

Оларға алма мозаикасының вирусы (ArMV), алма некротикалық мозаикасының вирусы (ArNMV), алма сабағының жарасы вирусы (ASPV), алма сабағының ойық жарасы вирусы (ASGV) және алма жапырағының хлоротикалық дақ вирусы (ACLSV) сияқты белгілі вирустар жатады. Бұл вирустар алма сорттарының кең ауқымына әсер ететіні белгілі, бұл сабақтың бороздылығы, жапырақтардағы хлоротикалық дақтар, сабақтың жарасы және жемістер мен жапырақтардағы мозаикалық үлгілер сияқты әртүрлі белгілерге әкеледі. Бұл зерттеудің мақсаты Қазақстанның оңтүстігіндегі алма өсіретін аймақтарда бес вирустың таралуын бағалау болды. ACLSV, ASPV және ASGV оң нәтижелерінің орташа көрсеткіштері сәйкесінше 42,1%, 57% және 12,6% құрады. ArMV және ArNMV табылған жоқ. Зерттеу Қазақстанда үш алма вирусымен аралас инфекциялардың жоғары жиілігін анықтады, жұқтырған алма өсімдіктерінің 60,6% вирустың бірнеше түрі бар. Вирустардың ең көп таралған тіркесімі 31,7% жиіліктегі ACLSV+ASPV, содан кейін ACLSV+ASGV (10,9%), ASPV+ASGV (10%) және ACLSV+ASPV+ASGV (8,2%) болды. Зерттелген аймақтарда жалғыз және аралас инфекциялардың жоғары таралуы мультиплексті КТ-ПТР сияқты ауруларды емдеудің кешенді тәсілдерінің қажеттілігін көрсетеді. Талдау бір реакция кезінде бір уақытта бірнеше алма вирусын анықтауға мүмкіндік береді, бұл алма өсімдіктерінде көптеген патогендердің болуын жылдам және тиімді скринингті қамтамасыз етеді.

РЕЗЮМЕ

Яблоня (*Malus spp.*) - одна из наиболее распространенных плодовых культур в мире. Различные сорта яблони подвергаются серьезной угрозе со стороны различных вирусов и вирусоподобных заболеваний. К ним относятся хорошо известные вирусы как вирус мозаики яблони (ArMV), вирус некротической мозаики яблони (ArNMV), вирус изъязвления стеблей яблони (ASPV), вирус образования бороздок на стеблях яблони (ASGV) и вирус хлоротической пятнистости листьев яблони (ACLSV). Известно, что эти вирусы поражают широкий спектр сортов яблони, приводя к различным симптомам, таким как бороздчатость стебля, хлоротичные пятна на листьях, изъязвление стебля и мозаичные узоры на плодах и листьях. Целью данного исследования было оценить распространенность пяти вирусов в регионах выращивания яблони на юге Казахстана. Средние показатели положительных результатов ACLSV, ASPV и ASGV составили 42,1%, 57% и 12,6% соответственно. ArMV и ArNMV обнаружены не были. Исследование выявило высокую частоту смешанных инфекций тремя вирусами яблони в Казахстане, при этом 60,6% зараженных растений яблони содержат более одного вида вируса. Наиболее частой комбинацией вирусов была ACLSV+ASPV с частотой 31,7%, далее ACLSV+ASGV (10,9%), ASPV+ASGV (10%) и ACLSV+ASPV+ASGV (8,2%). Высокая распространенность одиночных и смешанных инфекций в обследованных регионах подчеркивает необходимость комплексных подходов к лечению заболеваний, таких как мультиплексная ОТ-ПЦР. Анализ позволяет одновременно обнаруживать несколько вирусов яблони в ходе одной реакции, обеспечивая быстрое и эффективное средство скрининга на наличие множества патогенов в растениях яблони

УДК 631.52:633.31
МРНТИ 68.03.03

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-2-85-95

Бекишова Г. К., магистр агрономии, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0003-4387-5483>
НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», г. Кокшетау, улица Абая 76, 020000, Казахстан, gulden-kaz@mail.ru

Маханова С.К., PhD, ассоциированный профессор, <https://orcid.org/0000-0001-9084-348>
НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», г. Кокшетау, улица Абая 76, 020000, Казахстан, saulemach@mail.ru

Нурмуханбетова Н.Н., кандидат химических наук, ассоциированный профессор, <https://orcid.org/0000-0002-0595-3535>
НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», г. Кокшетау, улица Абая 76, 020000, Казахстан, nn_nurgul@mail.ru

Бекимова Г. Б., Ph.D, ассистент, профессор кафедры сельского хозяйства и биоресурсов, <https://orcid.org/0000-0001-8442-0042>

НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», г. Кокшетау, ул. Абая, 76, 020000, Казахстан, bgbask@inbox.ru

Касенова Н. Б., PhD, <https://orcid.org/0000-0002-0570-1784>

НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», г. Кокшетау, улица Абая 76, 020000, Казахстан, nazira09_83@mail.ru

Сураганов М. Н., PhD, ассоциированный профессор, <https://orcid.org/0000-0001-7774-3222>

НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», г. Кокшетау, улица Абая 76, 020000, Казахстан, mikani_90@mail.ru

Bekishova G. K., Master of Agronomy, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0003-4387-5483>

NJSC «Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov», 020000, Kokshetau, 76 Abay str., guldenkaz@mail.ru

Makhanova S.K., PhD, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9084-348X>

NJSC «Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov», 020000, Kokshetau, 76 Abay str., saulemach@mail.ru

Nurmukhanbetova N. N., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0595-3535>

NJSC «Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov», 020000, Kokshetau, 76 Abay str., nn_nurgul@mail.ru

Bekimova G.B., Ph.D, Assistant Professor of the Department of Agriculture and Bioresources, <https://orcid.org/0000-0001-8442-0042>

NJSC «Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov», Kokshetau city, Abaya str., 76, 020000, Kazakhstan, bgbask@inbox.ru

Bazarbaevna K. N., PhD, <https://orcid.org/0000-0002-0570-1784>

NJSC «Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov», 020000, Kokshetau, 76 Abay str., nazira09_83@mail.ru

