

Yskak Aliya – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biology, ecology and chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, Abai Ave., 28/1, tel.: +7-701-319-92-28, e-mail: alia-almaz@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8313-8982>.

Tulkubayeva Saniya Abiltayevna – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Academic Secretary, Zarechnoye agricultural experimental station LLP, Republic of Kazakhstan, 111108, Zarechniy village, 12 Yubileynaya Str., tel.: +7-747-687-44-19, e-mail: tulkubaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-6982>.

Zhamalova Dinara Bulatovna – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor at the department of agronomy, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 28 Abai Ave., block 3, tel.: +7-747-804-94-55, e-mail: tashdinara@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2281-4817>

МРНТИ 68.35.31

УДК 633.875(574.24) (045)

<https://doi.org/10.52269/RWEP2521143>

### ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕДОНОСНОГО КОНВЕЙЕРА В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОЙ СТЕПИ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Сауров С.Е.\* – докторант, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Серекпаев Н.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ГНС ТОО «AgroInnova Consult», г. Астана, Республика Казахстан.

В настоящей работе представлена оценка продукционного потенциала многолетних бобовых культур (*Medicago x varia*, *Onobrychis arenaria*, *Melilotus officinalis*) в условиях засушливой степи Акмолинской области Республики Казахстан. Целью исследования явилось определение показателей нектаропродуктивности и медопродуктивности указанных видов растений для оптимизации формирования медоносного конвейера в регионе. Экспериментальные исследования проводились в ТОО «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» на темно-каштановых почвах. Объектами исследования являлись люцерна синегридная (сорт Лазурная), эспарцет песчаный (сорт Шортандинский рубин), донник желтый (сорт Сарбас), а также пчелы карпатской породы (*Apis mellifera carpatica*). Установлено, что интенсивность опыления, оцениваемая по количеству пчел, достигала максимальных значений в период с 11:00 до 15:00. Анализ нектаропродуктивности показал значительные различия между исследуемыми культурами. Донник желтый и эспарцет песчаный продемонстрировали существенно более высокие показатели по сравнению с люцерной синегридной.

В период проведения исследований (2022-2024 гг.) наблюдались значительные колебания гидротермического коэффициента (ГТК) и биоклиматического потенциала (БКП). 2022 и 2023 годы характеризовались засушливыми и очень засушливыми условиями соответственно, в то время как 2024 год был умеренным по увлажнению. Полученные данные свидетельствуют о важности селекции и внедрения адаптированных к местным условиям медоносных культур, таких как донник желтый и эспарцет песчаный, для поддержания стабильного медосбора в условиях изменяющегося климата и формирования непрерывного медоносного конвейера в степной зоне Акмолинской области.

**Ключевые слова:** многолетние бобовые культуры, медоносный конвейер, степная зона, урожайность, нектар продуктивность.

### АҚМОЛА ОБЛЫСЫНЫҢ ҚҰРҒАҚ ДАЛА ЖАҒДАЙЫНДА БАЛДЫ ӨСІМДІКТЕР КОНВЕЙЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ҮШІН КӨПЖЫЛДЫҚ БҰРШАҚ ТҰҚЫМДАС ДАҚЫЛДАРДЫҢ ӘЛЕУЕТІН БАҒАЛАУ

Сауров С.Е.\* – докторант, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ, Қазақстан Республикасы.

Серекпаев Н.А. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «AgroInnovaConsult» ЖШС бас ғылыми қызметкері, Астана қ, Қазақстан Республикасы.

Осы жұмыста Қазақстан Республикасы Ақмола облысының құрғақ дала жағдайында өсірілетін көпжылдық бұршақ тұқымдас өсімдіктердің (*Medicago x varia*, *Onobrychis arenaria*, *Melilotus officinalis*) өнімдік әлеуетіне баға берілді. Зерттеу мақсаты – өңірде бал өндіруді оңтайландыру үшін аталған өсімдіктер түрлерінің нектар өнімділігі мен бал өнімділігі көрсеткіштерін анықтау. Тәжірибелік зерттеулер «А.И.Бараев атындағы АШҒӨ» ЖШС-де қара -қоңыр топырағында жүргізілді. Зерттеу

нысандары ретінде көпжылдық жоңышқа (*Medicago × varia*, «Лазурная» сорты), құмды эспарцет (*Onobrychis arenaria*, «Шортандинский рубин» сорты), сары донник (*Melilotus officinalis*, «Сарбас» сорты), сондай-ақ қарпат арасы тұқымы (*Apis mellifera carpatica*) алынды. Тозаңдану қарқындылығы (аралар саны бойынша бағаланды) 11:00-ден 15:00-ге дейін ең жоғары деңгейге жеткені анықталды. Нектар өнімділігін талдау барысында зерттелген дақылдар арасында айтарлықтай айырмашылықтар байқалды. Сары донник пен құмды эспарцет көпжылдық жоңышқаға қарағанда едәуір жоғары көрсеткіштерге ие болды.

Зерттеу кезеңінде (2022-2024 жж.) гидротермиялық коэффициенттің (ГТК) және биоклиматтық әлеуеттің (БКӘ) едәуір ауытқулары байқалды. 2022 және 2023 жылдар тиісінше құрғақ және өте құрғақ жағдайлармен сипатталса, 2024 жыл ылғалдылық тұрғысынан орташа болды. Алынған нәтижелер жергілікті жағдайларға бейімделген бал өндіретін дақылдарды (мысалы, сары донник пен құмды эспарцет) сұрыптап, енгізудің маңыздылығын көрсетеді. Бұл өзгеріп жатқан климат жағдайында тұрақты бал өнімін қамтамасыз етіп, Ақмола облысының дала аймағында үздіксіз бал өнімділігін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** көпжылдық бұршақ тұқымдас дақылдар, балды өсімдіктер конвейері, дала аймағы, өнімділік, нектар өнімділігі.

### ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF PERENNIAL LEGUMINOUS CROPS FOR THE FORMATION OF A MELLIFEROUS CONVEYOR IN THE ARID STEPPE OF THE AKMOLA REGION

Saurov S.Y.\* – Doctoral student, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Serekrayev N.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief researcher of AgrolInnovaConsult LLP, Astana, Republic of Kazakhstan.

