

DOI
УДК 633.2.03

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ
ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**
Ф.Н. Сафиоллин, А.Р. Валиев, М.М. Хисматуллин, С.Р. Сулейманов, С.В. Сочнева

Реферат. Исследования проводили с целью разработки и освоения высокоэффективных приемов поверхностного улучшения пойменных лугов с частичным сохранением старого травостоя и подсевом новых многолетних трав на основе широкого использования современных комплексных сельскохозяйственных машин и орудий. Работу выполняли в 2016–2020 гг. в Республике Татарстан. Схема опыта включала следующие варианты: обработка дернины пойменного луга (фактор А) – без обработки, дискование БДН 4×4 + плоскорезная обработка на глубину 22...24 см КППГ-2-150, обработка универсальным культиватором-плоскорезом с боронами прокальвающего действия (КПУ-5,4), обработка культиватором-плоскорезом с бороной-луцильником перфорирующего действия (КПБЛ-3); подсев многолетних трав и минеральные удобрения (фактор В) – без подсева и без удобрений; подсев люцерно-кострецовой травосмеси из расчета 12 кг/га (6 млн шт./га всхожих семян) в сочетании с ежегодным внесением весной $N_{45}P_{20}K_{45}$. В качестве контроля выступал естественный травостой без обработки, подсева и внесения минеральных удобрений. Результаты исследований показали высокую эффективность комплексного применения следующих агротехнических приемов: послойная обработка почвы с использованием культиватора-плоскореза, оборудованного бороной-луцильником перфорирующего действия (КПБЛ-3), подсев семян многолетних трав и ежегодная весенняя подкормка $N_{45}P_{20}K_{45}$. При этом урожайность зеленой массы пойменного луга возрастает, по сравнению с исходным травостоем, в 2,74 раза, рентабельность производства кормов составляет 73,6 %, себестоимость снижается до 6910 руб. при цене реализации 1000 кормовых единиц 12000 руб. Затраты совокупной энергии на поверхностное улучшение пойменного луга возрастают с 18,4 ГДж/га в контрольном варианте до 21,6 ГДж/га, однако накопление обменной энергии в кормах превышает эти затраты в 3,2 раза.

Ключевые слова: пойменные луга, техника и технология, поверхностное улучшение, подсев, люцерно-кострецовые травосмеси, полевая всхожесть, плотность травостоя, зеленая масса, урожайность, кормовые единицы, рентабельность, себестоимость, биоэнергетический коэффициент.

Введение. В развитых странах мира с высокой продуктивностью скота, где продукты животноводства конкурентоспособны, более половины кормов заготавливают на улучшенных пойменных лугах, которые отличаются высоким плодородием почвенного покрова и близким залеганием грунтовых вод [1]. С другой стороны, в травянистых кормах содержится более 20-ти витаминов (А, В, С, D, Е, Р), 20...22 мг% каротина, 14...16 % переваримого протеина и такие незаменимые аминокислоты как лизин, метионин, триптофан, валин и др. [2].

Кроме того, в структуре затрат на производство молока и мяса на долю кормов приходится 50...60 % [3]. Поэтому корма, заготавливаемые естественных угодьях должны быть не только полноценными, но и низкозатратными [4, 5].

Существующая технология коренного улучшения пойменных лугов, основанная на полном уничтожении старой дернины и посева новых видов многолетних трав, не соответствует современным требованиям с экономической точки зрения [6, 7].

Так, продуктивное долготеление высеваемых многолетних трав составляет 4...5 лет и требуется периодическое перезалужения [8]. Во время половодья существует риск смыва плодородного слоя почвы. Поэтому в последние годы 125 тыс. га пойменных лугов Республики Татарстан, распаханые в конце прошлого

века, переведены в категорию неудобных земель (фактически заброшены) [9].

Цель исследований – разработка и внедрение высокоэффективных приемов поверхностного улучшения пойменных лугов с частичным сохранением старого травостоя и подсева новых многолетних трав на основе широкого использования комплексных сельскохозяйственных машин серийного производства (КПУ-5,4) и новых машин конструкции Казанского государственного аграрного университета (КПБЛ-3).

