DOI [dx.doi.org/10.24866/7444-4707-6/355-368](https://doi.org/10.24866/7444-4707-6/355-368)

Е.П. Иванова

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Количество и качество производимой в Приморском крае сельскохозяйственной продукции зависит, прежде всего, от плодородия почв. Почвы Приморского края характеризуются пониженным уровнем естественного плодородия и комплексом отрицательных агрофизических и физико-химических показателей. В совокупности с неустойчивым водно-воздушным режимом, периодическим иссушением и переувлажнением, это обуславливает большую (60-75 %) зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от погодных условий и диктует необходимость применения приемов окультуривания на значительных площадях [28].

Результаты мониторинга плодородия пашни в ДФО указывают на высокую долю кислых почв (70 %), почв с низким содержанием подвижного фосфора (более 50 %), низким содержанием органического вещества (от 20 до 60 %) [6]. Для повышения плодородия истощенных почв крайне недостаточно вносятся минеральных и особенно органических удобрений. Недостаточность проведения мероприятий, повышающих плодородие почв, обусловлена низкой материально-ресурсной базой сельскохозяйственных предприятий Приморского края, что обуславливает необходимость поиска альтернативных дорогостоящим минеральным и органическим удобрениям агрохимикатов.

Вторичные продукты агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности составляют сотни миллионов тонн в год. Объемы вторичных продуктов в стране растут в 2-3 раза быстрее, чем объемы производства. При этом средний уровень их использования составляет, по различным оценкам, 17-25 %. Необходимы научно-обоснованные системы

современной промышленной переработки отходов и вторичного сырья, которые позволяют переводить их в реальные материально-вещественные востребованные продукты [27].

Для подщелачивания кислых почв мы рекомендуем применение дефека-та. По данным ВИУА, дефека-т превосходит по эффективности известь при внесении в эквивалентном по СаО количестве. Основным компонент дефека-та – карбонат кальция (CaCO_3), обладающий буферными свойствами и сохраняющий рН в заданных пределах (7–7,5). Как установлено исследованиями, проведенными в Западной Сибири, по влиянию на почвы, растения и качество сельскохозяйственной продукции фильтрационный осадок (дефека-т) равноценен стандартной известняковой муке [32,33].

Известкование мобилизует запасы элементов питания в почве, особенно фосфора, находящегося в недоступной для растений форме. Как отмечают А.П. Ващенко, А.А. Моисеенко [5], в дальневосточном земледелии это единственно возможный путь. Кроме того, известкование почв, загрязненных тяжелыми металлами, является одним из методов снижения их негативного влияния на окружающую среду.

Дефека-т ООО «Приморский сахар» содержит СаО, крайне необходимый почвам Приморского края в качестве известкового удобрения. По данным Ю.И. Слабко, 452,3 тыс. га – 68 % почв Приморского края относятся к кислым [29], известкование кислых почв является первоочередной задачей для повышения плодородия. Снижение поддержки государства на осуществление известкования почв (стоимость известкования с учетом транспортных расходов достигает 8-10 тыс. рублей на га) и внесения удобрений, а также отсутствие собственных средств вынуждает сельхозпроизводителей использовать нетрадиционные агрохимикаты. Поэтому снова актуальным стал вопрос о возможности использования дешевых известьесодержащих отходов для проведения известкования кислых почв. Большим числом исследователей показана высокая агрохимическая эффективность дефека-та, который не уступает стандартным агрохимикатам, а в ряде случаев и превосходит их [23].

В Приморском НИИСХ для известкования использовали известковые материалы Уссурийского сахарного комбината. Практика показала, что их внесение осенью в дозе 4 т/га под зяблевую вспашку повышает рН за один год на единицу и более [5].

