

**ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЖУЖЕЛИЦ В ПОСЕВАХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР,
ВЫРАЩИВАЕМЫХ ПО РАЗЛИЧНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ****DYNAMICS OF GROUND BEETLE POPULATION IN FORAGE CROPS GROWN
UNDER DIFFERENT TECHNOLOGIES**

Ключевые слова: педобионты, хищные жуужелицы, технологии возделывания, органическое земледелие, севооборот, урожайность, кормовые культуры.

В настоящее время весьма актуальными и значимыми являются исследования по установлению эффективности применяемых технологий различной интенсивности и экологической направленности в воспроизводстве плодородия почвы и получении планируемой продуктивности сельскохозяйственных культур. Одним из важных свойств почвы является численность полезных педобионтов, среди которых распространение жуужелиц считается биологическим индикатором состояния агроландшафтов. Целью исследований было изучить динамику изменения численности хищных жуужелиц в посевах кормовых культур при применении различных технологий возделывания. Данные исследования были проведены в 2018-2020 гг. в полевом многолетнем опыте с изучением 2 факторов – культура севооборота (однолетние травы с подсевом многолетних трав; многолетние травы 1-го, 2-го и 3-го годов пользования; зерновые на зеленую массу; ячмень на зерно; кукуруза на силос) и технологии возделывания (экстенсивная, органическая, биологизированная, интенсивная; высокоинтенсивная). В результате исследований была выявлена тенденция снижения численности хищных жуужелиц при использовании интенсивной технологии возделывания – на 6-13% по сравнению с экстенсивной. Органическая технология способствовала увеличению показателя на 0,8-5,0% по сравнению с контролем, что говорит о создании более благоприятной экологической обстановки на данном варианте. Это подтверждается и тем, что органическая технология значительно увеличила урожайность однолетних трав на 46,5% и ячменя – на 44,0%. Данную технологию можно рекомендовать для поддержания благоприятной

экологической обстановки в агрофитоценозах кормовых культур при достаточном уровне их урожайности.

Keywords: pedobionts, predaceous ground beetles, crop growing technologies, organic farming, crop rotation, yielding capacity, forage crops.

Currently, research on the determination the effectiveness of applied technologies of various intensity and environmental orientation in the reproduction of soil fertility and obtaining the planned productivity of crops is very relevant and significant. Therefore, the research goal was to study and identify the dynamics of changes of the number of predatory ground beetles in forage crops grown under various technologies. The experiment was established in 2017 by the method of split plots with a randomized placement of variants in three replications. Two factors were studied: Factor A - crop rotation (annual grasses with additional sowing of perennial grasses; perennial grasses of the first, second and third years; cereals for herbage; barley for grain; maize for silage); Factor B – cropping technologies: extensive (control), organic, biologized, intensive and highly-intensive. The trend of reducing number of predatory ground beetles with the use of intensive cultivation technology was revealed - by 9% in 2018, by 6% in 2019 and by 13% in 2020 as compared to extensive technology. At the same time, organic technology contributed increased indicator by 0.8-5.0% as compared to the control which was indicative of the creation of more favorable environmental situation in this variant. This is also confirmed by the fact that organic technology significantly increased the yield of annual grasses by 46.5% and barley by 44%. For three years of research, it was revealed that the most favorable conditions for predatory ground beetles were observed in the control variant and organic cultivation technologies.

Афанасьева Татьяна Игоревна, соискатель, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль, Российская Федерация, e-mail: t.afanaseva@yarcx.ru.

Труфанов Александр Михайлович, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль, Российская Федерация, e-mail: a.trufanov@yarcx.ru.

Романина Яна Сергеевна, аспирант, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА г. Ярославль, Российская Федерация, e-mail: romanina@yarcx.ru.

Afanaseva Tatyana Igorevna, degree applicant, Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russian Federation, e-mail: t.afanaseva@yarcx.ru.

Trufanov Aleksandr Mikhaylovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russian Federation, e-mail: a.trufanov@yarcx.ru.

Romanina Yana Sergeevna, post-graduate student, Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russian Federation, e-mail: romanina@yarcx.ru.

Введение

Одной из главных задач земледелия в настоящее время является создание ресурсо- и энергосберегающих технологий возделывания при повышении качества получаемой продукции и полной реализации потенциала культурных растений [1]. В зависимости от почвенно-климатических и экологических условий необходимо использовать технологии, различающиеся по их интенсивности [2].

