Кизилдениз Т. Основные показатели селекционных сортообразцов ярового ячменя в условиях алматинской области // Исследования. – 2024. - №2(102). – С.96-107. <https://doi.org/10.37884/2-2024/10>
7. Mirosavljevic M., Momčilovic V., Mikic S., Trkulja D.^a, Brbaklić L., Miroslav Z. Changes in stay-green and nitrogen use efficiency traits in historical set of winter barley cultivars // Field Crops Research. – 2020. – Vol. 249. – P.8-16. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107740>
8. Abebe A., Getawey G., Tesfaye A., Alemu L. Performance evaluation and stability analysis of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties for yield and quality traits in Eastern Amhara, Ethiopia // *CABI Agriculture and Bioscience*. – 2021. – Vol. 2. - Article number: 31. – P.16-28. <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00051-w>
9. Piskareva L.A., Cheverdin A.Yu. Productivity and quality indicators of grain barley depending on variety features and level of mineral nutrition // Journal of Agriculture and Environment. – 2021. – N.1 (17). – P. 2-6. <https://doi.org/10.54596/2309-6977-2021-3-118-126>.
10. Красницкий В.М, Бобренко И.А, Шмидт А.Г, Матвейчик О.А. Агротехническая диагностика потребности полевых культур в азотных удобрениях // Плодородие. – 2020. – №1. – С.40-44. DOI: [10.25680/S19948603.2020.117.13](https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.117.13).
11. Nikolaev P.N., Yusova O.A. Breeding achievement of the omsk agricultural scientific center - perspective spring barley variet Omskiy 102 // Vestnik of M.Kozybayev North Kazakhstan University. – 2022. – N.3 (52). – P. 118-126. <https://doi.org/10.54596/2309-6977-2021-3-118-126>.
12. Mitrofanov D.V., Tkacheva T.A. Influence of abiotic environmental factors on agricultural technology of barley cultivation in the steppe zone of the Southern Urals // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. AGRITECH – 2022. –N.6. – P.1-6. – 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/2/022032>.
13. Гузенко А.Ю., Солонкин А.В. Гузенко А.В. Изучение отзывчивости сортов ячменя на дополнительные подкормки // Научно-агрономический журнал. – 2022. – №1 (116). – С. 33-40. DOI: [10.34736/FNC.2022.116.1.006.33-40](https://doi.org/10.34736/FNC.2022.116.1.006.33-40).

14. Левакова О.В. Вариабельность элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2022. – №23(3). – С.327-333. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

15. Артемьев А.А., Гурьянов А.М. Изменение агрохимических показателей чернозема, выщелоченного под влиянием дифференцированного применения минеральных удобрений // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2019. – №20(2). – С.144-152. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.144-152> УДК 631.452:631.816:631.153.3.

16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для выс. с.-х. уч. заведений / Б.А. Доспехов. – Стереотипное издание. Перепечатка с 5-го изд., доп. и переработ., 1985 г. – Москва: Альянс, 2011. – 351 с.

References

1. Ivanova J., Fomina M., Belousov S., Sharapova N. Comprehensive assessment of *Hordeum vulgare* in the northern forest-steppe of the Tyumen region // International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture” (FSRAABA 2021). – BIO Web Conf. – 2021. – Volume 36. – P.1-4. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213601020>

2. Meixue Zh. Barley Production and Consumption // *Genetics and Improvement of Barley Malt Quality*. – P. 1-17. DOI:10.1007/978-3-642-01279-2_1.

3. FAO. 2022. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>.

4. Jasvinder, S., Mahal, S.S.& Manahas, S.S. (2016): Effect of Agronomic practices on Growth, Grain Yield, Malt yield losses of Barley (*Hordeum vulgare* L.) – *Journal of Agricultural Physics*.- Vol.12. – N.01. –P.3-8. DOI: [10.17707/AgricultForest.62.1.30](https://doi.org/10.17707/AgricultForest.62.1.30).

5. Sanina N.V. The productivity and spring barley grain quality depending on mineral fertilizer systems // BIO Web Conf. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). – 2020. – Volume 27. – P. 1-4. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700049>.