Suraganov M. N., PhD, Associate Professor of the Department, <https://orcid.org/0000-0001-7774-3222>

NJSC «Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov», 020000, Kokshetau, 76 Abay str., mikani_90@mail.ru

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ КАРОТИНА В СУХОМ
ВЕЩЕСТВЕ В СОРТООБРАЗЦАХ ЛЮЦЕРНЫ КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ
GENETIC VARIABILITY OF CAROTENE CONTENT
IN DRY MATTER IN ALFALFA VARIETIES OF KAZAKHSTANI SELECTION**

Аннотация

Данная научная статья посвящена исследованию генетической изменчивости содержания каротина в сухом веществе сортообразцов люцерны казахстанской селекции. *Medicago sativa* играет ключевую роль в обеспечении витаминной питательности как для скота, так и для человека через потребление молочных продуктов и мяса. Её значимость в этом аспекте подчёркивает её важность в регионе как кормового растения.

В ходе эксперимента была проведена оценка генетической изменчивости содержания каротина в сухом веществе различных сортообразцов люцерны казахстанской селекции. Каротин определен методом инфракрасной спектроскопии. Исследования проведены на опытных полях ТОО "Кокшетауское опытно-производственное хозяйство" (с. Шагалалы), расположенный в северной части сопочно-равнинной зоны Акмолинской области Республики Казахстан. В конкурсном сортоиспытании были изучены 10 сортообразцов люцерны. Содержание каротина в сортообразцах люцерны колебалось от 20,86 до 23,03 мг/кг.

Результаты исследования позволяют выявить генетические вариации в содержании каротина между различными сортообразцами люцерны. Это имеет важное значение для создания новых сортов с улучшенными качествами кормовой ценности и устойчивостью к различным условиям выращивания. Определение генетических особенностей, влияющих на

содержание каротина, способствует более эффективной селекции и управлению генетическими ресурсами люцерны. Полученные данные не только расширяют наше понимание генетической основы каротиносодержания, но и поддерживают разработку устойчивых сортов, способных удовлетворять потребности сельского хозяйства и пищевой промышленности.

ANNOTATION

This scientific article is devoted to the study of genetic variability of carotene content in the dry matter of alfalfa varieties of Kazakhstani selection. *Medicago sativa* plays a key role in providing vitamin nutrition to both livestock and humans through the consumption of dairy products and meat. Its significance in this aspect underscores its importance in the region as a forage plant.

The genetic variability of carotene content in dry matter of different alfalfa varieties of Kazakhstani selection was assessed during the experiment. Carotene was determined by infrared spectroscopy. The research was conducted on the experimental fields of the Kokshetau Experimental Production Farm LLP (Shagalaly village), located in the northern part of the hilly-plain zone of the Akmola region of the Republic of Kazakhstan. 10 alfalfa varieties were studied in a competitive variety trial. The carotene content in alfalfa varieties ranged from 20,86 to 23,03 mg/kg.

The results of the study allow us to identify genetic variety samples in the carotene content between different varieties of alfalfa. This is important for the development of new varieties with improved fodder value and tolerance to different growing conditions. Identification of genetic traits affecting carotene content contributes to more efficient selection and management of alfalfa genetic resources. The findings not only expand our understanding of the genetic basis of carotene content, but also support the development of sustainable varieties that can meet the needs of agriculture and the food industry.

Ключевые слова: *люцерна, каротин, генетическая изменчивость каротина, сухое вещество, метод инфракрасной спектроскопии, селекция люцерны, кормовые травы, гидротермический коэффициент, корреляция*

Key words: *alfalfa, carotene, genetic variability of carotene, dry matter, infrared spectroscopy method, alfalfa breeding, forage grasses, hydrothermal coefficient, correlation.*

Введение. С увеличением численности мирового населения увеличивается и потребность в ресурсах для его обеспечения. Прогнозируется, что к 2050 году потребность в продуктах питания увеличится вдвое [1]. С учетом того, что площадь земельных угодий останется прежней, а объемы полива и другие вложения придется сократить. Для этого необходимо эффективное развитие сельского хозяйства. Внедрение инновационных методов производства также становится ключевым моментом. Поддержка устойчивых и экологически чистых продуктов питания играет важную роль в обеспечении устойчивого роста производства продуктов питания и соответствии растущим потребностям населения.

Для стимулирования роста продукции питания крайне важна эффективная селекция сельскохозяйственных культур, включая выведение высокорентабельных сортов люцерны. Селекция люцерны имеет фундаментальное значение для повышения ее продуктивности. Этот процесс также способствует устойчивости растений к неблагоприятным климатическим факторам. Создание кормов высокого качества в результате селекции поддерживает рост животноводческой продукции в соответствии с требованиями современного устойчивого сельского хозяйства. Это особенно важно, учитывая, что требования к производству растениеводческой и животноводческой продукции могут изменяться в зависимости от различных факторов. Среди этих факторов следует выделить изменения в потребительском спросе, технологические инновации и социально-экономические тренды.

Также влияние оказывают экологические аспекты, такие как изменение климата. Климатические изменения могут повлиять на выбор сельскохозяйственных культур, а также на условия содержания скота. Предполагает интеграцию селекционных достижений, включая сорта растений с улучшенной адаптацией к динамике изменяющихся климатических условий [2]. Также основой устойчивого и инновационного развития сельского хозяйства является

улучшение сельскохозяйственных культур. В период "зеленой революции" международная система, способствующая созданию новых сортов сельскохозяйственных растений, основывалась на принципах открытого доступа к генетическим ресурсам растений [3].