В современных рамках земледельческой науки рекомендуются к применению адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Данные системы позволяют учесть природные свойства агроландшафтов при планировании производства продукции растениеводства [3]. Такое производство невозможно увеличить только за счет средств интенсификации (механизации, химизации, мелиорации и т.д.), необходимо обеспечивать воспроизводство природных ресурсов с учетом энергетического эффекта [4-6], т.е. при оптимизации условий выращивания необходимо решить основополагающие задачи – воспроизводство плодородия почвы и повышение экологической безопасности и эффективности [7, 8].

Для решения этих задач в современных агротехнологиях целесообразно использовать энергосберегающие системы обработки почвы и биологизированные системы удобрений на основе обоснованного севооборота [9, 10]. Например, для поддержания в течение ротации севооборота бездефицитного баланса гумуса и элементов минерального питания дерново-подзолистых почв рекомендуется использование традиционных (навоз) и альтернативных (сидераты, солома) органических удобрений [11-14].

Всем вышеуказанным требованиям вполне отвечает органическое земледелие, являющееся одним из перспективных и актуальных направлений в сельскохозяйственной отрасли. В современном понимании оно представляет собой систему возделывания сельскохозяйственных культур без применения синтетически произведенных минеральных удобрений и химических средств защиты растений [15].

Большое внимание в органическом земледелии уделяется почвенной биоте, без которой невозможен процесс почвообразования, а почва, лишённая живой фазы, теряет основное свойство – плодородие, она превращается в мертвый субстрат [16]. Как известно, основную роль в этом играют почвенные микроорганизмы, составляя основную часть общей живой биомассы почвы [17].

Весьма полезными представителями педобионтов являются также хищные жуки-жужелицы, численность которых по праву считается биологическим индикатором состояния агроландшафтов [18]. Они характеризуются обилием видов, большим разнообразием биологии, высокой численностью в ценозах, к тому же практическое значение обусловлено их способностью контролировать вредоносную энтомофауну агрофитоценозов [19, 20].

В свою очередь, применяемые агротехнологии могут существенно изменять условия обитания представителей почвенных насекомых как в сторону увеличения при использовании одних агроприемов, так и в сторону снижения – при применении других, поэтому весьма актуальными и значимыми являются исследования, цель которых – установить влияние различных по антропогенному воздействию технологий возделывания кормовых культур в севообороте на представителей полезной почвенной фауны – хищных жужелиц.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2018-2020 гг. в совместном опыте Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и кафедры агрономии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса – 1,6%; pH – 5,6; P₂O₅ – 250-290 мг/кг почвы; K₂O – 70-80 мг/кг почвы.

Опыт заложен в 2017 г. методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта трехкратная. Схема опыта включает 35 вариантов. Площадь под культурой 20 x 30 = 600 м² – делянки первого порядка, на делянках второго порядка площадью 120 м² (30x4 м) изучаются технологии возделывания.

Схема опыта. Фактор А. Культура севооборота: 1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав. 2. Многолетние травы 1 г.п. (с 2018 г.). 3. Многолетние травы 2 г.п. (с 2019 г.). 4. Многолетние травы 3 г.п. (с 2020 г.). 5. Зерновые на зеленую массу + поукосно рапсэ 6. Ячмень на зерно. 7. Кукуруза на силос.

Фактор В. Экстенсивные технологии возделывания культур: без удобрений и пестицидов; органическая – без минеральных удобрений и пестицидов, с применением органических удобрений (навоз, солома зерновых, сидераты; биологизированная – основана на биологических факторах (органических удобрения) с ограниченным применением минеральных удобрений

(минимальные нормы); интенсивная – минеральные удобрения вносятся дифференцированно под культуры севооборота в средних нормах + органические удобрения; высокоинтенсивная – минеральные удобрения вносятся дифференцированно под культуры севооборота в повышенных нормах + органические удобрения с химической защитой растений.

В данной статье приводятся результаты опытов по всем культурам, кроме зерновых на зеленую массу, и всем технологиям, кроме биологизированной.

Учет численности хищных жулициц проводился с помощью ловушек Барбера; учет урожая – сплошным поделяночным способом; статистическая обработка результатов – с помощью дисперсионного анализа.

По температуре воздуха самым холодным годом стал 2017, по сравнению с другими годами исследования, а самый высокий по характеру увлажнения 2020 г. Метеорологические условия 2019 г. были максимально приближены к сред-

немноголетним данным по сравнению с другими годами исследования. В свою очередь 2018 г. показал наибольшие значения по средней температуре воздуха. В целом за период исследований погодные условия были типичными.

Результаты

За период исследований численность хищных жулициц существенно изменялась под действием изучаемых факторов (табл. 1).