This study presents an assessment of the productive potential of perennial leguminous crops (*Medicago × varia*, *Onobrychisarenaria*, *Melilotusofficinalis*) under the arid steppe conditions of the Akmola region of the Republic of Kazakhstan. The research objective was to determine the nectar productivity and honey yield of these plant species to optimize the formation of a continuous melliferous conveyor in the region. Experimental studies were conducted at the A.I. Barayev Research and Production Center for Grain Farming on dark chestnut soils. The research objects included alfalfa (*Medicago × varia*, 'Lazurnaya' variety), Hungarian sainfoin (*Onobrychisarenaria*, 'Shortandinsky Rubin' variety), yellow sweet clover (*Melilotusofficinalis*, 'Sarbas' variety), as well as Carpathian honey bees (*Apis mellifera carpatica*).

It was found that pollination intensity assessed by the number of bees, reached its peak between 11:00 AM and 3:00 PM. The analysis of nectar productivity revealed significant differences among the studied crops. Yellow sweet clover and Hungarian sainfoin demonstrated substantially higher values compared to alfalfa.

During the research period (2022–2024), significant fluctuations in the hydrothermic factor (HTF) and bioclimatic potential (BCP) were observed. The years 2022 and 2023 were characterized by dry and extremely dry conditions, respectively, whereas 2024 had moderate moisture levels. The obtained results highlight the importance of selecting and introducing honey plants adapted to local conditions, such as yellow sweet clover and Hungarian sainfoin, to ensure stable honey production in the face of climate change and to establish a continuous melliferous conveyor in the steppe zone of the Akmola region.

**Key words:** perennial leguminous crops, melliferous conveyor, steppe zone, yield, nectar productivity.

**Введение.** Современное сельское хозяйство сталкивается с рядом вызовов, связанных с необходимостью повышения продуктивности, устойчивости и экологической безопасности. В условиях степной зоны, где природные факторы часто ограничивают возможности интенсивного земледелия, особое внимание следует уделить оптимизации использования медоносных ресурсов. Многолетние бобовые культуры, обладая высокой адаптивностью к засушливым условиям и способностью улучшать почвенное плодородие, представляют собой перспективный инструмент для формирования устойчивого медоносного конвейера, который поддерживает пчеловодство и способствует увеличению биоразнообразия.

Многолетние травы играют значительную роль в улучшении экологической ситуации в различных регионах, способствуя биологизации земледелия и защите почв от эрозии [1, с. 234; 2, с. 238; 3, с. 91]. Исторический опыт и современные исследования подтверждают, что основным фактором, определяющим состояние плодородия почвы в земледелии, являются кормовые культуры, особенно многолетние бобовые травы. К.А. Тимирязев [4, с. 451] подчеркивал, что "едва ли в истории найдется много открытий, которые были бы таким благодеянием для человечества, как включение клевера и вообще бобовых растений в севооборот".

Многолетние травы, как бобовые, так и злаковые, с хорошо развитой корневой системой, оставляют после себя значительное количество органического вещества в почве, что способствует ее структурированию и обогащению азотом, который усваивается клубеньковыми бактериями из атмосферы [5, с.2; 1, с. 234]. Глубокая корневая система люцерны и клевера обогащает пахотный слой фосфором





Рисунок 1 – Пчелосемьи для опыления опытных делянок

Улья системы Дадан вмещают в одном корпусе по 10 рамок. Также проводились наблюдения за дикими опылителями, которые выполняют функции опыления, однако полноценное локальное опыление можно достичь путем подвоза пасеки к медоносным угодьям. Улья были установлены непосредственно около делянок, что дает преимущество в опылении необходимых участков. По мере цветения изучаемых культур проводились наблюдения согласно методике и поставленным задачам.

В качестве контрольного варианта был выбран вариант без опыления. Для предотвращения опыления цветков растений медоносными пчелами на контрольном варианте были установлены марлевые изоляторы, изготовленные в соответствии с конструкцией, описанной в патенте №2420950, принадлежащем Панкову Дмитрию Михайловичу, под названием «Способ определения зависимости урожайности семян энтомофильных культур от опыления пчелами» [18, с. 121] (см. Рис. 2). Данная методика позволила обеспечить изоляцию цветков от воздействия опылителей, что способствовало более точной оценке влияния пчелоопыления на урожайность исследуемых культур.



Рисунок 2 – Установка марлевых изоляторов на опытных участках

Способ позволяет упростить процесс и выявить преимущества медоносных пчел перед дикими опылителями. Использование полимерной сетки с размером отверстий 355-390 микрон для изготовления групповых изоляторов, обеспечивает надежный барьер от нежелательного проникновения чужеродной пыльцы на цветущие растения.

В опытах применялась общепринятая и рекомендованная для региона технология возделывания многолетних бобовых трав [19, с. 1], за исключением изучаемого фактора пчелоопыления. Для изучения зависимости пчелоопыления на урожайность контрольная делянка в 1 м<sup>2</sup> была не доступна (изолирована) для опыления медоносными пчелами.

В ходе проведения исследований были проведены следующие учеты и наблюдения:

1. Определение посевной годности семян по ГОСТ 12038-84 [20, с. 60].
2. Фенологические наблюдения за прохождением фаз роста и развития растений и определение межфазных периодов были проведены по общепринятой методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [19-20].

3. Было произведено определение нектаропродуктивности цветков по методике «Исследование показателей нектаропродуктивности медоносных растений методом смывания» [21, с. 38] Данный метод прост и доступен в полевых условиях, где используется с использованием рефрактометра RL-1.

4. Учет густоты стояния растений по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [19, с. 1; 20, с. 60].
5. Определение высоты растений по фазам развития согласно методике Государственного сортоиспытания [22, с. 11; 23, с. 194].
6. Учет пчелопосещаемости медоносных пчел в опылении культуры [18, с. 121]. Для определения влияния пчелоопыления и степени самоплодности был использован способ определения зависимости урожайности семян энтомофильных культур от опыления пчелами [18, с. 121].
7. Учет численности насекомых-опылителей, посещавших цветки культур, проводился на учетных полосах 20×1 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности, удаленных на 250 м. от пасеки по методу учетной полосы для исследования опылителей Фасулати К. К.
8. Определение структурных элементов урожайности по методике Государственного сортоиспытания [22, с. 11; 23, с. 194].

На рисунке 3 обозначены учетные полосы на поле шпагатом, которые привязаны к кольям и располагались по обе стороны от центра участка. Учеты опылителей проводятся ежедневно с 6 до 18 часов, через каждые 2 часа. Наблюдатель проходит вдоль учетной полосы и подсчитывает число медоносных посещавших цветки.