Для интеграции селекционных достижений, таких как сорта растений с улучшенной адаптацией к изменяющимся климатическим условиям, можно рассмотреть внедрение сортов. Эти сорта должны быть адаптированы к более экстремальным температурам, изменениям влажности почвы и более переменным условиям роста. Также одним из направлений может быть улучшение питательной ценности сельскохозяйственных культур, таких как люцерна, с целью оптимизации их использования в животноводстве [4]. Она содержит большое количество ценных питательных веществ – протеина и каротина [5, 6]. Немаловажную роль играет изучение содержания каротина в люцерне. Селекция каротиносодержания в люцерне ведется путем выбора растений с высоким уровнем каротиноидов и последующим скрещиванием и селекцией потомства с целью сохранения и увеличения этого признака в популяции. Такой подход позволяет создавать новые сорта люцерны с повышенным содержанием каротиноидов, что может быть важным фактором для здоровья и питательности как растений, так и животных, потребляющих этот корм.

В селекционной практике учитывается комплекс питательных веществ, включая содержание каротиноидов в люцерне [7]. Каротиноиды играют важную роль в питании животных, так как являются предшественником витамина А и имеют антиоксидантные свойства. Также люцерна является самой популярной культурой для производства искусственно высушенного сена. Культура занимает 50% в мировых экспортных поставках [8]. Люцерна отличается тем, что помимо высокого содержания протеина, также обладает значительным количеством клетчатки и каротина. При селекции люцерны уделяется внимание выбору сортов с высоким содержанием каротиноидов, что способствует повышению питательной ценности кормов и обеспечивает хорошее развитие животных.

Бобовая трава содержит высокий уровень белка, что делает её отличным источником питательных веществ для животных. Кроме того в составе люцерны присутствуют витамины (А, С, D, Е, К), макроэлементы, клетчатка, а также каротин [9]. Эти особенности делают люцерну неотъемлемой частью рационов всех видов крупного и мелкого рогатого скота, других сельскохозяйственных животных. Корма из этой травы подходят также для птицы. В рационе кормления животных растение применяется в различных формах: свежее, в виде сена, гранул, силоса, а также перерабатывается в муку, которая затем добавляется в разнообразные витаминные комплексы.

Питательная ценность люцерны увеличивается за счёт содержания каротина, что делает её особенно полезной для сельскохозяйственных животных. При использовании люцерны в кормлении животных каротин благоприятно влияет на состояние кожи, шерсти и поддерживает нормальную функцию репродуктивной системы [10]

Растения, содержащие каротин, также могут оказывать положительное биологическое воздействие на почву, внося в нее органические вещества через остатки растений [11]. Поэтому изучение генетической изменчивости содержания каротина в сухом веществе сортообразцов люцерны, полученных в Казахстане, актуальна.

Целью данной научной статьи является изучение генетической изменчивости содержания каротина в сухом веществе у сортообразцов люцерны казахстанской селекции.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в ТОО "Кокшетауское опытно-производственное хозяйство" (село Шагалады), расположенном в северной части сопочно-равнинной зоны Акмолинской области Зерендинского района Республики Казахстан. Почвы опытного участка оцениваются как обыкновенный чернозем, тяжелые по механическому составу суглинки слабо песчаные, с низким запасом подвижных форм фосфора, высоким содержанием калия.

Объект исследования: сорт и сортообразцы люцерны: Көкше (St), КСС Д6, КСС Д2 (2014), КСС Д1 (2014), КСС Д4, КСС Д5, КСС Д3, КСС Д2 (2015), КСС Д5 (2015), КСС Д1 (2015), КСС Д1 (2015), КСС Д1 (2017).

Питомник конкурсного сортоиспытания заложен согласно методике Всероссийского института растениеводства [12]. Семена люцерны высеяны беспокровно по чистому пару в третьей декаде мая ручной сеялкой СР-1. Способ посева на зеленую массу широкорядный, трехкратная повторность. Уборка растений на зеленую массу проведена в фазе начала цветения. Все номера заложены в 3-х кратной повторности. В качестве стандарта взять сорт люцерны "Кокше", районированный в Акмолинской области. Сбор растений на зеленую массу проводили в фазу начала цветения.

Химическая оценка качества сорта и сортообразцов люцерны на содержание каротина была проведена в лаборатории ТОО "AgroComplexExpert" по общепринятым методикам (СК РК 1564-2006). Прибор InfraXact марки FOSS для получения спектральных данных путем измерения интенсивности пропускания излучения анализируемого объекта в ближней инфракрасной области.

Территория Северного Казахстана в связи с равнинностью рельефа подвергается воздействию трех основных воздушных потоков, обуславливающих резко континентальный климат: ранне-весенние засухи, летом могут быть засухи и суховеи, похолодания воздуха; сильные ветры весной, летом, зимой; ранне-осенние и поздние-весенние заморозки, зимой – потепления; резкие температурные контрасты зимой и летом, днем и ночью. Морозный период длится до полугода, отклоняясь от средней нормы на две и более недели в ту или другую сторону. Самый холодный месяц – январь. Весна короткая, нередко возвраты заморозков в мае и даже июне. Последние весенние заморозки бывают обычно 12-25 мая. Отрицательная сторона климата – частые сильные ветры.

Особенностью климата является раннее наступление осенних похолоданий. Период после очистки поля от пожнивных остатков до устойчивого перехода температуры почвы через 0°C продолжается в течении 40-45 дней с суммой положительных температур 400-450°C. При этом почва увлажняется только в верхнем слое, так как среднемноголетнее количество осадков за это время не превышает 30-40 мм. Переход температуры ниже 0°C происходит 20-25 октября, а первые ночные заморозки отмечаются в последней пятидневке августа или начале сентября.

Поэтому послезаморозковый период с суммой положительных температур выше +5°C в пределах 450-500°C остается неиспользованным, так как биологическая активность растений прекращается с наступлением ранних осенних заморозков. Постоянный снежный покров устанавливается в первой половине ноября, сходит в первой половине апреля. В апреле быстро нарастают положительные температуры воздуха, а пахотный слой достигает физической спелости в третьей декаде апреля. Наиболее теплым месяцем является июль, температура в среднем за месяц составляет 18,5-19,5°C.

Продолжительность безморозного периода составляет 90-120 дней. Такая разница в отдельные годы объясняется тем, что могут быть возвраты поздне-весенних заморозков и раннее наступление осенних минусовых температур. Годовая сумма осадков по степной зоне колеблется от 230 до 326,5 мм. Максимум осадков приходится на июль месяц. Сумма их за период вегетации по годам колеблется по многолетним данным от 177 до 230 мм.