В 2009-2014 гг. проведены исследования по определению эффективности дефеката в севообороте. Дефекат является быстродействующим универсальным мелиоративно-удобрительным средством, оказывающим разностороннее положительное влияние на рост, развитие растений и формирование урожайности культур. Его применение позволяет в течение вегетации отрегулировать реакцию почвенной среды в соответствии с биологическими требованиями возделываемой культуры, изменив реакцию от кислой до щелочной. Внесение 1 т/га дефеката обеспечило урожайность семян сои на уровне внесения минеральных удобрений в дозе 60 кг/га д.в. или 1 ц/га диаммофоски, а внесение 2 т/га дефеката практически сопоставимо с внесением 2 ц/га диаммофоски. Этот экономически выгодный, пролонгированного действия агроприем можно рекомендовать к внедрению в сельскохозяйственное производство Приморского края [35]. Внесение дефеката и минеральных удобрений при различных обработках почвы способствуют увеличению пахотного слоя почвы, росту урожайности сельскохозяйственных культур в севообороте [2].

В литературе встречается мнение, что более точно о мелиоративных свойствах известковых материалов можно судить по влиянию на гидролитическую кислотность почв [24]. Как отмечалось нами ранее, внесение дефеката значительно изменило гидролитическую кислотность, которая уменьшилась с 2,94 до 1,86 мг-экв./100 г почвы. Величина $pH_{\text{сол}}$ повысилась на 1,41. Несколько увеличилось содержание обменного калия [8, 9].

В 2009-2012 гг. в условиях юга Приморского края на территории коллекционного питомника отдела кормопроизводства Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства нами были заложены полевые опыты по изучению влияния дефеката ООО «Приморский сахар» на плодородие лугово-бурой отбеленной почвы, а также урожайность люцерны изменчивой. В результате проведенных исследований, нами отмечено, что внесение дефеката с целью повышения плодородия лугово-бурой отбеленной почвы и урожайности кормовых культур (на примере люцерны) организационно и экономически оправдано, что позволяет рекомендовать его к внедрению в сельскохозяйственное производство Приморского края. Повышая плодородие почвы, внесение дефеката способствует рациональному использованию почвенных ресурсов, а это – важнейшая задача современности, которая и включает в себе один из главных компонентов экологической модернизации России. Практическая

значимость проведенных исследований заключается в возможности утилизации отхода предприятия Уссурийского городского округа Приморского края и защите окружающей среды при одновременном повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур [8, 13].

В последние 20 лет в земледелии Приморского края применение органических удобрений катастрофически уменьшилось (в 10-25 раз ниже нормы).

В 2016 году под сельскохозяйственные культуры Приморского края было внесено 173,8 тыс. т. органических удобрений на площади, составившей лишь 2,4 % общей посевной площади [26]. Такие объемы говорят о крайней недостаточности внесения органики на весьма бедных органическим веществом почвах Приморья. Это привело к резкому снижению как потенциального, так и эффективного плодородия почв и урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Одним из важных и доступных путей регулярного обеспечения почвы органическим веществом в Приморском крае является использование органических удобрений на основе куриного помета.

Птичий помет – ценное стратегическое сырье для восстановления плодородия земель, повышения урожайности культур, получения пищевого и кормового белка.

Содержание химических элементов характеризует качество помета как сырья для получения концентрированных органических удобрений или кормовых добавок [27].

Низкие объемы внесения помета птиц и навоза животных обусловлены отсутствием необходимой техники, большими затратами на вывозку и заделку в почву. Расширение удобряемых площадей и увеличение объемов применения органических удобрений возможно только при научно обоснованной утилизации отходов птицеводства и животноводства [1].

Среди органических удобрений куриный помет характеризуется самым высоким содержанием макро- и микроэлементов, внесение которого повышает урожайность зерна яровой пшеницы на 18-72,8% [31, 22].

Опытами, проведенными в Казахстане показано решение проблемы восстановления плодородия почвы благодаря использованию куриного перепревшего помета в дозе 20 т/га. Внесение 20 т/га птичьего помета увеличило запасы гумуса в слое 0-25 см на 5,7 т/га, а также количество

легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия при выращивании зерновых культур [4].

Следует также отметить пролонгированное действие птичьего помета, в результате текущей минерализации органического вещества и высвобождения фосфора и калия в доступные для растений формы в течение нескольких лет.