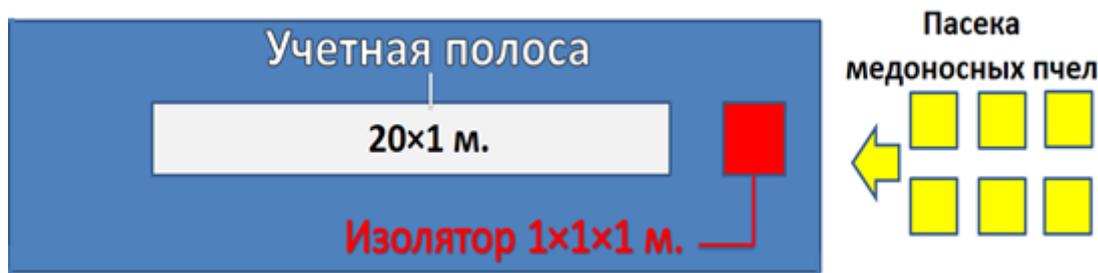


Рисунок 3 – Схема расположения пасеки медоносных пчел, учетных полос и изоляторов на семенных участках

**Результаты.** Медопродуктивность многих медоносных ресурсов колеблется в зависимости от условий обитания, от сложившихся микроклиматических условий (солнечного освещения, температуры воздуха и почвы, влажности воздуха и почвы, ветра, засухи, от широты местности и ее высоты над уровнем моря). У культурных медоносов выделение нектара нередко зависит от условий, создаваемых человеком (тип почвы, агротехника, удобрения, орошение и т.д.). Многие исследователи приходят к заключению, что наиболее интенсивно нектар выделяется при температуре от 22 до 31 °С [10, с. 1]. Для лучшего роста и развития многих медоносных растений оптимальная температура 25-32 °С, а для прохождения фотосинтеза 25-28 °С [10, с. 1]. Сложившиеся температурные условия в период проведения исследования показывают, что во время начала цветения эспарцета, донника и люцерны во время цветения со второй декады июня до первой декады августа среднесуточные температуры воздуха варьировали в диапазоне от 20,0 °С до 24,4°С. Рост и развитие многолетних трав проходили в оптимальных температурных условиях (Рис. 4). Это могло способствовать более интенсивному выделению нектара, что положительно сказывается на медопродуктивности.

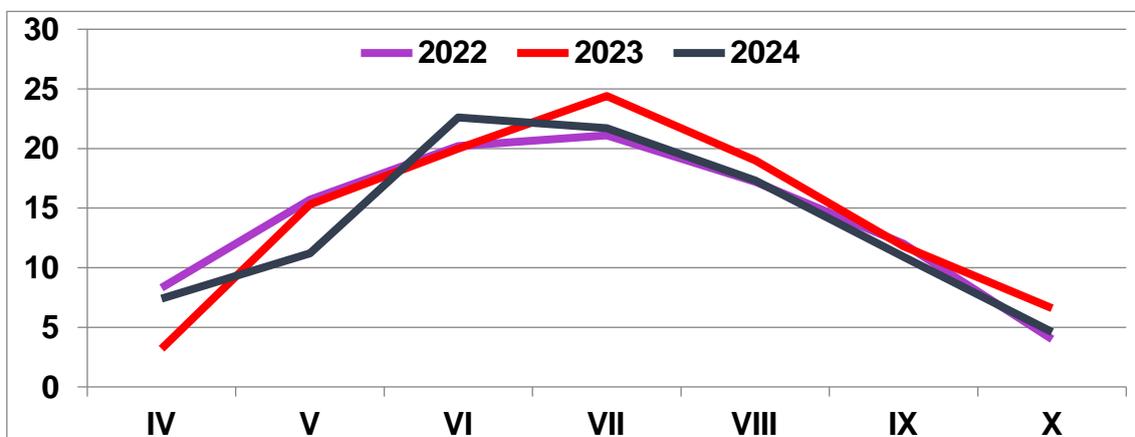


Рисунок 4 – Среднесуточные температура воздуха, °С (за 2022-2024 гг.) в период вегетации многолетних бобовых трав

Анализ метеорологических данных за период вегетации (рис. 5) выявил неравномерное распределение атмосферных осадков по годам. Максимальное количество осадков (334 мм) было зафиксировано в 2024 году, минимальное (156 мм) – в 2023 году. В 2022 году дефицит осадков в начале вегетационного периода (апрель-май) негативно повлиял на начальный рост растений, однако достаточное количество осадков в июле (соответствующее среднемноголетним значениям – 52,9 мм) компенсировало этот дефицит в критический период бутонизации и цветения. В 2023 году, несмотря на обильные осадки в апреле (64,1 мм, в 3 раза превышающие средние многолетние значения), резкое снижение осадков в мае и июне отрицательно сказалось на развитии медоносных культур. Наиболее благоприятными условиями влагообеспеченности характеризовался 2024 год. Обильные осадки в мае (76,9 мм) и августе (106,6 мм) обеспечили оптимальные условия для роста и цветения, что способствовало хорошей медопродуктивности.

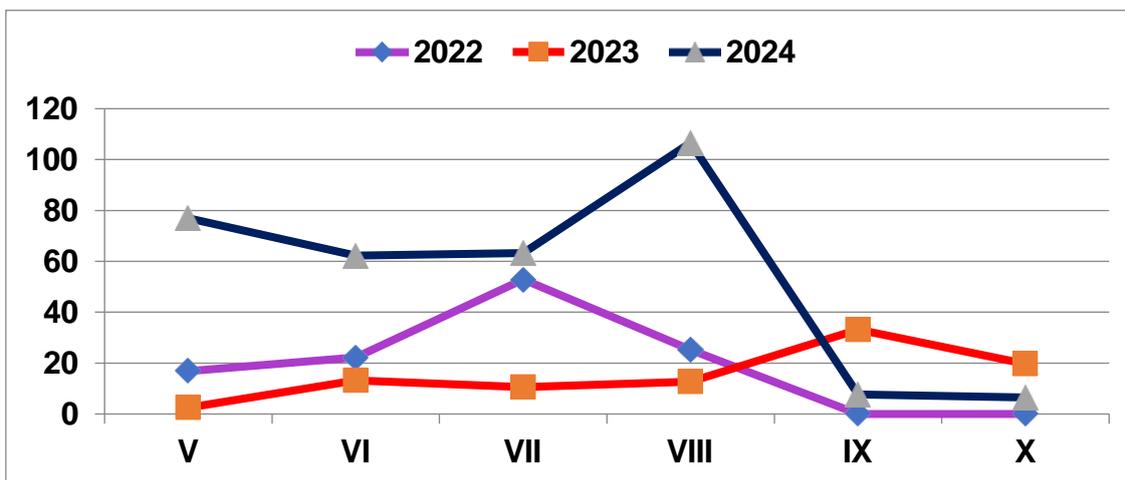


Рисунок 5 – Поступление атмосферных осадков в период вегетации многолетних бобовых культур, мм (за 2022-2024 гг.)