По степени увлажнения научно-исследовательский институт расположен в подзоне неустойчивого выпадения осадков по годам и периодам вегетации растений. Характерной чертой зоны является продолжительная холодная зима и сравнительно короткое лето. Средняя многолетняя сумма осадков (за 15 лет) составляет 326,5 мм, средняя многолетняя температура воздуха +2,2°C. Ранней весной выпадает незначительное количество осадков, наибольшее их количество – в июле-августе. Общая сумма температур за период начала отрастания-цветения у разных сортов люцерны составляет 800-850°C [13].

Продолжительность вегетационного периода бобовых культур при весеннем посеве первого года составляет 130-140 дней. Во второй и последующие годы – 110-120 дней [14]. Метеорологические условия 2020 года характеризовались относительно теплым зимним периодом, температура воздуха в декабре была на 0,5°C выше, по сравнению с данными средним многолетним. Самый холодный месяц – январь (рисунок 1).

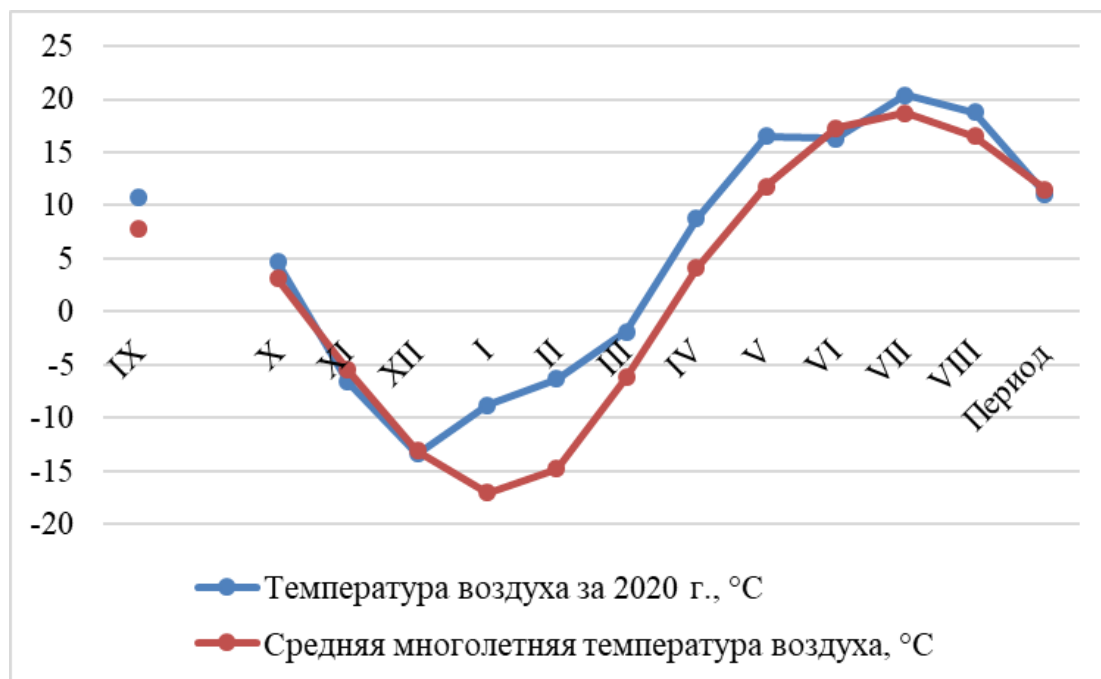


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика метеорологических условий (2020 г.) (по данным Чаглинского метеорологического поста)

В первой декаде июня максимальная температура воздуха составила 33°C; во второй декаде – 38°C; в третьей – 30°C. Самая высокая температура за месяц – 38°C. Пик максимальной температуры воздуха держалась на этом уровне в течение 11 дней.

В период бутонизации-цветения в начале июля (1 декада) максимальная температура воздуха составила 32°C. Во второй декаде месяца температура воздуха достигла своего максимального значения – 37°C. Высокая температура сохранялась в течение 16 дней.

Средняя температура воздуха в период цветения-созревания составила 18,8°C. Максимальная температура воздуха – 37°C. Во II декаде максимальная температура воздуха составила – 28°C. В августе температура достигла 37°C и поддерживалась на этом уровне в течение 13 дней.

Для учета погодных условий и определения их пригодности для выращивания люцерны рассчитан ГТК. Этот коэффициент позволяет оценить соотношение между тепловыми и влажностными ресурсами региона, что помогает определить условия для выращивания различных видов сельскохозяйственных культур и растений, включая люцерну. Колебания ГТК напрямую влияют на укусы, урожайность и содержание питательных веществ в люцерне в течение сезона: в мае месяце ГТК=0,1; в июне ГТК=0,9; в июле ГТК=3,1; в августе ГТК=0,3. В 2020 году сложившиеся климатические условия, в которых проводились исследования, способствовали формированию среднего уровня урожайности сельскохозяйственных культур, а также развитию низкорослых растений.

Результаты и их обсуждение. Определение содержания каротина в кормах является ключевым показателем их витаминной питательности. В живых организмах любые биохимические процессы, такие как метаболизм, дыхание, окисление глюкозы, могут быть источником образования свободных радикалов. Эти реакции происходят в различных структурах клеток, таких как митохондрии и пероксисомы, что может вызывать повреждение клеточных структур и стресс [15]. Также эти факторы могут приводить к развитию различных заболеваний и состояний, связанных с окислительным стрессом, как у людей, так и у животных.

Бета-каротин и другие каротиноиды обладают значительной антиоксидантной активностью и могут играть существенную роль в предотвращении образования свободных радикалов [16]. Каротиноиды действуют как эффективные антиоксиданты, способные нейтрализовать свободные радикалы, которые могут нанести вред клеткам организма [17]. Благодаря своей молекулярной структуре они способны абсорбировать лишние электроны, что

препятствует цепным реакциям окисления, способным привести к повреждению клеток и тканей [18].