Условия, материалы и методы. Работу проводили в 2016–2020 гг. в полевом опыте, заложенном в КФХ-ИП «Вафин Р. К.» Лаишевского муниципального района Республики Татарстан на центральной части пойменного луга реки Меша с координатами: 55.57844 с.ш., 49.32398 в.д.

Для достижения поставленной цели в схему полевого опыта были включены следующие варианты: обработка дернины пойменного луга (фактор А) – без обработки; дискование БДН 4×4 + плоскорезная обработка КППГ-2-150 на глубину 22...24 см (далее – БДН 4×4 + КППГ-2-150); обработка универсальным культиватором-плоскорезом с боронами прокальвающего действия Пермского машиностроительного завода (КПУ-5,4); обработка культиватором-плоскорезом, оборудованным бороной-луцильником перфорирующего действия конструкции Казанского ГАУ (КПБЛ-3) [10];

подсев многолетних трав и минеральные удобрения (фактор В) – без подсева и удобрений; подсев люцерно-кострецовой травосмеси из расчета 12 кг/га (6 млн шт./га всхожих семян) в сочетании с ежегодным внесением весной $N_{45}P_{20}K_{45}$.

Агрохимические показатели типичной аллювиально-луговой почвы были следующими: содержание гумуса – 4,72 % (по Тюрину), подвижного фосфора и калия – соответственно 126 и 132 мг/кг (по Кирсанову), рН солевой вытяжки – 6,05, плотность сложения почвы – 1,36 г/см³, содержание водопрочных агрегатов – 52 %.

Учеты и наблюдения проводили по методике ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса.

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований были типичными – от жарких острозасушливых (2018 г.) до относительно прохладных и влажных (2017 г.).

Таблица 1 – Плотность сложения аллювиально-луговых почв в зависимости от приемов послойной обработки пойменного луга изучаемыми сельскохозяйственными машинами (2016 г.)

Вариант	Плотность, г/см ³	± к контролю	
		г/см ³	%
Без обработки (контроль)	1,36	-	-
БДН-4×4 + КППГ-2-150	1,12	-0,24	-17,6
КПУ-5,4	1,23	-0,13	-9,6
КПБЛ-3	1,18	-0,18	-13,2

Самое быстрое и существенно уменьшение плотности сложения почвы происходит в варианте с дискованием БДН-4×4 и последующей плоскорезной обработкой на глубину 22...24 см – 1,12 г/см³ против 1,36 г/см³ под естественным травостоем, или ниже контроля на 17,6 %.

Вторую позицию занимает вариант с использованием КПБЛ-3. За один проход стрельчатые лапы культиватора плоскореза луцильника разрыхляют почву на глубине 22...24 см, а зубья перфорирующей бороны, уничтожают все виды кочек и интенсивно разрыхляют

Экономическую эффективность изучаемых приемов повышения продуктивности пойменных лугов рассчитывали общепринятым методом – путем сопоставления общих затрат со стоимостью полученной продукции, переведенной в кормовые единицы (12000 руб./ за 1 т овса в 2020 г.). При обработке полученных данных также определяли энергетическую эффективность изучаемых приемов поверхностного улучшения пойменных лугов.

Результаты и обсуждение. Оптимальные условия для роста и развития растений пойменных лугов создаются, когда плотность сложения почвы в корнеобитаемом слое составляет 1,1...1,2 г/см³ [11]. Этому требованию полностью соответствуют все варианты обработки почвы и дернины, включая использование новых сельскохозяйственных машины КПУ-5,4 и КПБЛ-3 (табл. 1).

дернину на глубину 8...10 см. В результате плотность сложения почвенного слоя 0...24 см снижается на 13,2 %, по сравнению с контролем. Следует также отметить существенную разницу в пользу обработки универсальным культиватором-плоскорезом КПУ-5,4. В этом варианте опыта плотность сложения почвы пойменного луга снижается до 1,23 г/см³.