Куриный помет в большом количестве образуется и накапливается в ООО «Птицефабрика Уссурийская» и других птицефабрик. Приготовление на его основе различных компостов обеспечит наряду с сохранением и наиболее полным использованием питательных веществ хорошие физико-механические свойства (сыпучесть, транспортабельность, неприлипаемость к сельскохозяйственным машинам и орудиям) и уничтожит патогенные организмы, яйца личинок и гельминтов и семена сорных растений [25].

ООО «Птицефабрика Уссурийская» использует уникальную промышленную технологию превращения своего бесподстилочного куриного помета в органическое удобрение – Гигантин. За два календарных года было образовано 44353 тонны куриного помета. Все количество образованного помета в ООО «Птицефабрика Уссурийская» перерабатывается и утилизируется (используется в качестве органического удобрения). Основными потребителями являются: частный сектор (около 80%), Приморская овощная опытная станция – филиал ФГБНУ «ФНЦ овощеводства», сельскохозяйственное предприятие «Артемовское», КФХ Блинов и ряд других КФХ. Использование Гигантина является одним из приемов интенсификации и биологизации земледелия Приморского края, повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, а также решения экологических проблем (утилизации крупнотоннажных отходов). Обоснованное использование куриного помета в системах удобрения оптимизирует питательный режим почвы, позволяет сформировать положительный баланс азота, фосфора, кальция, магния, компенсировать минерализационные потери органического вещества, продуктивное использование калия и процесс подкисления подзолистых почв [19].

Опытами, проведенными нами в вегетационных периодах 2017-2018 гг. на территории коллекционного питомника ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, установлено, что в год внесения возрастающие дозы птичьего помета (5-20 т/га) не оказали влияние на величину $pH_{\text{сол}}$, за исключением варианта с внесением 10 т/га птичьего помета, в котором значение $pH_{\text{сол}}$ увеличилось на

0,1 ед. Гидролитическая кислотность увеличилась на 0,14-0,25 мг-экв./100 г почвы в вариантах с возрастающими дозами птичьего помета. Содержание гумуса последовательно возрастало с увеличением доз птичьего помета: в контрольной варианте содержание гумуса составило 3,24 %, в опытных вариантах – увеличилось на 0,46-1,57 %. Содержание подвижного фосфора в изучаемых вариантах также увеличивалось по сравнению с контрольным вариантом. Содержание подвижного фосфора увеличилось на 5,0-26,4 мг/100г почвы. Разовое внесение птичьего помета повышает плодородие почвы, главным образом, за счет увеличения содержания гумуса и подвижного фосфора [18].

Экологически безопасным фактором повышения плодородия почв и ресурсосбережения в земледелии Приморского края по праву можно считать возделывание люцерны изменчивой. Люцерновый пласт – важное звено севооборотов как восстановитель почвенного плодородия. На Дальнем Востоке многолетние травы являются единственной группой сельскохозяйственных культур, способствующих сохранению, воспроизводству и накоплению гумуса в почвах. В совместных исследованиях с Биолого-почвенным институтом ДВО РАН установлено увеличение каталазной активности почв и увеличении микробиологической деятельности с применением фитомелиорантов: клевера, кострца, люцерны [6].

Люцерну изменчивую в условиях Приморского края можно рассматривать как почвовосстанавливающую, структурообразующую культуру-фитомелиорант. Фитомелиоративный эффект зависит от продолжительности жизни и продуктивности растений, соотношения подземной и надземной частей биомассы, строения и характера распределения корневой системы, технологией выращивания и т.д. Люцерна незаменима в хозяйственном, агротехническом и мелиорирующем отношениях, обладает наибольшей толерантностью к условиям среды. Люцерна изменчивая как бобовая культура является источником биологического азота, способствует росту плодородия почвы, увеличивает содержание гумуса, улучшает её водно-физические и агрохимические свойства, улучшает фитосанитарную обстановку, подавляет сорную растительность, оздоравливает окружающую среду.