На уровень снижения окислительного стресса у людей и животных существенно влияет каротин. Научно подтверждено, что каротиноиды обладают антиканцерогенными, антимутагенными, иммуномодулирующими и антиоксидантными свойствами [19].

Интерес вызывает аспект содержания каротиноидов в кормовых растениях, в частности, в люцерне. Исследования, связанные с селекцией растений по уровню каротиноидов, могут предложить новые подходы к повышению питательной ценности кормов и защите животных от окислительного стресса.

В 2020 году на опытном поле "Кокшетауское опытно-производственное хозяйство" (с. Шагалалы) проводились полевые опыты по изучению питательной ценности сортообразцов люцерны второго года жизни первого укоса. Оценка питательной ценности сортообразцов по содержанию каротиноидов проводилась в период заготовки кормов на зеленую массу и сено. Сорт Кокше (St.) характеризуется содержанием каротина на уровне 23,03 мг/кг (рисунок 2).

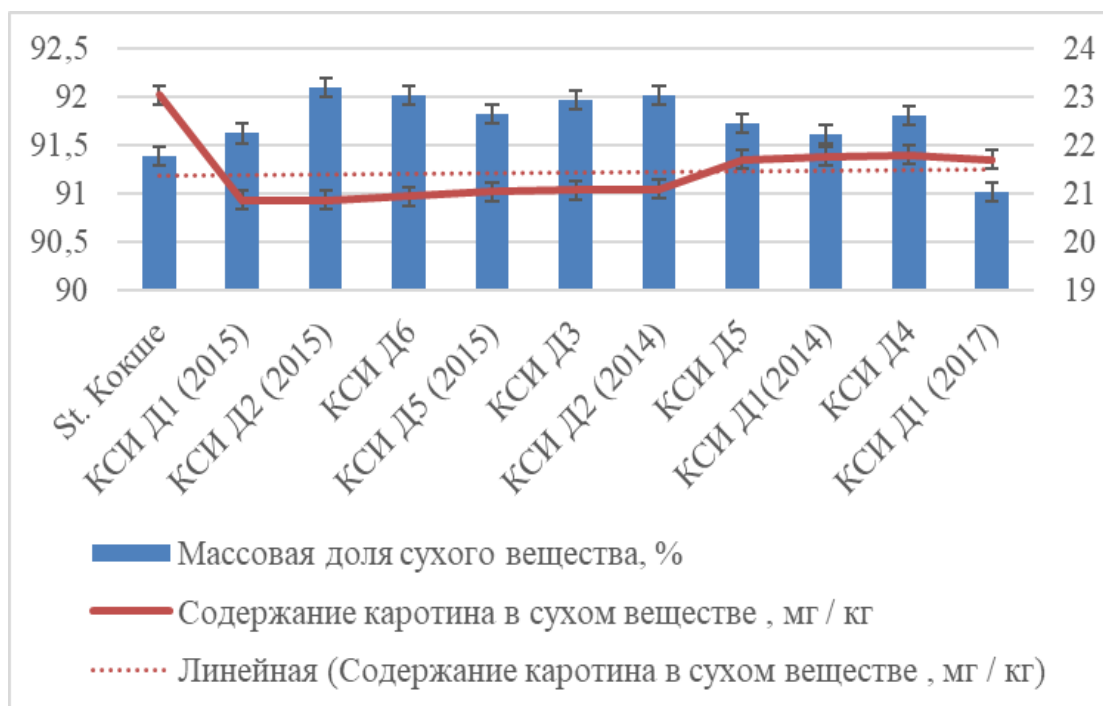


Рисунок 2 – Содержание каротина в сухом веществе у сортообразцов люцерны (2020 г.)

Содержание каротина в сортообразцах люцерны КСИ Д1(2014), КСИ Д4, КСИ Д1 (2017), КСИ Д5, КСИ Д2 (2014), КСИ Д3 и КСИ Д5 (2015) колебалось в диапазоне от 21,04 до 21,9 мг/кг: КСИ Д1 (2015) – 20,86 мг/кг; КСИ Д2 (2015) – 20,86 мг/кг, КСИ Д6 – 20,94 мг/кг. Сорт Кокше (st.) выделяется высоким содержанием каротина. Сортообразцы КСИ Д2 (2015) (92,1%) и КСИ Д6 (92,01%) характеризовались более высоким содержанием сухого вещества по сравнению с сортом Кокше соответственно (91,38%), несмотря на то, что содержание каротина в сорте Кокше было выше. Это может быть обусловлено различными факторами, такими как генетические особенности сортов или условия выращивания, которые могли повлиять на накопление сухого вещества в растениях.

В литературе отмечается, что более высокое содержание сухого вещества в растении часто сопровождается увеличением концентрации каротина. Это объясняется тем, что увеличение сухого вещества способствует более интенсивному фотосинтезу и накоплению фитопигментов, таких как каротиноиды. Растения с более высоким содержанием сухого вещества могут иметь более высокое содержание каротина, что делает их более привлекательными для использования в пищевых или кормовых целях, особенно если высокое содержание каротина является важным фактором. Вопрос зависимости сухового вещества-содержание каротина требует дальнейшего изучения.

Исследование, проведенное Marzoni M. и его коллегами [20], указывает на то, что растительные продукты содержат активные вещества в различных количествах. Активность этих веществ значительно различается у разных видов растений и зависит от сроков сбора, технологий сушки и экстракции.

Это может оказаться значимым при выборе конкретного сорта и сортообразца люцерны с учетом потребностей, требующих определенного содержания каротина, поскольку более высокое содержание сухого вещества может влиять на его качество и использование в конкретных целях. Например, если необходима продукция с более высоким содержанием питательных веществ, то предпочтительным может быть выбор сортообразца с более высоким содержанием сухого вещества, несмотря на более низкое содержание каротина, чтобы обеспечить требуемую питательную ценность.