У большинства растений максимальная нектаропродуктивность наблюдается при относительной влажности воздуха в диапазоне 60–80% и влажности почвы на уровне 50-60% от полной влагоемкости. Однако не все виды растений являются влаголюбивыми; например, василек луговой и донники способны выделять нектар даже в условиях сухой погоды [12, с. 195].

Сложившиеся метеорологические условия в годы проведения исследования можно охарактеризовать следующим образом: 2022 год отметился засушливыми условиями с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 0,173, в то время как 2023 год характеризовался очень засушливыми условиями (ГТК 0,126). В 2024 году наблюдались умеренные условия (ГТК 0,303). Анализ биоклиматического потенциала (БКП) по методике Шашко за период 2022-2024 гг. выявил значительные колебания: БКП в 2022 году составил -0,74 (что соответствует очень низкому уровню БКП ≤ 0,8), в 2023 году -0,53, а в 2024 году составил 2,2 (что относится к средней категории БКП = 1,6-2,2). Таким образом, 2024 год оказался наиболее благоприятным с точки зрения биоклиматических условий, в то время как 2023 год был самым неблагоприятным из-за выраженной засухи.

Полученные данные также подтверждают, что медоносные культуры различаются по степени привлекательности для пчел в течение дня. Оптимальные условия для опыления наблюдаются в промежутке с 11:00 до 15:00 (табл. 1), когда количество пчел достигает максимума.

Таблица 1 – Количество пчел опылителей на 20м<sup>2</sup> посевов многолетних бобовых культур в медоносном конвейере в течение суток, час (среднее за 2022-2024 гг.)

Культуры	Время суток					Среднее ±SD
	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	
Люцерна синегибридная	8	76	96	47	23	50±34,2
Эспарцет песчаный	11	66	115	54	25	54,2±38,3
Донник желтый	10	85	124	95	22	67,2±43,5

Донник желтый демонстрирует среднее количество пчел в течение (67,2±43,5). Это вид, показал наибольшую привлекательность для пчел-опылителей в данной местности. Он также показывает более высокую активность в 15:00 по сравнению с другими культурами. Эспарцет песчаный и люцерна синегибридная имеют сопоставимые средние значения количества пчел в течение дня (54,2±38,3 и

50±34,2 соответственно). Вместе с тем, эспарцет показывает более выраженный пик активности в 13:00 (115 пчел).

Анализ данных о завязавшихся цветках у многолетних бобовых культур в рамках медоносного конвейера свидетельствует о том, что наличие медоносных пчел оказывает значительное влияние на увеличение количества завязавшихся цветков на всех трех исследуемых культурах (табл. 2). Все три вида многолетних бобовых культур демонстрируют заметное увеличение числа завязавшихся цветков при опылении медоносными пчелами по сравнению с контрольными участками. В среднем, прирост составляет около 50% для всех исследуемых культур, что подчеркивает важность пчелоопыления для повышения урожайности данных растений.

Таблица 2 – Количество завязавшихся цветков многолетних бобовых культур в медоносном конвейере от опыления медоносными пчелами, % м<sup>2</sup>

Показатели	Варианты опыта							
	2022		2023		2024		в среднем за 3 года	
	участки без пчел (контроль)	участки с пчелами	участки без пчел (контроль)	участки с пчелами	участки без пчел (контроль)	участки с пчелами	участки без пчел (контроль)	участки с пчелами
Люцерна синегибридная	7	55	6	52	9	65	7	57
Эспарцет песчаный	17	65	15	60	22	75	18	67
Донник желтый	6	55	5	50	9	65	7	57

Увеличение составляет более 8 раз для люцерны, 3,7 раза для эспарцета и 8 раз для донника. Это подчеркивает критическую роль пчел в обеспечении успешного опыления и, следовательно их влияние на формирование урожайности семян. Применение пчелоопыления достоверно увеличивает образование завязей у многолетних бобовых. Это подтверждается статистически значимыми различиями ( $t = 32.77, p < 0.001$ ) между участками с пчелами и контрольными участками.

Количество сахара в медоносных культурах играет ключевую роль в медопродуктивности, так как именно сахар является основным источником энергии для пчел. Сахар является основным источником энергии для пчел. Чем больше сахара содержится в нектаре, тем больше энергии пчелы могут получить для своей работы, включая сбор нектара, производство меда и поддержание температуры в улье. Культуры с высоким содержанием сахара более привлекательны для пчел. Это может увеличить количество пчел, посещающих эти растения, что, в свою очередь, повышает эффективность опыления и сбор меда [10, с. 1].

У люцерны синегибридной в среднем за три года показатель количества сахара составляет 21,3 кг/га, что указывает на положительную динамику, но все еще наименьшее значение среди исследуемых культур (табл. 3).

Таблица 3 – Количество сахара у многолетних бобовых культур в медоносном конвейере кг/га,

Культуры	Год			
	2022	2023	2024	среднее за 3 года±SD
Люцерна синегибридная	17,0	18,9	28,0	21,3±5,8
Эспарцет песчаный	39,2	37,0	60,0	45,4± 10,2
Донник желтый	40,0	41,7	74,0	51,9± 12,2
г-коэффициент корреляции		0.99	0.97	

У эспарцета песчаного уровень сахара выше на 15,8 %, чем у люцерны и, в среднем за три года составляет 45,4 кг/га. Самой продуктивной культурой по количеству сахара в среднем за три года (51,9 кг/га) является донник желтый, выше, чем у люцерны на 32,3%. Высокие коэффициенты корреляции ( $r=0,99$  и  $r = 0,97$ ) показывают, что количество сахара, выделяемое этими культурами, является относительно стабильной характеристикой в течение рассматриваемых трех лет, что связано с генетическими особенностями растений.