Благодаря перечисленным свойствам, а также высокому проективному покрытию, хорошо развитой корневой системе и её продолжительной деятельности люцерна обладает мощным фитомелиоративным эффектом. В США люцерну применяют для фитомелиорации почв, загрязненных из-

бытком азота (в результате неумеренного применения азотных удобрений). Многолетние бобовые травы (люцерна, донник, клевер и другие виды трав) являются фитомелиорантами техногенных почвогрунтов и засоленных почв [30].

Оценку продуктивности культур необходимо производить не только по величине урожая основной и побочной продукции, а также по накоплению корневых остатков [3]. Именно многолетние травы обеспечивают наибольшее поступление в почву послеуборочной и корневой массы. Абсолютное количество растительных остатков после каждой культуры зависит от условий возделывания. По содержанию азота в растительных остатках многолетние бобовые травы также занимают лидирующее положение (1,8 %) [20].

Особенностью фитоценозов сенокосных и пастбищных угодий является то, что их подземная масса превышает надземную в 5-7 раз в лесной зоне и в 10-15 раз – в аридной [21]. Это способствует снижению водной и ветровой эрозии. Поэтому в современных исследованиях проводится оценка эффективности технологий не только по продуктивности (сбору обменной энергии с 1 га), но и по средообразующей роли (накоплению подземной биомассы, гумуса и др.)

Растения люцерны формируют мощную корневую систему. Степень воздействия люцерны на плодородие почвы и её структуру определяется именно развитием корневой массы, которое во многом зависит от вида и сорта люцерны, в конечном счете – от морфологической структуры её корневой системы. Учет массы корней мы произвели в конце вегетационного периода 2011 года на травостоях люцерны первого-пятого годов жизни в коллекционном питомнике отдела кормопроизводства Приморского НИИСХ. Для учета корневых остатков нами использован рамочный способ раскопки почвенных проб Н.З. Станкова с последующей отмывкой корней. Всю отмываемую массу корней высушили, взвесили в воздушно-сухом состоянии, полученный результат взвешивания перевели в тонны на гектар.

Нарастание корневой массы люцерны изменчивой по годам жизни представлено на рисунках 1 и 2.

Проведенными нами исследованиями на лугово-бурых оподзоленных почвах Приморского края установлено увеличение массы корней люцерны изменчивой сорта Вега 87 первого-пятого годов жизни с 4, 17 т/га до 24,62 т/га. Прирост массы корней по годам жизни составил 3,78-8,34 т/га.

Наиболее интенсивно масса корней нарастает в первые три года жизни – она удваивается по сравнению с предыдущим годом. На четвертый и пятый годы жизни интенсивность накопления корневой массы хотя и снижается, однако остается на достаточно высоком уровне. Накопление корневой массы люцерны в пахотном слое имеет огромное значение для повышения урожайности не только люцерны, но и последующих за ней культур [17].

Рис. 1.- Увеличение корневой массы люцерны изменчивой первого-пятого годов жизни

Рис. 2. Корневая система люцерны первого-пятого годов жизни

Благодаря мощному развитию корневой системы накапливается органическое вещество. Кроме того, ризосферные бактерии, используя корневые выделения растений в период их жизни, образуют большое количество деятельного перегноя. Известно, что количество ризосферных бактерий в 1 г почвы под многолетними травами в сотни раз больше, чем под зерновыми колосовыми культурами.

Известно, что корневая система растений выступает в роли мощного агента структурообразования. Отмечено высокое последствие корневой системы люцерны на структуру почвы [7]. Со структурой связаны основные агрофизические и технологические свойства почвы. Как отмечает Д.А. Христенко, коэффициент структурности почвы наибольших величин достигает на чернозёме выщелоченном под посевом люцерны посевной [34].

Чем выше коэффициент структурности, тем лучше оструктурена почва. Коэффициент структурности лугово-бурой почвы под люцерной изменчивой значительно увеличился. Так, если под люцерной первого года жизни этот показатель был на уровне 1,69, то под люцерной последующих лет – увеличился до 3,15-6,59 [11, 12].

Важную роль в повышении плодородия почвы и её устойчивости к эрозионным процессам играет водопрочность агрегатов. Корневая система люцерны как «арматурный каркас» переплетает почвенные частицы, обеспечивая защиту почвы от разрушительного действия воды.