Закключение. Исследование выявило генетическую изменчивость содержания каротина в сухом веществе сортообразцов люцерны казахстанской селекции (от 20,86 до 23,03 мг/кг), что имеет важное значение для создания новых сортов с улучшенными свойствами. Климатические условия, включая колебания гидротермического коэффициента, существенно влияли на содержание каротина, что позволяет более точно выбирать сорта для конкретных климатических условий. Комплексная оценка содержания каротина и сухого вещества позволяет более точно и обоснованно выбирать сорта или сортообразцы, оптимально подходящие для конкретных нужд и целей, обеспечивая максимальную эффективность и качество продукции. Полученные данные способствуют более эффективной селекции и управлению генетическими ресурсами люцерны, поддерживая разработку устойчивых и высококачественных сортов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Alexandria, H.. Characterization of the Role of SPL9 in Drought Stress Tolerance in *Medicago sativa* [Text] / Alexandria H., Jim Karagiannis, Qing Shi Mimmie Lu, Lining Tian and Abdelali Hannoufa // International Journal Molecular Sciences. – 2020. – №2 <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20210062580>
- 2 Makhanova S.K. Correlations between carotene content and some characteristics of alfalfa varieties [Text] / S.K. Makhanova, N.A. Serepaev, Kh. G. Yancheva, U.M. Sagalbekov, S.K. Makhanova, T.N. Mokreva. // Научно-производственный журнал Кормопроизводство. – 2015. – № 9. – С. 14-19. // https://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/9-2015/
- 3 Коллетт Л. Сохранить и приумножить. Руководство для политиков по устойчивой интенсификации растениеводства в мелких хозяйствах [Текст] / Л. Коллетт // (ФАО), Тоби Ходжкин («Байоверсити Интернэшнл»), Амир Кассам (Редингский университет, СК), Питер Кенмор (ФАО), Лесли Липпер (ФАО), Кристиан Нольте (ФАО), Костас Стамалис (ФАО), Паскуале Стедутто (ФАО) Системы ведения сельского хозяйства 3-е изд., 2011. – 116 с. // <https://www.fao.org/3/i2215r/i2215r.pdf>
- 4 Makhanova, S.K. Dispersive, cluster and correlative analysis of some alfalfa accessions under the conditions of north Kazakhstan [Text] / Makhanova S.K., Serepayev N.A., Yancheva C.G., Sagalbekov U.M., Kipshakbaeva A.A., Kurmanbayeva A.S., Fakhrudanova I.B. // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – Vol. 12. – P. 395-403. // <https://www.biotech-asia.org/?p=12966>
- 5 Шевцов, А.А. Вегетативная масса растений, как нетрадиционный источник протеина [Текст] / Шевцов А.А., Дранников А.В., Дерканосова А.А., Коротаева А.А. // Актуальная биотехнология. – 2013. – № 1. – С. 38-40. // <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002862>
- 6 Elgersma, A. Vitamin contents in forage herbs [Text] / Elgersma A., Soegaard K., Jensen S.K. // Aspects of Applied Biology. – 2012. – № 115. – P. 75-80. // https://www.researchgate.net/publication/275647912_Vitamin_contents_in_forage_herbs
- 7 Bekishova, G.K. Correlation dependence of carotene content in varieties and variety samples of Alfalfa of Kazakhstani and foreign selection [Text] / Bekishova G.K., Makhanova S.K., Sagalbekov U.M., Ansabayeva A.S. // "3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация" – 2023. – №1. – P 75–81. // <https://ojs.ksu.edu.kz/index.php/3i/article/view/478/201>
- 8 Буянов, С. Почему люцерна – новое золото агробизнеса [Текст] / Буянов С. // El Dala.KZ 2023. // <https://eldala.kz/specproekty/14442-pochemu-lyucerna-novoe-zoloto-agrobiznesa>

9 Кожевникова, О.В. Люцерна – ценный источник биологически активных веществ для косметики [Text] / Кожевникова О.В., Шагинян Е.Р., Тарасов В.Е. // Известие ВУЗов: Пищевая технология – 2009. – № 2. // <https://cyberleninka.ru/article/n/lyutserna-tsennyy-istochnik-biologicheskii-aktivnykh-veschestv-dlya-kosmetiki/viewer>

10 Девяткин, В.А. Эффективность использования бета-каротина в кормлении крупного рогатого скота [Текст] / Девяткин В.А. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2018. – № 2. – С. 130-136. // <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-beta-karotina-v-kormlenii-krupnogo-rogatogo-skota>

11 Нилова, Л.П. Каротиноиды в растительных пищевых системах [Текст] / Нилова Л.П., Потороко И.Ю. // Вестник ЮУрГУ. – Серия "Пищевые и биотехнологии". – 2022. – Т. 10. – № 2. – С. 22-33. // <https://cyberleninka.ru/article/n/karotinoidy-v-rastitelnykh-pischevykh-sistemah>

12 Методические указания по селекции многолетних трав / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1985. – 197 с.

13 Маханова, С.К. Изучение исходных материалов люцерны в условиях Северного Казахстана [Текст] / дис. ... док. философии (PhD): 6D080100 – Агрономия / Каз. агротехнич. ун-т им. С. Сейфуллина. – Астана, 2015. – 135 с. – Библиогр.: с. 121-136. // https://nabrk.kz/ru/e-catalog?catalog=2&country_edition=KZ&page=0&sphere=4&topic=0&title_first_letter=%D0%98

14 Аринов, К. Растениеводство [Текст] / К. Аринов, К. Мусынов, Н. Шестакова, Н. Серекпаев, А. Апушев. – Астана: Фолиант, 2016. – 584 с.

15 Ганеева, Л.А. Биохимия. Практикум [Текст] / Учебное пособие по курсу "Медицинская биохимия" // Л. А. Ганеева, Л. И. Зайнуллин, З.И. Абрамова, Н. Х. Тенишева. — Казань: ИСБ, 2015. – 176 с.