Использование КПБЛ-3 одновременно создает плотное семяложе, что способствует значительному росту полевой всхожести семян подсеваемой люцерно-кострецовой травосмеси (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние различных способов предпосевной подготовки аллювиально-луговых почв на полевую всхожесть семян люцерны и костреца безостого (2016 г.)

Вариант	Количество всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	+- к контролю		Плотность травостоя перед скашиванием, шт./м ²	
			шт./м ²	%		
Прямой подсев (контроль)	94,8	15,8	-	-	498	
Подсев после обработки	БДН-4×4 + КППГ-2-150	320,4	53,4	225,6	37,6	745
	КПУ-5,4	255,6	42,6	160,8	26,8	607
	КПБЛ-3	292,2	48,7	197,4	32,9	682
НСР ₀₅	24,3					

Через 10 суток после подсева люцерно-кострецовой травосмеси с нормой высева семян 12 кг/га со средней массой 1000 семян 2 г (600 шт./м²) в контроле взошли 94,8 шт./м² против 320,4 шт./м² в лучшем варианте опыта (дискование + плоскорезная обработка).

При использовании КПБЛ-3 полевая всхожесть подсеваемых многолетних трав возросла до 48,7 %, что выше контроля на 197,4 шт./м², или на 32,9 %. В варианте с предпосевной подготовкой почвы универсальным культиватором-плоскорезом (КПУ-5,4)

величина этого показателя, по сравнению с контролем, существенно возростала, но была ниже, чем при использовании других исследуемых орудий [12, 13].

В итоге, плотность травостоя перед первым укосом в 2017 г. при прямом подсеве (без обработки дернины) составила 498 шт./м², а при дисковании с плоскорезной обработкой – 745 шт./м². Результаты анализа плотности травостоя свидетельствуют о высокой эффективности КПБЛ-3 для послойной обработки дернины и почвы пойменного луга, после которого она составляла 682 шт./м², что выше контроля на 184 шт./м². Причем в отличие от варианта опыта с дискованием дернины и плоскорезной обработкой почвы такой высокий результат был достигнут на фоне двукратного сокращения числа проводимых

технологических операций.

Формирование плотного травостоя оказало прямое воздействие на урожайность улучшенного пойменного луга (табл. 3). Изучаемые технические средства и технологии обработки почвы пойменного луга обеспечивают разную степень рыхления дернины. В последующем из каждого разрезанного фрагмента развивается новое растение. Поэтому поверхностную обработку дернины называют омолаживанием. В результате урожайность зеленой массы в наших исследованиях возростала с 12,6 т/га в контроле (без обработки дернины) до 16,0 т/га в варианте с дискованием и плоскорезной обработкой. Однако прибавка урожайности на уровне 1,2...3,4 т/га зеленой массы не обеспечивала окупаемости энергетических затрат на обработку пойменного луга.

Таблица 3 – Влияние способов поверхностного улучшения на урожайность пойменного луга (среднее за 2017–2020 гг.), т/га зеленой массы

Обработка почвы (фактор А)	Подсев (фактор В)		Подсев + N ₄₅ P ₃₀ K ₄₅	Прибавка	
	без подсева мн. трав	подсев мн. трав, 12 кг/га		т/га	%
Естественный травостой (контроль)	12,6	16,4	20,7	-	-
БДН-4×4 + КПГ-2-150	16,0	24,7	36,4	15,7	75,8
КПУ-5,4	13,8	18,6	31,2	10,5	50,7
КПБЛ-3	14,5	22,8	34,6	13,9	67,1
НСР ₀₅	0,89	1,21	1,92		

Подсев люцерно-кострецовой травосмеси из расчета 6 млн шт./га всхожих семян способствовало повышению урожайности зеленой массы пойменного луга до 24,7 т/га в варианте с принятой предпосевной подготовкой почвы (дискование + плоскорезная обработка) прибавка составила 8,7 т/га.