Фитомелиорация люцерной позволяет снизить интенсивность эрозионного процесса, столь распространенного в условиях муссонного климата Приморского края. Нами установлено значительное увеличение количества водопрочных почвенных агрегатов в слое 0-20 см в зависимости от продолжительности жизни люцерны изменчивой. Так, под люцерной первого года жизни количество водостойчивых агрегатов составило 56,8 %, под люцерной второго-третьего-четвертого годов жизни – соответственно 77,4-85,9-82,2 %.

Таким образом, люцерну изменчивую в условиях Приморского края можно рассматривать как почвовосстанавливающую, структурообразующую культуру-фитомелиорант.

Возделывание люцерны изменчивой на лугово-бурой почве юга Приморского края положительно влияет на агрегатный состав и водопрочность почвы. За пять лет вегетации люцерны структура почвы характеризовалась преобладанием агрономически ценных частиц с малым количеством пыли и

очень высокой водопрочностью. Так, количество глыбистой фракции размером более 10 мм в диаметре снизилось в почве под люцерной 2-5 годов жизни в 1,6-3 раза по сравнению с 1-м годом жизни. Напротив, количество агрегатов, наиболее ценных в агрономическом отношении (1-3 мм в диаметре), значительно увеличилось, особенно под люцерной третьего года жизни. Коэффициент структурности лугово-бурой почвы под люцерной увеличился с 1,69 до 6,59. Количество водопрочных почвенных агрегатов под люцерной второго-четвертого годов жизни увеличилось на 36,3-51,2 % по сравнению с люцерной первого года жизни [11,12].

Значительное увеличение количества водопрочных почвенных агрегатов повышает противозерозионную устойчивость почвы в период ливневых осадков, выпадающих в Приморье во второй половине лета. Фитомелиорирующий эффект люцерны целесообразно использовать с целью окультуривания почв Приморья, в т.ч. антропогенно нарушенных почв [10].

В ходе четырехлетних исследований в сумме за десять укосов нами установлено достоверное увеличение урожайности зеленой массы люцерны первого-четвертого годов жизни на 20,6 %, сбора сухого вещества на 27,7 % при применении дефеката [8, 13-16].

Таким образом, рассматриваемые мероприятия мы рекомендуем в качестве экологически безопасных факторов повышения плодородия почв и ресурсосбережения в земледелии Приморского края. Данные агрохимические и агротехнические мероприятия положительно влияют на плодородие почв, являются приемами интенсификации и биологизации земледелия Приморского края, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а также решения экологических проблем (утилизации крупнотоннажных отходов). Фитомелиорирующий эффект люцерны целесообразно использовать с целью окультуривания почв Приморья, в т.ч. антропогенно нарушенных почв.

Литература

1. Антонова О.И. К вопросу о приготовлении органо-минеральных удобрений на основе куриного помета и их действии / О.И. Антонова, Е.М. Кожемякова, Е.А. Давыдов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XII международной научно-практической конференции, Барнаул, 7-8 февраля 2017 г. / МСХ РФ, Алтайский ГАУ. Барнаул: РИО АГАУ, 2017. Кн. 2. С. 6 – 8.

2. Бабинец Л.Е. Пути повышения экологической устойчивости агроэкосистемы при интенсивном ведении сельскохозяйственного производства на лугово-бурых почвах Приморского края / Л.Е. Бабинец, Р.В. Тимошинов, Е.Ж. Кушаева // Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности дальневосточного региона (к 40-летию Приморского НИИСХ): материалы международной научно-практической конференции, 19-20 июля 2016 г. / ФАНО. ДВ региональный аграрный науч. центр. Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2016. С. 66 – 71.

3. Буянкин Н.И. Почему скудеет пашня? / Н.И. Буянкин // Земледелие, 1992. № 2. С. 12 – 15.

4. Васильченко Н.И. Применение птичьего помета для повышения плодородия темно-каштановых почв Северного Казахстана / Н.И. Васильченко, Г.А. Звягин // Плодородие, 2016 . № 4. С.23 – 26.