16 Павлюченко, И.И. Биохимические аспекты изучения бета-каротина [Текст] / Павлюченко И.И., Басов А.А., Моргоев А.Э., Павленко С.Г., Волкова Н.К. // Научный журнал Успехи современного естествознания – 2009. – № 2 – С. 54-56 // <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=9805>

17 Коростелев, С.А. Фармакология и механизм антиканцерогенного действия каротиноидов [Текст] / дис. ... на соискание ученой степени доктора медицинских наук – Москва, 2002. // <https://medical-diss.com/medicina/farmakologiya-i-mehanizm-antikantserogenogo-deystviya-karotinoidov>

18 Luo, W. Inhibitory effects of beta-carotene on hepatic cancer cell line SMMC-7721 [Text] / Luo W, Wang W, Li B, Chen Y.J // NIH National Library of Medicine. – 2001. – V. 4. – P. 213. // <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12561517/>

19 Шашкина, М.Я. Роль каротиноидов в профилактике наиболее распространенных заболеваний [Текст] / Шашкина М.Я., Шашкин П.Н., Сергеев А.В. // Лекарственная терапия – 2010. – № 1. – Т. 9. – С. 77–86 // <file://C:/Users/1/Downloads/rol-karotinoidov-v-profilaktike-naibolee-rasprostranennykh-zabolevaniy.pdf>

20 Marzoni, M. Effects of dietary natural antioxidant supplementation on broiler chicken and Muscovy duck meat quality [Text] / Marzoni M., Chiarini R., Castillo A., Romboli I, De Marco M. // Achille Schiavone Animal Science. Papers and Reports. 2014;32(4). – P. 359-368. // https://www.researchgate.net/publication/279118250_Effects_of_dietary_natural_antioxidant_supplementation_on_broiler_chicken_and_Muscovy_duck_meat_quality

REFERENCES

1 Alexandria Hanly. Characterization of the Role of SPL9 in Drought Stress Tolerance in Medicago sativa [Text] / Alexandria Hanly, Jim Karagiannis, Qing Shi Mimmie Lu, Lining Tian and Abdelali Hannoufa // International Journal Molecular Sciences. – 2020. – №2 // <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20210062580>

2 Makhanova S.K. Correlations between carotene content and some characteristics of alfalfa varieties [Text] / S.K. Makhanova, N.A. Serekpaeв, Kh. G. Yancheva, U.M. Sagalbekov, S.K. Makhanova, T.N. Mokreva. // Nauchno-proizvodstvennyj zhurnal Kormoproizvodstvo. – 2015. – № 9. – С. 14-19. // https://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/9-2015/

3 Sohranit' i priumnozhit'. Rukovodstvo dlya politikov po ustojchivoj intensivifikacii rastenievodstva v melkih hozyajstvah [Text] / Linda Kollett (FAO), Tobi Hodzhkin («Bajoversiti

Interneshnl»), Amir Kassam (Redingskij universitet, SK), Piter Kenmor (FAO), Lesli Lipper (FAO), Kristian Nol'te (FAO), Kostas Stamulis (FAO), Paskuale Steduto (FAO) Sistemy vedeniya sel'skogo hozyajstva. – 3-e izd. – 2011. – 116 s. // <https://www.fao.org/3/i2215r/i2215r.pdf>

4 Makhanova S.K. Dispersive, cluster and correlative analysis of some alfalfa accessions under the conditions of north Kazakhstan [Text] / Serekpayev N.A., Makhanova S.K., Yancheva C.G., Sagalbekov U.M., Kipshakbaeva A.A., Kurmanbayeva A.S., Fakhrudanova I.B. // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – Vol. 12. – P. 395-403. // <https://www.biotech-asia.org/?p=12966>

5 Shevcov A.A. Vegetativnaya massa rastenij, kak netradicionnyj istochnik proteina [Text] / Shevcov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A. // Aktual'naya biotekhnologiya. – 2013. – № 1. – S. 38-40. // <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002862>

6 Elgersma A., Soegaard K., Jensen S.K. Vitamin contents in forage herbs [Text] / Elgersma A., Soegaard K., Jensen S.K. // Aspects of Applied Biology. – 2012. – № 115. – P. 75-80. // https://www.researchgate.net/publication/275647912_Vitamin_contents_in_forge_herbs

7 Bekishova G.K. Correlation dependence of carotene content in varieties and variety samples of Alfalfa of Kazakhstan and foreign selection [Text] / Bekishova G.K., Makhanova S.K., Sagalbekov U.M., Ansabayeva A.S. // "3i: intellect, idea, innovation-intellekt, ideya, innovaciya" – 2023. – №1. – R 75–81. // <https://ojs.ksu.edu.kz/index.php/3i/article/view/478/201>

8 Buyanov S. Pochemu lyucerna – novoe zoloto agrobiznesa [Text] / Buyanov S. // El Dala.KZ 2023. <https://eldala.kz/specproekty/14442-pochemu-lyucerna-novoe-zoloto-agrobiznesa>

9 Kozhevnikova O.V. Lyucerna – cennyj istochnik biologicheskij aktivnyh veshchestv dlya kosmetiki [Text] / Kozhevnikova O.V., SHaginyan E.R., Tarasov V.E. // Izvestie VUZov: Pishchevaya tekhnologiya – 2009. – № 2. <https://cyberleninka.ru/article/n/lyutserna-tsennyy-istochnik-biologicheskij-aktivnyh-veschestv-dlya-kosmetiki/viewer>

10 Devyatkin V.A. Effektivnost' ispol'zovaniya beta-karotina v kormlenii krupnogo rogatogo skota [Text] / Devyatkin V.A. // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii, 2018. – № 2. – S. 130-136. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-beta-karotina-v-kormlenii-krupnogo-rogatogo-skota>

11 Nilova L.P. Karotinoidy v rastitel'nyh pishchevyh sistemah [Text] / Nilova L.P., Potoroko I.YU. // Vestnik YUUrGU. – Seriya "Pishchevye i biotekhnologii". – 2022. – T. 10. – № 2. – S. 22-33. // <https://cyberleninka.ru/article/n/karotinoidy-v-rastitelnyh-pischevyh-sistemah>

12 Metodicheskie ukazaniya po selekcii mnogoletnih trav / VNII kormov im. V.R. Vil'yamsa. – M., 1985. – 197 s.

13 Makhanova S.K. Izuchenie iskhodnyh materialov lyucerny v usloviyah Severnogo Kazakhstana [Text] / dis. ... dok. filosofii (PhD): 6D080100 – Agronomiya / Kaz. agrotekhnich. un-t im. S. Seifullina. – Astana, 2015. – 135 s. – Bibliogr. – S. 121-136. // https://nabrk.kz/ru/e-catalog?catalog=2&country_edition=KZ&page=0&sphere=4&topic=0&title_first_letter=%D0%98

14 Rasteniyevodstvo [Text] / K. Arinov, K. Musynov, N. SHestakova, N. Serekpae, A. Apushev. – Astana: Foliant, 2016. – 584 s.