Предпосевная подготовка почвы с использованием КПБЛ-3 и подсев многолетних трав также способствовали повышению продуктивности пойменного луга (22,8 т/га против 16,4 т/га в контроле). Разница с вариантом дискование + плоскорезная обработка составила 1,9 т/га зеленой массы при НСР₀₅ 1,21 т/га.

Сравнительная оценка факторов формирования высокопродуктивного агроценоза пойменного луга (предпосевная подготовка почвы, подсев в сочетании с весенней подкормкой N₄₅P₃₀K₄₅) показывает главенство минеральных удобрений.

При их использовании урожайность зеленой массы в варианте БДН-4×4 + КПГ-2-150 увеличивалась, по сравнению с урожайностью пойменного луга до поверхностного улучшения, в 2,9 раза.

В варианте с обработкой почвы и дернины КПБЛ-3 также отмечали весьма высокие результаты – повышение урожайности в 2,7 раза. Разница между двумя ранее упомянутыми вариантами опыта составила 1,8 т/га зеленой массы и была математически

не достоверна (НСР₀₅ 1,92 т/га).

Основным показателем качества кормов выступает валовой сбор кормовых единиц, при расчете которых учитывают содержание сырого протеина, сырого жира, суммы сахаров и др. (табл. 4).

Самая высокая величина этого показателя (8,01 тыс. корм. ед./га) отмечена при послойной обработке дернины с применением дисковой борона БДН-4×4 и плоскорезной обработки почвы КПГ-2-150 в сочетании с подсевом семян люцерно-кострецовой травосмеси и весенней подкормкой N₄₅P₃₀K₄₅ (прибавка к контролю 114,7 %).

Такое значительное увеличение валового сбора кормовых единиц, кроме всего прочего, объясняется тем, что в зеленой массе люцерны содержится значительно больше сырого протеина, чем в разнотравье пойменного луга. Вторую позицию по продуктивности занимает вариант с использованием КПБЛ-3 с прибавкой 3,88 тыс. корм. ед./га, что выше контроля на 104 %.

Главным условием производства продуктов питания, в том числе молока, мяса, яиц и др. была и остается материальная заинтересованность сельхозтоваропроизводителя. Она складывается из двух факторов: себестоимость и цена реализации валовой продукции.

Существует два основных способа расчета экономических показателей производства кормов [14].

Таблица 4 – Валовой сбор кормовых единиц в зависимости от изучаемых приемов поверхностного улучшения пойменных лугов (подсев и внесение $N_{45}P_{30}K_{45}$, в среднем за 2017–2022 гг.)

Вариант	Валовой сбор кормовых единиц, тыс./га	Прибавка	
		тыс. к.ед./га	%
Естественный травостой (контроль)	3,73	-	-
БДН-4×4 + КПГ-2-150	8,01	4,28	114,7
КПУ-5,4	6,55	2,82	75,6
КПБЛ-3	7,61	3,88	104,0

Первый из них заключается в определении стоимости валовой продукции (мяса и молока) с учетом затраченного объема кормов для их производства.

Однако посложку в производстве животноводческой продукции, помимо кормов, большое значение имеют и другие статьи затрат рассчитать истинные значения чистой

прибыли, рентабельности, себестоимости весьма затруднительно. В связи с этим мы использовали второй способ, основанный на переводе урожайности зеленой массы в кормовые единицы и умножении валового сбора кормовых единиц на цену реализации зерна овса, которая в 2020 г. была равна 12000 руб./т (табл. 4).

Таблица 4 – Сравнительная оценка энергетической и экономической эффективности технологий поверхностного улучшения пойменных лугов

Показатель	Исходный травостой (контроль)	БДН-4×4 + КПГ-2-150	КПУ-5,4	КПБЛ-3
Валовой сбор, тыс. корм. ед./га	3,73	8,01	6,55	7,61
Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	44,7	96,1	78,6	91,3
Общие затраты, тыс. руб./га	31,8	58,4	50,8	52,6
Условно-чистый доход, тыс. руб./га	12,9	37,7	27,8	38,7
Рентабельность, %	28,8	64,6	54,7	73,6
Себестоимость 1 тыс. корм. ед., тыс. руб.	8,52	7,29	7,75	6,91
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	18,4	26,7	20,8	21,6
Валовой сбор обменной энергии, ГДж/га	31,6	69,8	63,1	68,9
Биоэнергетический коэффициент	1,7	2,6	3,0	3,2