Сравнение влияния многолетних трав с однолетними травами в 2018 и 2020 гг. свидетельствовало о существенных различиях в численности хищных жулициц: в 2018 г. на фоне возделывания многолетних трав по интенсивной технологии наблюдалось значительное снижение численности хищных жулициц на 1,7 шт/10 ловушко-суток, что составило 38,6%, а в 2020 г. на фоне высокоинтенсивной технологии численность уменьшилась на 9 шт/10 ловушко-суток, что составило 49,7%, по сравнению с выращиванием однолетних трав.

Таблица 1

Динамика изменения численности хищных жулициц в посевах кормовых культур

Вариант		Численность жулициц, шт/10 ловушко-суток			
культура севооборота	технология возделывания	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
Однолетние травы с подсевом многолетних трав	Контроль	4,5	12,3	14,4	10,4
	Интенсивная	4,4	8,9	11,7	8,3
	Высокоинтенсивная	4,6	9,9	18,1	10,9
	Органическая	-	11,9	13,9	12,9
Многолетние травы 1-го г.п.	Контроль	3,7	7,5	11,1	7,4
	Интенсивная	2,7	9,4	7,4	6,5
	Высокоинтенсивная	4,1	9,3	9,1	7,5
	Органическая	-	10,4	13,1	11,7
Многолетние травы 2-го г.п.	Контроль	-	8,5	8,4	8,4
	Интенсивная	-	6,6	9,4	8,0
	Высокоинтенсивная	-	8,6	8,3	8,5
	Органическая	-	10,4	9,1	9,8
Многолетние травы 3-го г.п.	Контроль	-	-	9,9	9,9
	Интенсивная	-	-	10,9	10,9
	Высокоинтенсивная	-	-	9,8	9,8
	Органическая	-	-	14,3	14,3
Ячмень	Контроль	3,8	9,1	16,0	9,6
	Интенсивная	3,7	10,2	13,1	9,0
	Высокоинтенсивная	4,7	9,4	15,3	9,8
	Органическая	-	7,6	16,0	11,8
Кукуруза	Контроль	4,9	8,6	13,6	9,0
	Интенсивная	4,4	8,3	10,6	7,8
	Высокоинтенсивная	5,6	9,9	14,2	9,9
	Органическая	-	10,7	10,1	10,4
НСР ₀₅ по фактору А		1,7	F _ф <F ₀₅	4,8	F _ф <F ₀₅
НСР ₀₅ по фактору В		F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	4,3

На многолетних травах второго и третьего года пользования в 2020 г. произошло значительное снижение показателя. Под посевом многолетних трав второго года пользования численность жужелиц снизилась на фоне контрольной технологии на 41,7%, на фоне органической – на 34,5, а на фоне интенсивной – на 54,1%, а в посевах при высокоинтенсивной технологии возделывания многолетних трав третьего года пользования этот показатель снизился на 45,9%.

В 2019 г. выращивание разных культур севооборота по различным вариантам технологий на изучаемый показатель существенно не повлияло, но практически все культуры, за исключением единичных вариантов, незначительно снижали показатель по сравнению с выращиванием однолетних трав. Сравнение технологий возделывания показало, что интенсивная система по всем трем годам исследования привела к существенному уменьшению численности жуков почти по всем культурам севооборота.

Наименьшие показатели в динамике по годам наблюдались в 2018 г. с тенденцией увеличения к 2020 г., когда были выявлены самые высокие показатели численности хищных жужелиц, за исключением вариантов выращивания многолетних трав первого и второго года пользования, а также кукурузы. Зависимость увеличения обилия жужелиц можно объяснить тем, что с увеличением продолжительности опыта увели-

чивается и количество энтомофауны, в том числе хищных жужелиц.

В среднем за три года исследований наблюдалась тенденция снижения численности хищных жужелиц при выращивании многолетних трав по всем используемым технологиям возделывания, кроме многолетних трав третьего года пользования на фоне интенсивной и органической технологиях, где наблюдалось повышение показателя на 31,0 и 10,8% соответственно.

Обращает на себя внимание тенденция увеличения численности жужелиц при органической технологии возделывания по всем культурам севооборота: при выращивании однолетних трав данная технология повысила численность жужелиц на 24%, при выращивании ячменя – на 23, кукурузы – на 15,6, многолетних трав второго года пользования – на 16,7%, а при выращивании многолетних трав первого и третьего года пользования увеличение показателя было значительным и составило 58,2 и 44,5% соответственно, по сравнению с контрольной экстенсивной технологией.

Интенсивная технология возделывания снижала численность хищных жужелиц по всем культурам севооборота, кроме многолетних трав третьего года пользования.

Сравнение показателя в среднем по изучаемым факторам показало наличие достоверных различий только для фактора «Культура севооборота» (табл. 2).