15 Ganeeva L.A., Zajnullin L.I., Abramova Z.I. Tenisheva N.H. Biohimiya. Praktikum [Text] / Uchebnoe posobie po kursu "Medicinskaya biohimiya" // L.A. Ganeeva, L.I. Zajnullin, Z.I. Abramova, N. H. Tenisheva. – Kazan': ISB, 2015. – 176 s.

16 Pavlyuchenko I.I. Biohimeskie aspekty izucheniya beto-karotina [Text] / Pavlyuchenko I.I., Basov A.A., Morgoev A.E., Pavlenko S.G., Volkova N.K. // Nauchnyj zhurnal Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya – 2009. – № 2. – S. 54-56 // <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=9805>

17 Korostelev S.A. Farmokologiya i mekhanizm antikancerogenno deystviya karotinoidov [Text] / dis. ... na soiskanie uchenoj stepeni doktora medicinskih nauk – Moskva, 2002. // <https://medical-diss.com/medicina/farmakologiya-i-mekhanizm-antikantserogenno-deystviya-karotinoidov>

18 Luo Wenjing, Wenliang W., Bo L. et al. Inhibitory effects of beta-carotene on hepatic cancer cell line SMMC-7721 [Text] / Luo W, Wang W, Li B, Chen Y.J // NIH National Library of Medicine. – 2001. – V. 4. – P. 213. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12561517/>

19 SHashkina M.YA. Rol' karotinoidov v profilaktike naibolee raprostrannnyh zabolevanij [Text] / SHashkina M.YA., SHashkin P.N., Sergeev A.V. // Lekarstvennaya terapiya – 2010. – № 1. –

Tom 9. S.77–86 <file://C:/Users/1/Downloads/rol-karotinoidov-v-profilaktike-naibolee-rasprostranennyh-zabolevaniy.pdf>

21 Marzoni M., Chiarini R., Castillo A., Romboli I., De Marco M. Effects of dietary natural antioxidant supplementation on broiler chicken and Muscovy duck meat quality [Text] / Marzoni M., Chiarini R., Castillo A., Romboli I., De Marco M. // Achille Schiavone Animal Science. Papers and Reports. 2014;32(4). – S. 359-368. //

https://www.researchgate.net/publication/279118250_Effects_of_dietary_natural_antioxidant_supplementation_on_broiler_chicken_and_Muscovy_duck_meat_quality

ТҮЙІН

Бұл ғылыми мақала қазақстандық селекцияның жоңышқа сорттарының құрғақ заттарындағы каротин құрамының генетикалық өзгергіштігін зерттеуге арналған. Medicago sativa сүт пен ет тұтыну арқылы малға да, адамға да дәрумендік қоректік заттарды қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Оның осы аспектідегі маңыздылығы оның аймақтағы мал азықтық өсімдік ретіндегі маңыздылығын көрсетеді.

Эксперимент барысында қазақстандық селекцияның жоңышқа сорттарының құрғақ заттарындағы каротин құрамының генетикалық өзгергіштігін бағалау жүргізілді. Каротин инфрақызыл спектроскопия әдісімен анықталады. Зерттеулер Қазақстан Республикасы Ақмола облысының қырлы-тегіс аймағының солтүстік бөлігінде орналасқан "Көкшетау тәжірибелік-өндірістік шаруашылығы" ЖШС (Шағалалы ауылы) тәжірибелік алаңдарында жүргізілді. Конкурстық сорт сынауда жоңышқаның 10 сортүлгілері зерттелді. Каротин мөлшері жоңышқа сортүлгілерінде 20,86-дан 23,03 мг/кг-ға дейін ауытқыды.

Зерттеу нәтижелері жоңышқаның әртүрлі сорт үлгілері арасындағы каротин құрамының генетикалық вариацияларын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл мал азығы құндылығы жақсартылған және әртүрлі өсу жағдайларына төзімділігі бар жаңа сорттарды жасау үшін өте маңызды. Каротин мөлшеріне әсер ететін генетикалық ерекшеліктерді анықтау жоңышқаның тиімді селекция және генетикалық ресурстарын басқаруға ықпал етеді. Нәтижелер каротин мөлшері туралы генетикалық негіз туралы түсінігімізді кеңейтіп қана қоймай, сонымен қатар ауыл шаруашылығы және тамақ өнеркәсібінің қажеттіліктерін қанағаттандыра алатын төзімді сорттарды жасауды қолдайды.

UDC 633.15;

IRSTI 68.35.47; 68.35.29

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-2-95-104

Tynykulov M.K., Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-4878-4030>

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, st. Satpayev, 2, 010000, Kazakhstan, tynykulov@list.ru.

Tleppaeva A. A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-5128-3499>

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, st. Zhenis, 62, 010000, Kazakhstan, tleppaeva@mail.ru.

Kurmangaliev M.K., Senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-2608-2599>

M. Kozybaev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, st. Pushkin, 86, 150000, Kazakhstan, mkkurmangaliev@mail.ru.

Arystanova Sh. E., Candidate of Biological Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-6817-4694>

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, st. Satbaev, 2, 010000, Kazakhstan, sholpan1607@mail.ru.

Kosanov S. U., Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, <https://orcid.org/0000-0002-3877-7566>.

Korkyt ata Kyzylorda State University, Kyzylorda, st. Ayteke bi, 29A, 120000, Kazakhstan, samalbek_72@mail.ru.