Использование КПБЛ-3 обеспечило получение с 1 га пойменного луга 3,87 тыс. руб. условно-чистого дохода. Рентабельность производства кормов на улучшенных пойменных лугах составила 73,6 % против 28,8 % в контроле или 64,6 % в варианте с технологией, предусматривающей обработку БДН-4×4 и КПГ-2-150.

По мере интенсификации технологий поверхностного улучшения (обработка почвы и дернины с использованием КПБЛ-3, подсев новых видов многолетних трав, ежегодная весенняя подкормка $N_{45}P_{30}K_{45}$) энергетические затраты, как и денежные, возрастают с 18,4 в контроле до 21,6 ГДж/га. Однако

накопление обменной энергии в кормах опережает затраты совокупной энергии в 3,2 раза, что значительно выше, чем при производстве зерна яровой пшеницы.

Выводы. Проведение послойного рыхления пойменного луга с использованием КПБЛ-3, подсев люцерно-кострецовой травосмеси из расчета 12 кг/га и ежегодной весенней подкормкой $N_{45}P_{30}K_{45}$ обеспечивает производство более 7,5 тыс. корм. ед. с 1 га с низкой себестоимостью продукции. При использовании рекомендуемой техники и соблюдении технологий урожайность зеленой массы пойменного луга возрастает, по сравнению с исходным травостоем, в 2,74 раза.

Литература

1. Противоэрозионная мелиорация в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев, М. М. Хисматуллин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2 (66). С. 47–54.
2. Сафиоллин Ф. Н. Система мелиоративного земледелия в Республике Татарстан. Казань: ООО «Центр инновационных технологий», 2015. 318 с.
3. Шайтанов О. Л., Низамов Р. М., Захарова Е. И. Оценка влияния глобального потепления на климат

Татарстана // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4 (40). С. 102–112.

4. Анализ и тенденции развития сельского хозяйства в условиях цифровизации / А. К. Субаева, М. Н. Калимуллин, М. М. Низамутдинов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1 (65). С. 135–141.

5. Инновационный ресурс производства высококачественных объемистых кормов на природных сенокосах / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, А.В. Родионова и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 2. С. 40–43.

6. Булгариев Г. Г., Валиев А. Р., Пикмуллин Г. В. Совершенствование влагоаккумулирующей техники и технологии // Машины и орудия для поверхностной обработки почвы (конструкция, теория, расчет, эксплуатация). Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. 288 с.

7. Экономическая эффективность технологии создания и использования культурных пастбищ на основе усовершенствованных злаковых и бобовозлаковых травостоев / А.А. Кутузова, К.Н. Привалова, Д.М. Тебердиев и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 10. С. 9–13.

8. Ахметзянова Р. Р., Каримов Х. З., Ахметзянов Р. Р. Некорневая подкормка растений люцерны при возделывании на семена // Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 17–20.

9. Тагиров, М. Ш., Шайтанов О. Л., Шарипова Г. Ф. Оценка накопления органического вещества новыми сортами люцерны в серых лесных почвах Татарстана // Земледелие. 2015. № 3. С. 17–20.

10. Modeling the technological process of tillage / S. G. Mudarisov, I. I. Gabitov, Y. P. Lobachevsky, et al. // Soil & Tillage Research. 2019. Vol. 190. P. 70–77.

11. Reasoning of modular-type tillage and seeding machines construction diagram and parameters / S. G. Mudarisov, I. I. Gabitov, R. S. Rakhimov, et al. // Journal of the Balkan Tribological Association. 2019. Vol. 25. No. 3. P. 695–707.

12. Влагоаккумулирующая технология и техника восстановления сенокосов и пастбищ / А. Ю. Измайлов, Н. К. Мазитов, С. Ю. Дмитриев и др. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 4. С. 59–62.