Таблица 2

Динамика изменения численности хищных жужелиц в посевах кормовых культур в среднем по изучаемым факторам

Вариант	Численность жужелиц, шт/10 ловушко-суток			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
Фактор А. Культура севооборота				
Однолетние травы с подсевом многолетних трав	4,5	10,9	14,5	10,0
Многолетние травы 1-го г.п.	3,5	10,7	10,2	8,8
Многолетние травы 2-го г.п.	-	9,1	8,8	8,9
Многолетние травы 3-го г.п.	-	-	11,2	11,2
Ячмень	4,0	9,9	15,1	9,7
Кукуруза	5,0	9,5	12,1	8,8
НСР ₀₅	0,9	8,0	2,4	F _ф <F ₀₅
Фактор В. Технология возделывания				
Контроль	4,2	9,7	12,1	8,6
Интенсивная	3,8	9,1	10,5	7,8
Высокоинтенсивная	4,7	9,9	12,0	8,9
Органическая	-	9,8	12,7	11,2
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅

К существенному снижению численности хищных жужелиц в 2018 г. привело выращивание многолетних трав первого года пользования на 22,3% по сравнению с выращиванием однолетних трав.

В 2020 г. под посевами всех культур севооборота показатель значительно снизился, кроме варианта выращивания ячменя: выращивание кукурузы способствовало существенному уменьшению показателя на 16,5%, многолетних трав первого года пользования – на 29,7, многолетних трав второго года пользования – на 39,0 и многолетних трав третьего года пользования – на 22,8% по сравнению с однолетними травами с подсевом многолетних. В 2019 г. значительных изменений показателя в зависимости от выращивания культур севооборота обнаружено не было, однако самое высокое значение было выявлено при выращивании однолетних трав с подсевом многолетних, остальные культуры не существенно снижали показатель.

Снижение численности хищных жужелиц при выращивании многолетних трав первого и второго годов пользования можно связать с небольшим распространением в посевах этих культур насекомых-вредителей и их личинок, являющихся основой питания хищных жужелиц.

Сравнение технологий возделывания культур свидетельствовало о наличии тенденции снижения численности хищных жужелиц при использовании интенсивной технологии возделывания на 9,0% в 2018 г., на 6,0% в 2019 г. и на 13,0% в 2020 г. по сравнению с экстенсивной, при этом органическая технология способствовала увеличению показателя на 0,8-5,0% по сравнению с контролем, что говорит о создании более благоприятной экологической обстановки на данном варианте.

В среднем за три года исследований наибольшее значение показателя отмечалось именно при органической технологии возделывания и составило 11,2 шт/10 ловушко-суток, что на 30,2% больше контроля, а самое низкое – при интенсивной – 7,8 шт/10 ловушко-суток, что на 9,3% меньше контроля, что говорит о негативном влиянии минеральных удобрений на хищных жужелиц.

Урожайность выращиваемых в севообороте кормовых культур существенно различалась в зависимости от применяемых технологий (табл. 3). Урожайность зеленой массы однолетних трав с подсевом многолетних в 2018 г. зна-

чительно увеличилась в варианте интенсивной технологии на 18,5% по сравнению с контролем.

В 2019 и 2020 гг. интенсивная и высокоинтенсивная технологии способствовали существенному повышению урожайности на 15,3; 21,2% в 2019 г. и на 47,2; 85,7% в 2020 г. соответственно. Органическая технология обеспечила существенное увеличение урожайности на 19,3% в 2019 г. и на 57,1% в 2020 г. Наибольший уровень урожайности наблюдался в 2019 г. по всем вариантам, что можно объяснить более благоприятными погодными условиями для выращивания культур.

Выращивание ячменя на зерно по интенсивной и высокоинтенсивной технологиям привело к достоверному увеличению его урожайности в 2020 г. на 0,9 т/га (37,5%) при интенсивной и на 1,3 т/га (54,2%) при высокоинтенсивной технологиях возделывания. Органическая технология способствовала незначительному увеличению показателя на 20,6% в 2019 г. и на 29,2% в 2020 г. Интенсивная и высокоинтенсивная технологии почвы не существенно увеличили урожайность ячменя на зерно на 18,3 и 58,3% соответственно.