Пчеловоды могут использовать данные о нектаропродуктивности для выбора наиболее подходящих культур для посева, что позволяет оптимизировать медосбор. Нектаропродуктивность может

варьироваться в зависимости от года, погодных условий и других факторов, что важно учитывать при планировании медосбора [10, с. 1].

Как показывают результаты исследования, среди исследуемых культур нектаропродуктивность люцерны синегибридной по годам в зависимости от сложившихся погодных условий увеличивается с 34,0 кг/га в 2022 году до 56,0 кг/га в 2024 году (табл. 4). Среднее значение за три года составляет 42,6 кг/га, что указывает на относительно низкий уровень нектаропродуктивности по сравнению с другими культурами.

Таблица 4 – Нектаропродуктивность многолетних бобовых культур в медоносном конвейере, кг/га

Культуры	Год			
	2022	2023	2024	среднее за 3 года±SD
Люцерна синегибридная	34,0	37,2	56,0	42,6± 9,9
Эспарцет песчаный	78,4	74,0	120,0	90,8± 19,4
Донник желтый	80,0	83,4	148,0	103,8± 29,3
г-коэффициенткорреляции		0.99	0.96	

Нектаропродуктивность эспарцета песчаного колебалась от 78,4 кг/га до 120,0 кг/га. В среднем за три года составила 90,8 кг/га, что свидетельствует о его более высокой продуктивности в сравнении с люцерной. Наибольшие показатели среди бобовых культур демонстрирует донник желтый, его нектаропродуктивность колебалась от 80,0 до 148,0 кг/га. Средние значения за три года составили 103,8 кг/га, что подтверждает его статус как одной из самых продуктивных медоносных культур. Люцерна синегибридная показала наименьшую изменчивость (SD=9,9) нектаропродуктивности по годам, в то время как донник желтый – наибольшую (SD=29,3). Высокие значения коэффициента корреляции (r=0,99 и r = 0,96) указывают на сильную положительную связь между годами по уровню нектаропродуктивности.

Таким образом, донник желтый и эспарцет песчаный значительно превосходят люцерну синегибридную по нектаропродуктивности. Это делает их более предпочтительными для использования в медоносном конвейере [12, с. 195].

Изучение медопродуктивности помогает понять, как различные климатические условия и методы ведения сельского хозяйства влияют на урожай меда [12, с. 195].

Анализ показателей медопродуктивности исследуемых бобовых культур показал наименьшее значения у люцерны синегибридной в среднем за три года 28,4 кг/га (табл. 5). По годам исследования, в зависимости от роста и развития растения из-за сложившихся метеорологических условий и уровня агротехники, наблюдается рост медопродуктивности с 22,7 в 2022 году до 37,3 кг/га в 2024 году.

Таблица 5 – Медопродуктивность многолетних бобовых культур в медоносном конвейере, кг/га

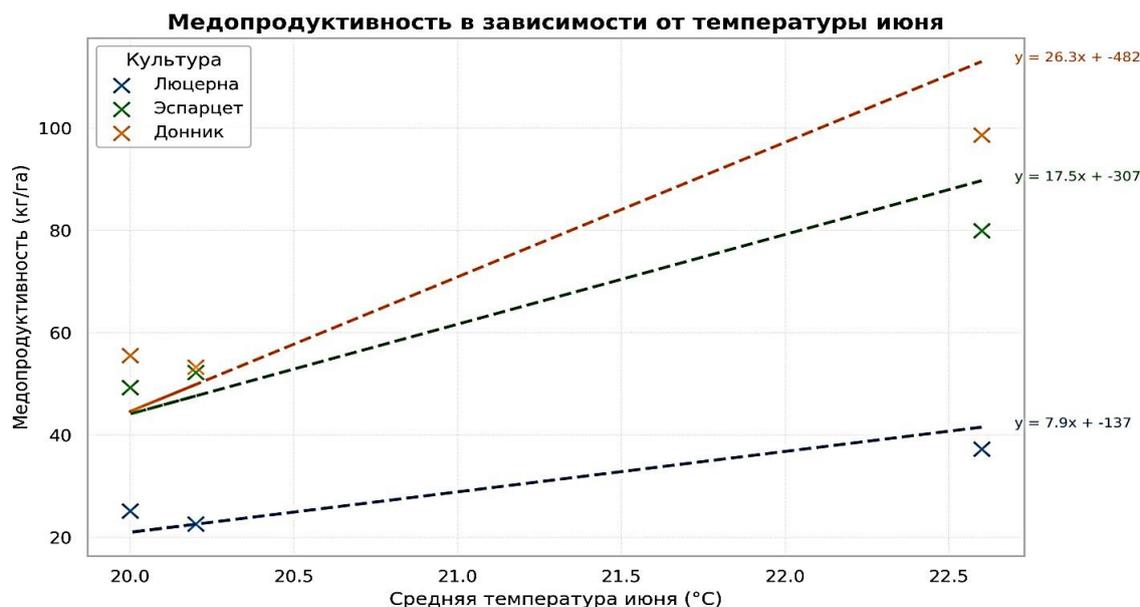
Культуры	Год			
	2022	2023	2024	среднее за 3 года±SD
Люцерна синегибридная	22,7	25,2	37,3	28,4± 7,8
Эспарцет песчаный	52,3	49,3	80,0	60,5± 13,6
Донник желтый	53,3	55,6	98,7	69,2± 20,3
г-коэффициент корреляции		0.99	0.96	

Стабильно устойчивые результаты в течение трех лет получены от посевов эспарцета песчаного, с небольшим снижением в 2023 году (49,3 кг/га по сравнению с 2022 годом (52,3 кг/га)), но затем значительно увеличился до 80,0 кг/га в 2024 году. Средне значение за три года составило 60,5 кг/га, что делает его более продуктивным по сравнению с люцерной.

Наивысшие значения медопродуктивности среди культур у донника желтого, начиная с 53,3 кг/га в 2022 году и достигая 98,7 кг/га в 2024 году. В среднем за три года составило 69,2 кг/га, что подтверждает его высокую медопродуктивность.

Важным аспектом проведенных исследований стало осуществление корреляционного анализа между показателями температуры и медопродуктивности изученных культур. Для этого анализа была построена линейная зависимость с использованием регрессионной модели. Для оценки степени близости показателей применялась метрика R<sup>2</sup>.