13. Soil compaction management: Reduce soil compaction using a chain-track tractor / S. Mudarisov, I. Gainullin, I. Gabitov, et al. // Journal of Terramechanics. 2020. Vol. 89. P. 1–12. URL: <https://www.researchgate.net/publication/341795941> (дата обращения: 12.09.2022). doi: 10.1016/j.jterra.2020.02.002

14. Валиев А.Р. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / А. Р. Валиев, А.В. Комиссаров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 160–166.

15. Forecasting the production of agricultural machinery in the Russian Federation / V. V. Nosov, M. G. Tindova, K. A. Zhichkin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : II International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science", Smolensk, Russian Federation, 23–27 января 2022 года. – Smolensk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012014. – DOI 10.1088/1755-1315/1045/1/012014. – EDN YQAVF

Сведения об авторах:

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры землеустройства и кадастров, e-mail: faik1948@mail.ru

Валиев Айрат Расимович – доктор технических наук, ректор, e-mail: info@kazgau.com

Хисматуллин Марс Мансурович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры организации сельскохозяйственного производства, e-mail: rezi-almet@yandex.ru

Сулейманов Салават Рязанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, e-mail: dusai@mail.ru

Сочнева Светлана Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

TECHNIQUE AND TECHNOLOGY OF SURFACE IMPROVEMENT OF FLOODPLAIN MEADOWS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

F.N. Safiollin, A.R. Valiev, M.M. Hismatullin, S.R. Suleymanov, S.V. Sochneva

Abstract. Research with the aim of developing and implementing highly effective methods of surface improvement of floodplain meadows with partial preservation of old herbage and sowing of new perennial grasses based on the widespread use of modern integrated agricultural machines and implements was carried out in 2016–2020 in the Republic of Tatarstan. The scheme of the experiment included the following options: processing of the sod of the floodplain meadow (factor A) – without processing; disking BDN 4 × 4 + flat-cutting processing to a depth of 22 ...24 cm KPG-2-150; processing with a universal cultivator-planar cutter with piercing action harrows (KPU-5,4) of the Perm Machine-Building Plant; processing with a cultivator-planar cutter equipped with a perforating action harrow (KPBL-3) of the Kazan State Agrarian University design; sowing of perennial grasses and mineral fertilizers (factor B) – without sowing and without fertilizers; sowing of alfalfa-stalk grass mixture at the rate of 12 kg/ha (6 million pcs/ha of germinating seeds) in combination with annual application in spring N₄₅P₂₀K₄₅. The control was a natural grass stand without processing, without sowing and without applying mineral fertilizers. The results of the research have shown high efficiency of the complex application of the following agrotechnical techniques: layer-by-layer tillage using a cultivator-planer equipped with a perforating action harrow (KPBL-3), sowing seeds of perennial grasses and annual spring fertilizing N₄₅P₂₀K₄₅. At the same time, the yield of the green mass of the floodplain meadow increases by 2.74 times compared to the original herbage, the profitability of feed production is 73.6%, the cost price is reduced to 6910 rubles. at the selling price for 1000 feed units, 12,000 rubles. The total energy costs for surface improvement of the floodplain meadow increase from 18.4 in the control variant to 21.6 GJ/ha, however, the accumulation of exchange energy in feed outstrips these costs by 3.2 times.

Key words: floodplain meadows, technique and technology, surface improvement, seeding, alfalfa-stalk grass mixtures, field germination, grass density, green mass, yield, feed units, profitability, cost, bioenergetic coefficient.

References

1. Khismatullin MM, Valiev AR, Khismatullin MM. [Anti-erosion melioration in the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; Vol.17. 2 (66). 47–54 p.