Наибольшая урожайность зеленой массы кукурузы наблюдалась в варианте высокоинтенсивной технологии во все годы исследований. В 2018 г. к существенному увеличению показателя привело использование интенсивной и высокоинтенсивной технологий возделывания на 40,1 т/га (181,0%) и 52,6 т/га (237,3%) соответственно. В 2019 г. все используемые технологии возделывания значительно повысили урожайность по сравнению с контролем: интенсивная – на 47,6 т/га (153,5%), высокоинтенсивная – на 51,3 т/га (165,5%), при этом органическая привела к увеличению на 29,2 т/га (94,2%), однако оно было несущественным. В 2020 г. достоверное увеличение урожайности было характерно для высокоинтенсивной технологии – на 49,2 т/га (92,1%), по сравнению с контролем, тогда как другие применяемые технологии незначительно повышали урожайность кукурузы на зеленую массу – интенсивная на 59,4%, а органическая – на 9,6%.

В 2018 и 2019 гг. существенных изменений в урожайности многолетних трав выявлено не было. В 2018 г. урожайность многолетних трав первого года пользования незначительно снизилась в зависимости от применения технологий возделывания: на 6,1 т/га (12,6%) при интенсивной и на 2,6 т/га (5,3%) при высокоинтенсивной,

по сравнению с контролем. Органическая технология в 2019 г. увеличила урожайность трав первого года пользования на 3,1 т/га (18,2%), тогда как урожайность многолетних трав второго года пользования, наоборот, несущественно снизила на 2,2 т/га (7,2%). Высокоинтенсивная и интенсивная технологии способствовали незначительному увеличению уровня урожайности многолетних трав первого и второго года пользования в 2019 г. Существенные различия были выявлены в 2020 г. по всем трем годам пользования многолетних трав: интенсивная технология способствовала значительному увеличению

урожайности многолетних трав первого (23,2%) и третьего (89,4%) годов пользования. Выращивание многолетних трав второго года пользования по варианту интенсивной технологии привело к значительному уменьшению показателя на 14,8%. Высокоинтенсивная технология существенно увеличила урожайность многолетних трав первого и второго года пользования на 32,4 и 27,1% соответственно, а органическая при выращивании многолетних трав первого и третьего года пользования значительно снизила показатель на 74,4 и 34,9%.

Таблица 3

Урожайность основной продукции культур кормового севооборота

Вариант		Урожайность, т/га			
культура севооборота	технология возделывания	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
Однолетние травы с подсевом многолетних трав (зеленая масса)	Контроль	17,1	32,1	16,1	21,7
	Интенсивная	20,3	37,0	23,7	27,0
	Высокоинтенсивная	16,9	38,9	29,9	28,6
	Органическая	-	38,3	25,3	31,8
НСР ₀₅		3,0	3,7	1,1	2,6
Многолетние травы 1-го г.п. (зеленая масса)	Контроль	48,6	17,0	41,4	35,7
	Интенсивная	42,5	22,6	51,0	38,7
	Высокоинтенсивная	46,0	23,5	54,8	41,4
	Органическая	-	20,1	30,8	25,4
НСР ₀₅		F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	6,3	6,3
Многолетние травы 2-го г.п. (зеленая масса)	Контроль	-	30,4	35,1	32,7
	Интенсивная	-	32,7	29,9	31,3
	Высокоинтенсивная	-	34,0	44,6	39,3
	Органическая	-	28,2	27,5	27,8
НСР ₀₅		F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	4,1	4,1
Многолетние травы 3-го г.п. (зеленая масса)	Контроль	-	-	18,9	18,9
	Интенсивная	-	-	35,8	35,7
	Высокоинтенсивная	-	-	20,9	20,9
	Органическая	-	-	12,3	12,3
НСР ₀₅		F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	4,9	4,9
Ячмень (зерно)	Контроль	1,8	3,4	2,4	2,5
	Интенсивная	2,1	5,6	3,3	3,6
	Высокоинтенсивная	2,8	5,6	3,7	4,0
	Органическая	-	4,1	3,1	3,6
НСР ₀₅ по фактору В		F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	0,9	0,9
Кукуруза (зеленая масса)	Контроль	22,2	31,0	53,4	35,5
	Интенсивная	62,3	78,6	85,1	75,3
	Высокоинтенсивная	74,8	82,3	102,6	86,6
	Органическая	-	60,2	58,5	59,4
НСР ₀₅		29,0	32,5	32,3	31,3

В среднем за три года исследований отмечалось существенное влияние технологий возделывания на урожайность выращиваемых культур севооборота по сравнению с контролем. Интенсивная технология способствовала значи-

тельному увеличению урожайности однолетних трав с подсевом многолетних на 24,4%, ячменя – на 44,0, кукурузы – на 112,1 и многолетних трав – на 88,9%.

Высокоинтенсивная технология способствовала существенному увеличению урожайности однолетних трав с подсевом многолетних (31,7%), ячменя (60%), кукурузы (144%) и многолетних трав второго года пользования (20,2%). На вариантах выращивания многолетних трав первого и третьего годов пользования данная технология также привела к увеличению показателя, но оно было несущественным.