На представленной диаграмме отображена зависимость медопродуктивности от средней температуры июня по данным наблюдений за 2022-2024 годы (рис. 6). Каждая культура демонстрирует уникальную реакцию на температурные условия. Замечена четкая тенденция к увеличению медопродуктивности с ростом температуры, что особенно ярко выражено у донника желтого.



**Рисунок 6 – Корреляционная связь между температурой и медопродуктивностью многолетних бобовых культур**

Анализ зависимости медопродуктивности от средней температуры июня выявил значительную положительную корреляцию для всех исследуемых культур. Донник желтый продемонстрировал наибольшую чувствительность к температуре ( $R^2 = 0.74$ ), при этом с повышением температуры наблюдается наибольший прирост медопродуктивности. Это свидетельствует о его высокой адаптивности к засушливым условиям и потенциале для стабильного медосбора в теплые годы. Эспарцет ( $R^2 = 0.75$ ) и люцерна ( $R^2 = 0.711$ ) также показывают устойчивую положительную зависимость, хотя и с меньшей выраженностью. Июньская температура выбрана в качестве ключевого фактора, поскольку именно в этом месяце начинается массовое цветение многолетних бобовых культур и активизируется процесс нектаровыделения. Температурные условия играют решающую роль в формировании медового потенциала в степной зоне.

**Закключение.** Оценка потенциала многолетних бобовых культур по нектаропродуктивности и медопродуктивности возделываемых в медоносном конвейере в условиях засушливой степи Акмолинской области показывает, что донник желтый и эспарцет песчаный значительно превосходят люцерну синегибридную по обоим показателям. Нектаропродуктивность донника желтого, достигающая в среднем 103,8 кг/га, и эспарцета песчаного (90,8 кг/га) указывают на их высокую привлекательность для медоносных пчел, что, в свою очередь, способствует увеличению медопродуктивности. Люцерна синегибридная, несмотря на положительную динамику в нектаропродуктивности (42,6 кг/га), остается наименьшей по сравнению с другими культурами, что ограничивает ее эффективность в медоносном конвейере.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что в условиях засушливой степи Акмолинской области наиболее эффективными культурами для медосбора являются донник желтый и эспарцет песчаный, что делает их предпочтительными для формирования медоносного конвейера.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Тюлин, В. А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья [Текст] / В. А. Тюлин, И. Н. Лазерев, Н. Н. Иванова, Д. А. Вагунин. – Тверь: Тверская ГСХА, 2014. – 234 с.
2. Pavlyuchik, E. N. The role of perennial grasses in treating a sustainable feed base by conveyor use (Роль многолетних трав в создании устойчивой кормовой базы при конвейерном использовании) [Текст] / E. N. Pavlyuchik, A. D. Kapsamun, N. N. Ivanova, V. A. Tyulin, O. S. Silina // AgriculturalscienceEuro-North-East. – 2019. – Т. 20, № 3. – С. 238-246. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.238-246.
3. Сауров, С. Е. Влияние пчелоопыления на урожайность [Текст] / С. Е. Сауров // Universum: химия и биология: электрон.научн. журн. – 2021. – № 1(91). DOI: 10.32743/UniChem.2022.91.1.12825.
4. Темирязов, К. А. Сочинение [Текст] / К. А. Темирязов. – Т. 1. – М.: Сельхозизд, 1953. – 451 с.
5. Cho, Y. Effects of vegetation structure and human impact on understory honey plant richness: implications for pollinator visitation (Влияние структуры растительности и антропогенного воздействия на богатство медоносных растений подлеска) [Текст] / Y. Cho, D. Lee, S. Bae // JournalofEcologyandEnvironment. – 2017. – Т. 41, № 1, публикация 2. DOI: 10.1186/s41610-016-0020-1.