2. Safiollin FN. Sistema meliorativnogo zemledeliya v Respublike Tatarstan. [The system of reclamation agriculture in the Republic of Tatarstan]. Kazan': OOO "Tsentr innovatsionnykh tekhnologii". 2015; 318 p.
3. Shaytanov OL, Nizamov RM, Zakharova EI. [Assessment of the impact of global warming on the climate of Tatarstan]. Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2021; 4 (40). 102-112 p.
4. Subaeva AK, Kalimullin MN, Nizamutdinov MM. [Analysis and trends in the development of agriculture in the context of digitalization]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; Vol.17. 1 (65). 135-141 p.
5. Kutuzova AA, Teberdiev DM, Rodionova AV. [Innovative resource for the production of high-quality voluminous feed on natural hayfields]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018; Vol.32. 2. 40-43 p.
6. Bulgariyev GG, Valiev AR, Pikmullin GV. Sovershenstvovanie vlogoakkumuliruyushchei tekhniki i tekhnologii. Mashiny i orudiya dlya poverkhnostnoi obrabotki pochvy (konstruktsiya, teoriya, raschet, ekspluatatsiya). [Improvement of moisture storage equipment and technology. Machines and tools for surface tillage (design, theory, calculation, operation)]. Kazan': Kazanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2022; 288 p.
7. Kutuzova AA, Privalova KN, Teberdiev DM. [Economic efficiency of technology for the creation and use of cultivated pastures based on improved cereal and legume-grass herbage]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019; Vol.33. 10. 9-13 p.
8. Akhmetzyanova RR, Karimov KhZ, Akhmetzyanov RR. [Foliar feeding of alfalfa plants when cultivated for seeds]. Plodorodie. 2020; 3 (114). 17-20 p.
9. Tagirov MSh, Shaytanov OL, Sharipova GF. [Assessment of the accumulation of organic matter by new varieties of alfalfa in gray forest soils of Tatarstan]. Zemledelie. 2015; 3. 17-20 p.
10. Mudarisov SG, Gabitov II, Lobachevskiy YP. Modeling the technological process of tillage. Soil & Tillage Research. 2019; Vol.190. 70-77 p.
11. Mudarisov SG, Gabitov II, Rakhimov RS. Reasoning of modular-type tillage and seeding machines construction diagram and parameters. Journal of the Balkan Tribological Association. 2019; Vol.25. 3. 695-707 p.
12. Izmaylov AYu, Mazitov NK, Dmitriev SYu. [Moisture-accumulating technology and techniques for restoring hayfields and pastures]. Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. 2014; 4. 59-62 p.
13. Mudarisov S, Gaynullin I, Gabitov I. Soil compaction management: Reduce soil compaction using a chain-track tractor. [Internet]. Journal of Terramechanics. 2020; Vol.89. 1-12 p. [cited 2022, September 12]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/341795941>. doi: 10.1016/j.jterra.2020.02.002
14. Valiev A.R. The role and place of irrigated agriculture in the production of agricultural products and its economic efficiency (the experience of the Republic of Tatarstan) / A.R. Valiev, A.V. Komissarov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2021. - T. 16. - No. 3 (63). - S. 160-166.
15. . Forecasting the production of agricultural machinery in the Russian Federation / V. V. Nosov, M. G. Tindova, K. A. Zhichkin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : II International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science", Smolensk, Russian Federation, January 23–27, 2022. – Smolensk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2022. – P.012014. - DOI 10.1088/1755-1315/1045/1/012014. – EDN YQAVFC.

Authors:

Safiollin Faik Nabievich - Doctor of Agricultural sciences, professor of Land Management and Cadastre Department, e-mail: faik1948@mail.ru
 Valiev Ayrat Rasimovich - Doctor of Technical sciences, Rector, e-mail: info@kazgau.com
 Khismatullin Mars Mansurovich - Doctor of Agricultural sciences, associate professor of the Department of Organization of Agricultural Production, e-mail: rezi-almet@yandex.ru
 Suleymanov Salavat Ryazapovich – Ph.D. of Agricultural sciences, associate professor of Land Management and Cadastre Department, e-mail: dusai@mail.ru
 Sochneva Svetlana Viktorovna – Ph.D. of Agricultural sciences, associate professor of Land Management and Cadastre Department, e-mail: sochneva.svl@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.