Органическая технология значительно увеличила урожайность однолетних трав на 46,5% и ячменя – на 44,0%. При выращивании многолетних трав первого, второго и третьего года пользования органическая технология существенно снижала показатель по сравнению контролем.

Заключение

Интенсивная технология возделывания способствовала снижению численности жужелиц по всем годам исследований по сравнению как с контролем, так и с органической. Возможно, это связано с негативным действием минеральных удобрений, отсутствие которых в органической технологии возделывания существенно увеличивает численность хищных жужелиц.

В среднем за три года исследований урожайность увеличивалась при использовании интенсивной и высокоинтенсивной технологий возделываний по всем культурам севооборота, наиболее отзывчивыми на интенсивные технологии оказались кукуруза и ячмень. Органическая технология, при отсутствии применения минеральных удобрений и пестицидов снижала урожайность многолетних трав, тогда как по другим культурам способствовала увеличению показателя по сравнению с экстенсивной технологией.

Такую технологию можно рекомендовать для поддержания благоприятной экологической обстановки в агрофитоценозах кормовых культур при достаточном уровне их урожайности.

Библиографический список

1. Каштанов А. Н., Ермаков Е. И., Якушев В. П. Биологические и агрофизические основы моделирования экологически адаптивных почвенно-растительных систем в агроландшафтном земледелии // Доклады РАСХН. – 1999. – № 3. – С. 36-53.
2. Акулов П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. – М. : Колос, 1992. – 221 [2] с. : ил.; ISBN 5-10-002948-8.

3. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 367 с.

4. Зинченко С. И., Щукин И. М., Лукин С. М., Борин А. А. Антропогенное воздействие на структуру дерново-подзолистых почв в агроэкосистемах Верхневолжья // Владимирский земледелец. – 2016. – № 1 (75). – С.21-24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antropogennoe-vozdeystvie-na-strukturu-derново-podzolistyh-pochv-v-agroekosistemah-verhnevolzhya> (дата обращения: 12.07.2021).

5. Глущенко И. Е. Экономическая и энергетическая оценка севооборотов // Кормопроизводство. – 1998. – № 10. – С.190-196.

6. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства: Концепция / Рос. акад. с.-х. наук, Центр А. Болотова, Гос. науч. и техн. программа «Перспектив. процессы с.-х. пр-ва». – Пущино : Пущин. науч. центр Рос.акад. наук. Отд. науч.-техн. информ., 1995. – 119 [2] с.; ISBN 5-201-14282-6.

7. Исаичева У. А., Труфанов А. М., Смирнов Б. А. [и др.] Роль обработки, удобрений и защиты растений в управлении биологическими свойствами почвы // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. – № 5. – С.30-33. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-obrabotki-udobreniy-i-zaschity-rasteniy-v-upravlenii-biologicheskimi-svoystvami-pochvy> (дата обращения: 27.01.2022).

8. Bender, S.F., Wagg, C., van der Heijden, M. (2016). An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. *Trends in Ecology & Evolution*, 31 (6), 440-452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016>.

9. Шарков И. Н., Данилова А. А. Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах // Агрохимия. – 2010. – № 12. – С. 34-42.

10. Pulleman, M., Jongmans, A.G., Marinissen, J.C.Y., Bouma, J. (2006). Effects of organic versus conventional arable farming on soil structure and organic matter dynamics in a marine loam in the Netherlands. *Soil Use and Management*. 19. 157-165. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2003.tb00297.x.

11. Лошаков В. Г. Севооборот и плодородие почвы / Российская акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всероссийский науч.-исслед. ин-т агрохимии им. Д. Н. Прянишникова Россельхозакадемии. – М. : ВНИИА, 2012. – 512 с.: ил., ISBN 978-5-9238-0134-7.

12. Тиранова Л. В., Тиранов Е. А. Влияние органических и минеральных удобрений на продуктивность севооборотов и плодородие почвы в условиях Северо-Запада // Плодородие. – 2013. – № 3 (72). – С. 23-24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-organicheskikh-i-mineralnyh-udobreniy-na-produktivnost-sevooborotov-i-plodorodie-pochvy-v-usloviyah-severo-zapada> (дата обращения: 03.02.2022).

13. Наумкин В. Н., Хлопяников А. М., Наумкин А. В. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5-7. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-biologizatsii-zemledeliya-v-tsentralnom-regione> (дата обращения: 03.02.2022).