6. Sabitova, A. ., Sulejmanova, G. ., Sarbaev, A. ., & Kizildeniz, T. Osnovny`e pokazateli selekcionny`x sortoobrazczov yarovogo yachmenya v usloviyax almatinskoj oblasti. *Izdenister Natigeler*, (2 (102), 96–107. <https://doi.org/10.37884/2-2024/10>

7. Miroslav Z. Changes in stay-green and nitrogen use efficiency traits in historical set of winter barley cultivars // *Field Crops Research*. – 2020. – Vol. 249. – P.8-16. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107740>

8. Abeledo L.G., Calderini D.F., Slafer G.A. Nitrogen economy in old and modern malting barleys // *Field Crop. Res.* 2018. – P.171-178. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.11.006>.

9. Piskareva L.A., Cheverdin A.Yu. Productivity and quality indicators of grain barley depending on variety features and level of mineral nutrition // *Journal of Agriculture and Environment*. – 2021. – N.1 (17). – P. 2-6. <https://doi.org/10.54596/2309-6977-2021-3-118-126>.

10. Krasniczkij V.M, Bobrenko I.A, Shmidt A.G, Matvejchik O.A. Agrotexnicheskaya diagnostika potrebnosti polevy`x kul`tur v azotny`x udobreniyax // *Plodorodie*. – 2020. – №1. – S.40-44. DOI: [10.25680/S19948603.2020.117.13](https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.117.13).

11. Nikolaev P.N., Yusova O.A. Breeding achievement of the omsk agricultural scientific center - perspective spring barley variety Omskiy 102 // *Vestnik of M.Kozybayev North Kazakhstan University*. – 2022. – N.3 (52). – P. 118-126. <https://doi.org/10.54596/2309-6977-2021-3-118-126>.

12. Mitrofanov D.V., Tkacheva T.A. Influence of abiotic environmental factors on agricultural technology of barley cultivation in the steppe zone of the Southern Urals // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. AGRITECH* – 2022. –N.6. – P.1-6. – 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/2/022032>.

13. Guzenko A.Yu., Solonkin A.V. Guzenko A.V. Izuchenie otzy`vchivosti sortov yachmenya na dopolnitel`ny`e podkormki // *Nauchno-agronomicheskij zhurnal*. – 2022. – №1 (116). – S. 33-40. DOI: [10.34736/FNC.2022.116.1.006.33-40](https://doi.org/10.34736/FNC.2022.116.1.006.33-40).

14. Levakova O.V. Variabel`nost` e`lementov struktury` urozhaya yarovogo yachmenya v zavisimosti ot gidrotermicheskix uslovij vegetacii // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2022. – №23(3). – S.327-333. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333yu>

15. Artem`ev A.A., Gur`yanov A.M. Izmenenie agroximicheskix pokazatelej chernozema, vy`shhelochennogo pod vliyaniem differencirovannogo primeneniya mineral`ny`x udobrenij // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2019. – №20(2). – S.144-152. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.144-152> UDK 631.452:631.816:631.153.3.

16. Dospexov B.A. Metodika polevogo opy`ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul`tatov issledovaniy): ucheb. dlya vy`s. s.-x. uch. zavedenij / B.A. Dospexov. – Stereotipnoe izdanie. Perepchatka s 5-go izd., dop. i pererabot., 1985 g. – Moskva: AI`yans, 2011. – 351 s.

М.Б. Рустем¹, А.А. Сардар², Ж.С. Тилеубаева^{*1}, Қ. Галымбек³, Д.И. Калдыбаева²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, moldirrustem67@gmail.com, tileubayeva_kz@mail.ru*

²Қазақ ұлттық аграрлық ғылыми-зерттеу университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, sardar.ayzhan@mail.ru, dinara.kaldybayeva@kaznaru.edu.kz

³Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, kanat.galymbek@mail.ru

АРПАНЫҢ КӨКТЕМГІ СОРТТАРЫНЫҢ ШЫҒЫМДЫЛЫҒЫ МЕН САПАСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУҒА МИНЕРАЛДЫҚ ТАМАҚТАНУДЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Арпа – бағалы астық, азық-түлік және өнеркәсіп дақылдары, оның дәні азық-түлік және жемшөп мақсатында кеңінен қолданылады. Астықты, оның ішінде арпаны тиімді өндіру көп жағдайда қолданбалы ауыл шаруашылығы технологиясына, әсірине рационға байланысты. Дәнді дақылдардың, оның ішінде көктемгі арпаның шығымдылығы мен сапасын арттыру ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының экономикалық тұрақтылығының негізі болып табылады. Бүгінгі күні астық өндірудің тұрақты өсуі жоғары өнімді дақылдарды құруға, экологиялық қауіпсіздікті сақтау кезінде астық сапасын жақсартуға, ресурстық және энергия шығындарын азайтуға бағытталған өсірудің технологиялық процесінің қарқын алуымен байланысты. Астық сапасының жоғары көрсеткіштері бар көктемгі арпаның тұрақты өнімділігін өсіру үшін өсімдіктерді вегетациялық маусымның басынан бастап минералды тыңайтқыштар қолдану арқылы қоректік заттармен қамтамасыз ету маңызды екені белгілі. Мақалада жаздық арпаның өсімдіктері мен дәнді дақылдарының шығымдылығы туралы минералдық тыңайтқыштардың әр түрлі көрсеткіштерін қолданудан және көктемгі арпа өсімдіктері кезінде топырақты бастапқы өсіру әдістері туралы эксперименттік деректер берілген.

Кілт сөздер: арпа, өнімділік, сапа, тыңайтқыш, топырақ.

M.B. Rustem¹, A.A. Sardar², Zh.S. Tileubayeva^{*1}, K. Galymbek³, D.I. Kaldybayeva²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan, moldirrustem67@gmail.com, tileubayeva_kz@mail.ru*

²Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan, sardar.ayzhan@mail.ru, dinara.kaldybayeva@kaznaru.edu.kz

³Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Republic of Kazakhstan, kanat.galymbek@mail.ru

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON THE FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF SPRING BARLEY VARIETIES

Abstract

Barley is a valuable grain, food and industrial crop, its grain is widely used for food and feed purposes. Efficient production of grain, including barley, largely depends on the applied agricultural

technology, especially the diet. Increasing the yield and quality of grain crops, including spring barley, is the basis for the economic sustainability of agricultural enterprises. Sustainable growth in grain production today is associated with the intensification of the technological process of cultivation, aimed at creating highly productive crops, improving the quality of grain while maintaining environmental safety, reducing resource and energy costs. It is known that in order to grow stable yields of spring barley with high grain quality indicators, it is important to provide plants with nutrients from the very beginning of the growing season by applying mineral fertilizers. The article presents experimental data on the vegetation and grain yield of spring barley from the use of different rates of mineral fertilizers and methods of primary soil cultivation during the vegetation of spring barley

Key words: barley, yield, quality, fertilizer, soil.

IRSTI 68.05.29: 68.05.35: 68.05.37

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/28>

*D.Y. Yerzhan*¹, *L.S. Sarsenova*², *Zh.S. Almanova*^{*3}, *N.A. Shestakova*¹,
*O.U. Solovyov*⁴, *G.A. Zvyagin*¹

¹ *Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan, yerzhan.dilmurat@mail.ru, ninakul23@mail.ru, regor1984@rambler.ru*

² *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University" Orenburg, Russian Federation, sarsenova0804@mail.ru*

³ *National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan, almanova44@mail.ru**

⁴ *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kursk State Agrarian University named after I. I. Ivanov", Kursk, Russian Federation, 87153223511@mail.ru*

THE USE OF GIS TECHNOLOGY AND SPATIAL ANALYSIS FOR THE DIAGNOSIS OF SOILS AND CROPS IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Abstract

The article presents research on spatial analysis for the diagnosis of soils and crops using GIS technologies in the North Kazakhstan region. An analysis of the application of the geostatistical Kriging method is given, which allows you to build predictable maps based on limited data, and also allows you to interactively explore the spatial behavior of any values and assume their further change or state by interpolating data on objects without specified values. In these studies, the forecast of changes in soil and agrochemical parameters was considered: nitrogen, phosphorus and humus. When Kriging, the program uses mathematical functions for a certain number of points. Variograms and covariance functions were created to estimate the values of statistical dependence, and unknown values were predicted for various crops of the fertilized background and control. To verify the accuracy of the interpolation data, a comparison of the forecast map and the cartogram of mobile phosphorus and humus was carried out in the article. As a result of comparing the maps, similar areas of phosphorus and humus content changes were revealed to a greater extent, which indicates a working model of Kriging interpolation and some inconsistencies, which may indicate errors in the method.

Key words: soil fertility, soil diagnostics, geoinformation technologies, spatial analysis, interpolation, agricultural crops, soil treatment, mineral fertilizers.