5. Ващенко А.П. Основные итоги и приоритеты научного обеспечения земледелия Дальнего Востока / А.П. Ващенко, А.А. Моисеенко // Пути повышения ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства дальнего Востока: сб. науч.тр. / РАСХН. Дальневост. науч.-метод. центр. Примор. НИИСХ. – Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 258 – 271.

6. Емельянов, А.Н. Экологические принципы в кормопроизводстве как основа повышения эффективности земледелия Дальнего Востока / А.Н. Емельянов // Кормопроизводство, 2013. № 2. С.3 – 5.

7. Зеленский Н.А. Люцерна изменчивая в бинарных посевах с подсолнечником и озимой пшеницей / Н.А. Зеленский, А.П. Авдеенко, А.А. Савинов и др. // Земледелие, 2008. № 7. С. 34 – 35.

8. Иванова Е.П. Утилизация отхода сахарного завода и использование его в сельском хозяйстве Приморского края / Е.П. Иванова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: Материалы III всероссийской научной конференции, Краснодар, 21-22 марта 2013 г. / МСХ РФ, Кубанский ГАУ. Краснодар: Изд-во КГАУ, 2013. С. 213 – 215.

9. Иванова Е.П. Использование отхода сахарного завода для повышения почвенного плодородия и продуктивности люцерны / Е. П. Иванова, А.Н. Емельянов // Аграрный вестник Приморья – спец. выпуск, посвященный 55-летию ФГБОУ ВПО «Приморская ГСХА», Владивосток: Дальнаука, 2012. №1 (1). С. 64 -66.

10. Иванова, Е.П. Возможность использования люцерны изменчивой для фитомелиорации почв Приморского края / Е.П. Иванова, А.Н. Емельянов // Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности дальневосточного региона (к 40-летию Приморского НИИСХ): материалы международной научно-практической конференции, 19-20 июля 2016 г. / ФАНО. ДВ региональный аграрный науч. центр. Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2016. С. 71 – 75.
11. Иванова Е.П. Динамика структурного состава почвы под люцерной в многолетнем цикле // Земледелие. 2012. № 1. С.18 – 19.
12. Ivanova E.P. Change of meadow-brown bleached-out soil aggregate compound under long-term use of lucerne *Varia* // Pacific Science Review. 2012. Vol.14. No.3. P.313 – 314.
13. Иванова Е.П. Эффективность использования дефеката и *Synorhizobium meliloty* при возделывании люцерны изменчивой в условиях Приморского края / Е.П. Иванова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: материалы IV Международной научной экологической конференции, Краснодар, 24-25 марта 2015 г. / МСХ РФ, Кубанский ГАУ. Краснодар: Изд-во КГАУ, 2015. Ч. 2. С. 85 – 89.
14. Иванова Е.П. Использование отхода сахарного завода для повышения почвенного плодородия и продуктивности люцерны / Е. П. Иванова, А.Н. Емельянов // Аграрный вестник Приморья – спец. выпуск, посвященный 55-летию ФГБОУ ВПО «Приморская ГСХА», Владивосток: Дальнаука, 2012. №1 (1). С. 64 – 66.
15. Иванова Е.П. Влияние *Synorhizobium meliloty* и дефеката на урожайность люцерны изменчивой в условиях Приморского края / Е.П. Иванова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы IX международной научно-практической конференции, Барнаул, 5-6 февраля 2014 г. / МСХ РФ, Алтайский ГАУ. Барнаул: РИО АГАУ, 2014. Кн. 2. С. 110 – 112.
16. Иванова Е.П. Действие и последствие бактериальных препаратов и дефеката на урожайность зеленой и сухой массы люцерны в условиях Приморского края / Е.П. Иванова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы X международной научно-практической конференции, Барнаул, 4-5 февраля 2015 г. / МСХ РФ, Алтайский ГАУ. Барнаул: РИО АГАУ, 2015. Кн. 2. С. 96 – 98.

17. Иванова Е.П. Накопление корневой массы люцерной изменчивой первого-пятого годов жизни в условиях юга Приморского края / Е.П. Иванова, А.Н. Емельянов // Дальневосточный аграрный вестник. 2015. Вып. 3 (35). С. 20 – 22.