6. Сапрыкин, С. В. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России [Текст] / С. В. Сапрыкин, В. Н. Золотарев, И. С. Иванов и др. – Воронеж: ОАО "Воронежская областная типография", 2020. – 496 с.
7. Павлючик, Е. Н. Роль многолетних трав в создании устойчивой кормовой базы при конвейерном использовании [Текст] / Е. Н. Павлючик, А. Д. Капсамун, Н. Н. Иванова и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20, № 3. – С. 237-245. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.238-246.
8. Ивлева, О. Е. Роль многолетних бобовых трав в кормопроизводстве Приморского края [Текст] / О.Е. Ивлева, С.А. Берсенева, Л.В. Митрополова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 8 (98), Ч. 1. – С. 172-174. DOI: 10.23670/IRJ.2020.98.8.025.
9. Vykova, T. O. Melittophilic complex of plants providing forage base for honey bees (*Apis mellifera*) in the mountain-forest zone of Crimea (Мелиттофильный комплекс растений в Крыму) [Текст] / Т. О. Vykova, A. V. Ivashov, S. P. Ivanovidr. // Ekosistemy. – 2020. – № 21. – С. 123-141. DOI: 10.37279/2414-4738-2020-21-123-141.
10. Almeida, J. M. Effects of the availability of floral resources and neighboring plants on nectar robbery (Влияние доступности цветочных ресурсов) [Текст] / J. M. Almeida, C. C. Missagia, M. A. S. Alves // Current Zoology. – 2021. DOI: 10.1093/cz/zoab083.
11. Rasmussen, C. N. Evaluating competition for forage plants between honey bees and wild bees in Denmark (Оценка конкуренции за кормовые растения) [Текст] / C. N. Rasmussen и др. // PLoS ONE. – 2021. – Т. 16, № 4. – e0250056. DOI: 10.1371/journal.pone.0250056.
12. Kubov, M. Effect of Selected Meteorological Variables on Full Flowering of Some Forest Herbs (Влияние метеорологических факторов на цветение) [Текст] / M. Kubov, B. Schieber, R. Janík // Atmosphere. – 2022. – Т. 13, № 2. – С. 195. DOI: 10.3390/atmos13020195.
13. Ибрагимов, Ш. Т. Флористический состав медоносных растений Ферганской долины [Текст] / Ш. Т. Ибрагимов, А. К. Расулов // Научные исследования в биологии. – 2023. – Т. 12, № 3. – С. 45–52. DOI: 10.54321/sib.2023.03.045.
14. Самсонова, И. Д. Биологический потенциал и структура медоносных ресурсов в Рязанской области [Текст] / И. Д. Самсонова, В. Ю. Нешатаев, До Ван Тхао, НгуенТхиХоа // Вестник СПбГЛТУ. – 2020. – № 229. – С. 85–94.
15. Oertel, E. Nectar and pollen plants [Текст] / E. Oertel // Beekeeping in the United States. – Washington D.C.: USDA Handbook, 1980. – С. 335.
16. Абакарова, М. А. Нектарная и пыльцевая продуктивность энтомофильных растений Дагестана [Текст] / М. А. Абакарова, Т. А. Алиев. – Raleigh, NC: LuluPress, 2016. – 173 с.
17. RU 2035850 С1 Способ определения зависимости урожайности семян энтомофильных культур от опыления пчелами [Текст] / Панков Д. М. – 2011.
18. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст]. – 5-е изд., доп. и перераб. – 1985. – 121 с.
19. RU 2420950 С1 Способ определения урожайности семян энтомофильных культур [Текст] / Панков Д. М. – 2011.
20. Практические рекомендации по весенне-полевым работам в Акмолинской области [Текст]. – Шортанды: НПЦ зернового хозяйства, 2023. – 60 с.
21. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести [Текст]. – М., 1984. – 38 с.
22. Кирилленко, С. К. Нектаровыделение у некоторых кормовых культур [Текст] / С.К. Кирилленко, В.П. Головин // Пчеловодство. – 1985. – №5. – С. 11
23. Методика гос. сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст]. – М., 1989. Вып.2 Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Москва, 1989, 194 с.
24. Методика сортоиспытания сельскохозяйственных растений [Текст]. Утверждена приказом МСХ РК от «13» мая 2011 года. – № 06-2/254. – 81 с.
25. Nick, T. G. Logistic regression (Логистическая регрессия) [Текст] / T. G. Nick, K. M. Campbell // Topics in biostatistics. – 2007. – С. 273–301.
26. Merembayev, T. Soil salinity classification using machine learning algorithms and radar data in the case from the South of Kazakhstan (Классификация засоления почв с использованием алгоритмов машинного обучения и радиолокационных данных на примере юга Казахстана) [Текст] / T. Merembayev, Y. Amirgaliyev, S. Saurov, W. Wójcik // Journal of Ecological Engineering. – 2022. – Т. 23, № 10.
27. Amirgaliyev, Y. Using machine learning algorithm for diagnosis of stomach disorders (Использование алгоритма машинного обучения для диагностики заболеваний желудка) [Текст] / Y. Amirgaliyev, S. Shamiluulu, T. Merembayev, D. Yedilkhan // International Conference on Mathematical Optimization Theory and Operations Research. – 2019. – Cham: Springer International Publishing. – С. 343–355.
28. Sotirchos, E. S. Reporting of R2 statistics for mixed-effects regression models (Отчетность по статистике R2 для моделей регрессии со смешанными эффектами) [Текст] / E. S. Sotirchos, K. C. Fitzgerald, C. M. Crainiceanu // JAMA neurology. – 2019. – Т. 76, № 4. – С. 507.

## REFERENCES:

1. Tiulin V.A., Lazerev I.N., Ivanova N.N., Vagunin D.A. **Mноголетние бобовые травы в агроландшафтах Нечернозем'я** [Perennial legume grasses in the cultivated lands of the Non-Black Soil Region]. Tver, Tverskaya GSHA, 2014, 234 p. (In Russian)
2. Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Ivanova N.N., Tyulin V.A., Silina O.S. **The role of perennial grasses in creating a sustainable feed base by conveyor use**. *Agricultural science Euro-North-East*, 2019, vol. 20, no. 3, pp. 238–246. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.238-246>
3. Saurov S.E. **Vliyanie pcheeloopy'leniya na urozhaynost'** [Effect of bee pollination on yield]. *Univer-sum: khimiya i biologiya*, 2021, no. 1(91). <https://doi.org/10.32743/UniChem.2022.91.1.12825> (In Russian)
4. Temiryazev K.A. **Sochinenie** [Writings]. Moscow, Selkhozizdat, 1953, vol. 1, 451 p. (In Russian)
5. Cho Y., Lee D., Bae S. **Effects of vegetation structure and human impact on understory honey plant richness: implications for pollinator visitation**. *Journal of Ecology and Environment*, 2017, vol. 41, no. 1, article 2. <https://doi.org/10.1186/s41610-016-0020-1>
6. Saprykin S.V., Zolotarev V.N., Ivanov I.S. et al. **Nauchny'e osnovy' selekcii i semenovodstva mnogoletnih trav v Central'no-Chernozemnom regione Rossii** [Scientific basis of selection and seed production of perennial grasses in the Central Black Earth Region of Russia]. Voronezh, OAO Voronezhskaya oblastnaya tipografiya, 2020. 496 p. (In Russian)
7. Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Ivanova N.N. et al. **Rol' mnogoletnih trav v sozdanii ustojchivoj kormovoj bazy' pri konvejernom ispol'zovanii** [The role of perennial grasses in creating a sustainable forage base in the conditions of conveyor use]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2019, vol. 20, no. 3, pp. 237–245. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.238-246>. (In Russian)
8. Ivleva O.E., Berseneva S.A., Mitropolova L.V. **Rol' mnogoletnih bobovy'h trav v kormo-proizvodstve Primorskogo kraja** [The role of perennial legume grasses in forage production of Primorsky Krai]. *Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2020, no. 8(98), part 1, pp. 172–174. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.98.8.025> (In Russian).
9. Bykova T.O., Ivashov A.V., Ivanov S.P. et al. **Melittophilic complex of plants providing forage base for honey bees (*Apis mellifera*) in the mountain-forest zone of Crimea**. *Ekosistemy*, 2020, no. 21, pp. 123–141. <https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-21-123-141>
10. Almeida J.M., Missagia C.C., Alves M.A.S. **Effects of the availability of floral resources and neighboring plants on nectar robbery**. *Current Zoology*, 2021. <https://doi.org/10.1093/cz/zoab083>
11. Rasmussen C.N., et al. **Evaluating competition for forage plants between honey bees and wild bees in Denmark**. *PLoS ONE*, 2021, vol. 16, no. 4. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250056>
12. Kubov M., Schieber B., Janik R. **Effect of selected meteorological variables on full flowering of some forest herbs**. *Atmosphere*, 2022, vol. 13, no. 2, pp. 195. <https://doi.org/10.3390/atmos13020195>
13. Ibragimov Sh.T., Rasulov A.K. **Floristicheskij sostav medonosny'h rastenij Ferganskoj doliny'** [Floristic composition of melliferous plants of the Fergana Valley]. *Nauchny'e issledovaniya v biologii*, 2023, vol. 12, no. 3, pp. 45–52. <https://doi.org/10.54321/sib.2023.03.045>. (In Russian)
14. Samsonova I.D., Neshataev V. Yu., Do Van Thao, Nguyen Thi Hoa. **Biologicheskij potencial i struktura medonosny'h resursov v Ryazanskoj oblasti** [Biological potential and structure of melliferous resources in Ryazan region]. *Vestnik SPbGLTU*, 2020, no. 229, pp. 85–94. (In Russian)
15. Oertel E. **Nectar and pollen plants**. In: *Beekeeping in the United States*. Washington D.C., USDA Handbook, 1980, pp. 335.
16. Abakarova M.A., Aliev T.A. **Nektarnaya i py'l'cevaya produktivnost' e'ntomofil'ny'h rastenij Dagestana** [Nectar and pollen productivity of entomophilous plants of Dagestan]. Raleigh, NC, LuluPress, 2016. 173 p. (In Russian)
17. Pankov D.M. **Sposob opredeleniya zavisimosti urozhajnosti semyan e'ntomofil'ny'h kul'tur ot opy'leniya pchelami** [Method for determining seed yield dependence of entomophilous crops on bee pollination]. Patent RU 2035850 C1, 2011. (In Russian)
18. Dospekhov B.A. **Metodika polevogo opy'ta** [Field experiment methodology]. 5th ed., 1985, 121 p. (In Russian)
19. Pankov D.M. **Sposob opredeleniya urozhajnosti semyan e'ntomofil'ny'h kul'tur** [Method for determining the seed yield of entomophilous crops]. Patent RU 2420950 C1, 2011. (In Russian)
20. **Prakticheskie rekomendacii po vesenne-polevy'm rabotam v Akmolinskoj oblasti** [Practical recommendations for spring field work in Akmola region]. Shortandy', NPC zernovogo khozyajstva, 2023. 60 p. (In Russian).
21. **GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyajstvenny'h kul'tur. Metody' opredeleniya vshozhesti** [Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination]. Moscow, 1984, 38 p. (In Russian)
22. Kirillenko S.K., Golovin V.P. **Nektarovy'delenie u nekotory'h kormovy'h kul'tur** [Nectar secretion in some forage crops]. *Pchelovodstvo*, 1985, no. 5, pp. 11. (In Russian)
23. **Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur** [Methods of state variety testing of agricultural crops]. Vy'p.2 Zernovy'e, krupyany'e, zernobobovy'e, kukuruza i kormovy'e kul'tury', Moscow, 1989. 194 p. (In Russian)