14. Исаичева У. А., Труфанов А. М. Эффективность биологизации системы удобрений в оптимизации гумусового состояния дерново-подзолистой супесчаной почвы // Вестник Алтайского ГАУ. – 2016. – № 1 (135). – С. 43-47. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-biologizatsii-sistemy-udobreniy-v-optimizatsii-gumusovogo-sostoyaniya-derново-podzolistoy-supeschanoy-pochvy> (дата обращения: 10.02.2022).

15. Мерзлая Г. Е., Афанасьев Р. А. Эффективность органического земледелия // Плодородие. – 2020. – № 5 (116). – С. 18-33. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-organicheskogo-zemledeliya>. (дата обращения: 12.03.2022).

16. Чичерин Г. М., Сорокин И. Б., Эмбрехт А. В. [и др.] Секреты живых гряд микроагрорландшафтов (рекомендации) // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2007. – № 300-2. – С. 242-245. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sekrety-zhivykh-gryad-mikroagrolandshaftov-rekomendatsii> (дата обращения: 04.05.2022).

17. Fierer, N., Leff, J.W., Adams, B.J., et al. (2012). Cross-biome metagenomic analyses of soil microbial communities and their functional attributes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (52), 21390–21395. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1215210110>.

18. Труфанов А. М., Смирнов Б. А., Щукин С. В. Биологические свойства дерново-подзолистой глееватой почвы и урожайность полевых культур при различных системах обработки, удобрений и гербицидов // Известия ТСХА. – 2013. – № 2. – С. 21-33. – URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-deystviya-energoberegayuschih-tehnologiy-osnovnoy-obrabotki-pochvy-na-soderzhanie-organicheskogo-veschestva-i> (дата обращения: 05.08.2021).

19. Багирова И. А. Роль жуужелиц в естественных и антропогенных экосистемах Самурского бассейна. Влияние хозяйственной деятельности человека на население жуужелиц. Редкие виды жуужелиц // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 5. – С. 1664-1668. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zhuzhelits-v-estestvennykh-iantropogennykh-ekosistemah-samurskogo-basseyna-vliyanie-hozyaystvennoy-deyatelnosticheloveka> (дата обращения: 13.09.2021).

20. Крыжановский О. Л. Фауна СССР. Новая серия, № 128. Жесткокрылые. Т. 1. Вып. 2. Жуки подотряда Adephaga: семейства Physodidae, Trachypachidae; семейство Carabidae (вводная часть, обзор фауны СССР) / [Гл. ред. О. А. Скарлато]. – Ленинград, 1983. – 256 с.

References

1. Kashtanov A.N., Ermakov E.I., Iakushev V.P. Biologicheskie i agrofizicheskie osnovy modelirovaniia ekologicheski adaptivnykh pochvenno-rastitelnykh sistem v agrolandshaftnom zemledelii // Doklady RASKhN. – 1999. – No. 3. – S. 36-53.

2. Akulov P.G. Vosproizvodstvo plodorodiia i produktivnost chernozemov. – Moskva: Kolos, 1992. – 221 s.

3. Kiriushin V.I. Ekologicheskie osnovy zemledeliia. – Moskva: Kolos, 1996. – 367 s.

4. Zinchenko S.I., Shchukin I.M., Lukin S.M., Borin A.A. Antropogennoe vozdeistvie na strukturu dernovo-podzolistykh pochv v agroekosistemakh Verkhnevolzhia // Vladimirskii zemledelets. – 2016. – No. 1 (75). – S. 21-24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antropogennoe-vozdeystvie-na-strukturu-dernovo-podzolistykh-pochv-v-agroekosistemah-verhnevolzhya> (дата обращения: 12.07.2021).

5. Glushchenko I.E. Ekonomicheskaiia i energeticheskaiia otsenka sevooborotov // Kormoproduktivnost. – 1998. – No. 10. – S.190-196.

6. Zhuchenko A.A. Strategiiia adaptivnoi intensifikatsii selskogo khoziaistva: Kontseptsiiia / Ros. akad. s.-kh. nauk, Tsentri A. Bolotova, Gos. nauch. i tekhn. programma «Perspektiv. protsessy s.-kh. prva». – Pushchino: Pushchin. nauch. tsentr Ros. akad. nauk. Otd. nauch.-tekhn. inform., 1995. – 119 s.