18. Иванова Е. П. Влияние различных доз птичьего помета на агрохимические свойства лугово-бурой оподзоленной почвы и биометрические показатели растений люцерны сорта Вега 87 в условиях Приморского края / Е.П. Иванова, Н.Е. Ерохина, Е.А. Кваша // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока: материалы II Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, 08-09 ноября 2018 года. В 3-х ч.– Ч.I. / ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. Уссурийск, 2018. С. 78 – 84.

19. Иванова Е. П. Переработка птичьего помета в условиях ООО «Птицефабрика Уссурийская» Приморского края / Е.П. Иванова, Е.В. Пушкарева // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVI Международной научной конференции, 18-22 марта 2019 г., ФГБОУ ВО Брянский ГАУ Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. С. 1009 – 1014.

20. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия /В.И. Кирюшин. М.: Колос, 1996. 367 с.

21. Кутузова А.А. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах / А.А. Кутузова, Л.С. Трофимова, Е.Е. Проворная. М.: РАСХН. 2007. 39 с.

22. Литвинцева Т.А. Применение жидкого навоза и птичьего помета в полевом севообороте / Т.А. Литвинцева, П.А. Литвинцев // Аграрная наука – сельскому хозяйству: X Междунар. Науч.-практ. конф. (Барнаул, 4-5 февраля 2015 г.): сб. ст.: в 3 кн. Барнаул: РИО АГАУ, 2015. Кн. 2. С. 139 – 141.

23. Маковский Р.Д. Альтернатива известкованию / Р.Д. Маковский, Н.Г. Пушкарева // Агрохимический вестник, 2008. № 3. С. 8.

24. Небольсин, А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. СПб., 2005. 252 с.

25. Новиков М.Н. Птичий помет – ценное органическое удобрение / М.Н. Новиков, В.И. Хохлов, В.В. Рябков. М: Росагропромиздат, 1989. 80 с.

26. Ресурсный потенциал аграрного сектора Приморского края / Н.Г. Баукова, М.И. Карпова, Л.Н. Кривоброд и др. Аналитическая записка / Приморскстат, 2017. 46 с.

27. Сидоренко, О.Л. Биоконверсия вторичных продуктов агропромышленного комплекса: учебник /О.Д. Сидоренко. М.: ИНФРА-М, 2017. 296 с.
28. Синельников, Э.П. Оценка свойств пахотных почв Приморья // Повышение плодородия почв Приморья: сб. науч. тр. / Примор. СХИ. Уссурийск, 1986. С. 4 – 14.
29. Слабко Ю.И. Агромелиорация кислых почв в Приморском крае // Актуальные вопросы развития аграрной науки в Дальневосточном регионе: сб. науч. тр. / Россельхозакадемия, ДВНМЦ, ПримНИИСХ. – Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 166 – 171.
30. Станков Н.З. Корневая система полевых культур [Текст] / Н.З. Станков М.; Колос. 1964. 280 с.
31. Тиньгаев А.В., Малютина Л.А. Влияние различных норм внесения птичьего помета на урожайность яровой пшеницы в Бийско-Чумышской зоне Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. Барнаул, 2015. № 12 (134). С. 41 – 42.
32. Трофимов И.Т. Использование дефеката для известкования почв Западной Сибири / И.Т. Трофимов, С.В. Макарычев, А.Н. Иванов // Плодородие. 2006. № 4 (31). С.16 – 25.
33. Трофимов И.Т. Картофель на серых лесных почвах / И.Т. Трофимов, Л.А. Ступина, М.В. Толстов, О.А. Иванова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2006. № 4 (24). С.10 – 13.
34. Христенко Д.А. Влияние многолетних трав на агрегатный состав чернозёма выщелоченного / Д.А. Христенко // Земледелие, 2007. № 3. С.15.
35. Чайка, А.К. Аграрная наука в Приморье (XX-XXI вв.) / А.К. Чайка, А.П. Ващенко. Владивосток: Типография ООО «Рея». 2017. 228 с.