24. **Metodika sortoispy'taniya sel'skohozyajstvenny'h rastenij** [Methods for variety testing of agricultural plants]. Approved by Order of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated May 13, 2011 No. 06-2/254, 81 p. (In Russian)
25. **Nick T.G., Campbell K.M. Logistic regression.** In: *Topics in Biostatistics*, 2007, pp. 273–301.
26. **Merembayev T., Amirgaliyev Y., Saurov S., Wójcik W. Soil salinity classification using machine learning algorithms and radar data in the case from the South of Kazakhstan.** *Journal of Ecological Engineering*, 2022, vol. 23, no. 10.
27. **Amirgaliyev Y., Shamiluulu S., Merembayev T., Yedilkhan D. Using machine learning algorithm for diagnosis of stomach disorders.** In: *International Conference on Mathematical Optimization Theory and Operations Research.* Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 343–355.
28. **Sotirchos E.S., Fitzgerald K.C., Crainiceanu C.M. Reporting of R2 statistics for mixed-effects regression models.** *JAMA Neurology*, 2019, vol. 76, no. 4, pp. 507.

#### Сведения об авторах:

Сауров Султан Ергалиұлы\* – докторант, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Айтматова 40, кв. 171, тел.: +7-705-418-14-07, e-mail: sultan.saurov@mail.ru.

Серекпаев Нурлан Амангельдинович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ГНС ТОО «AgroInnovaConsalt», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Бектурова, 7, кв. 144, тел.: +7-776-292-47-30, e-mail: nurlanserekpayev1@gmail.com.

Сауров Сұлтан Ергалиұлы\* – докторант, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ, Айтматов көш 40, 171 пәтер, тел.: +7-705-418-14-07, e-mail: sultan.saurov@mail.ru.

Серекпаев Нұрлан Амангелдіұлы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «AgroInnovaConsalt» ЖШС Бас ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ, Бектұров көш, 7, 144 пәтер, тел.: +7-776-292-47-30, e-mail: nurlanserekpayev1@gmail.com.

Saurov Sultan Yergaliuly\* – Doctoral student, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 40 Aitmatov Str, apt. 171, tel.: +7-705-418-14-07, e-mail: sultan.saurov@mail.ru.

Serekpayev Nurlan Amangeldinovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief researcher of AgroInnovaConsalt LLP, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 7 Bekturov Str., apt. 144, tel.: +7-776-292-47-30, e-mail: nurlanserekpayev1@gmail.com.

MPHTI 70.01.05

УДК 68.47.31

<https://doi.org/10.52269/RWEP2521154>

#### МОНИТОРИНГ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА СЕЛЬХОЗУГОДИЯХ ТОО «ЕСИЛЬ-АГРО» И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ СКОПЛЕНИЯ ДРЕНАЖНЫХ ТАЛЫХ ВОД

Сарсекова Д.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан факультета «Лесное хозяйство и земельные ресурсы», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Перзадаева А.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры экологии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Токтасынова Ф.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, PhD кафедры «Лесные ресурсы, охотоведение и рыбное хозяйство», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы.

Сатыбалдиева Г.Т.\* – магистр сельскохозяйственных наук, докторант, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан.

В данной статье проведена лесотаксационная оценка полезащитных насаждений на сельскохозяйственных угодиях ТОО «Есиль-Агро» Бурабайского района Акмолинской области. Полезащитные лесные полосы спроектированы в виде 3, 4, и 6-ти рядных продольных полос. Общая площадь составляет 792,8 га. Породный состав древесно-кустарниковой растительности представлен 12 породами. Требуется коренная реконструкция полезащитных лесных полос. Проведены геодезические работы по определению нижнего уровня рельефа местности с целью выявления оптимального места скопления дренажных талых вод. Построена цифровая модель потенциального пруда-