7. Isaicheva U.A., Trufanov A.M., Smirnov B.A. [i dr.] Rol obrabotki, udobrenii i zashchity rastenii v upravlenii biologicheskimi svoystvami pochvy // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 5. – S.30-33. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-obrabotki-udobreniy-i-zashchity-rasteniy-v-upravlenii-biologicheskimi-svoystvami-pochvy> (data obrashcheniia: 27.01.2022).
8. Bender, S.F., Wagg, C., van der Heijden, M. (2016). An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. *Trends in Ecology & Evolution*, 31 (6), 440-452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016>.
9. Sharkov I.N., Danilova A.A. Vliianie agrotekhnicheskikh priemov na izmenenie sodержaniia gumusa v pakhotnykh pochvakh // Agrokhimiia. – 2010. – No. 12. – S. 34-42.
10. Pulleman, M., Jongmans, A.G., Marinissen, J.C.Y., Bouma, J. (2006). Effects of organic versus conventional arable farming on soil structure and organic matter dynamics in a marine loam in the Netherlands. *Soil Use and Management*. 19. 157-165. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2003.tb00297.x.
11. Loshakov V. G. Sevooborot i plodorodie pochvy / Rossiiskaia akad. s.-kh. nauk, Gos. nauch. uchrezhdenie Vserossiiskii nauch.-issled. in-t agrokhimii im. D.N. Prianishnikova Ros-selkhozakademii. – Moskva: VNIIA, 2012. – 512 s.
12. Tiranova L.V., Tiranov E.A. Vliianie organicheskikh i mineralnykh udobrenii na produktivnost sevooborotov i plodorodie pochvy v usloviakh Severo-Zapada // Plodorodie. – 2013. – No. 3 (72). – S. 23-24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliianie-organicheskikh-i-mineralnykh-udobreniy-na-produktivnost-sevooborotov-i-plodorodie-pochvy-v-usloviyah-severo-zapada> (data obrashcheniia: 03.02.2022).
13. Naumkin V.N., Khlopianikov A.M., Naumkin A.V. Napravleniia biologizatsii zemledelii v Tsentralnom regione // Zemledelie. – 2010. – No. 4. – S. 5-7. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-biologizatsii-zemledeliya-v-tsentralnom-regione> (data obrashcheniia: 03.02.2022).
14. Isaicheva U.A., Trufanov A.M. Effektivnost biologizatsii sistemy udobrenii v optimizatsii gumusovogo sostoianiia dernovo-podzolistoi supeschanoi pochvy // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 1 (135). – S. 43-47. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-biologizatsii-sistemy-udobreniy-v-optimizatsii-gumusovogo-sostoyaniya-dernovo-podzolistoy-supeschanoy-pochvy> (data obrashcheniia: 10.02.2022).
15. Merzlaia G.E., Afanasev R.A. Effektivnost organicheskogo zemledelii // Plodorodie. – 2020. – No. 5 (116). – S. 18-33. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-organicheskogo-zemledeliya>. (data obrashcheniia: 12.03.2022).
16. Chicherin G.M., Sorokin I.B., Embrekht A.V. [i dr.] Sekrety zhivykh griad mikroagrolandshaftov (rekomentatsii) // Vestn. Tom. gos. un-ta. – 2007. – No. 300-2. – S. 242-245. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sekrety-zhivykh-gryad-mikroagrolandshaftov-rekomendatsii>. (data obrashcheniia: 04.05.2022).
17. Fierer, N., Leff, J.W., Adams, B.J., et al. (2012). Cross-biome metagenomic analyses of soil microbial communities and their functional attributes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (52), 21390–21395. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1215210110>.
18. Trufanov A.M., Smirnov B.A., Shchukin S.V. Biologicheskie svoistva dernovo-podzolistoi gleevatoi pochvy i urozhainost polevykh kultur pri razlichnykh sistemakh obrabotki, udobrenii i gerbitsidov // Izvestiia TSKhA. – 2013. – No. 2. – S. 21-33. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-deystviya-energoberegayuschih-tehnologiy-osnovnoy-obrabotki-pochvy-na-soderzhanie-organicheskogo-veschestva-i> (data obrashcheniia: 05.08.2021).
19. Bagirova I.A. Rol zhuzhelits v estestvennykh i antropogennykh ekosistemakh Samurskogo basseina. Vliianie khoziaistvennoi deiatelnosti cheloveka na naselenie zhuzhelits. Redkie vidy zhuzhelits // Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. – 2014. – No. 5. – S. 1664-1668. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zhuzhelits-v-estestvennykh-iantropogennykh-ekosistemah-samurskogo-basseyna-vliianie-hozyaystvennoy-deyatelnosticheloveka> (data obrashcheniia: 13.09.2021).
20. Kryzhanovskii O.L. Fauna SSSR. Novaia seriia, № 128. Zhestkokrylye. T. 1. Vyp. 2. Zhuki podotriada Adephaga: semeistva Physodidae, Trachypachidae; semeistvo Carabidae (vvodnaia chast, obzor fauny SSSR) / [Gl. red. O.A. Skarlatov]. – Leningrad, 1983. – 256 s.

