УДК 631.17:631.5:631.8

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ В ПРАКТИКЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

ТАРАСОВ С.А.,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории противоэрозионной организации территории ФГБНУ «Курский ФАНЦ» - ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, e-mail: sergejtarasov1989@mail.ru, тел. 8-904-527-05-52.

ПИГОРЕВ И.Я.,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО Курская ГСХА, e-mail: kursknich@gmail.com, тел. 8-4712-53-13-35.

ТАРАСОВ А.А.,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Курская ГСХА, e-mail: tarasovaa46@mail.ru, тел. 8-950-876-15-83.

Реферат. Интенсивные технологии возделывания полевых культур – неперемнное условие современного земледелия. Однако преимущественно химико-техногенная интенсификация земледелия проявляется в усугублении проблем экологического характера и в постепенном снижении отдачи от использования минеральных удобрений и пестицидов. Под интенсификацией следует понимать не только химико-техногенные средства, но и естественные (биологические и другие) элементы, обеспечивающие рост урожайности возделываемых культур, сохранение и повышение плодородия почвы. При обоснованном применении между химическими и биологическими средствами интенсификации земледелия не должно быть противоречий. В агрофитоценозах имеются механизмы, позволяющие дополнять химические средства интенсификации земледелия биологическими средствами. Функции минеральных удобрений как поставщиков элементов минерального питания для растений выполняют также и почвенные микроорганизмы, участвующие в разложении послеуборочных растительных остатков. Продуктами жизнедеятельности отдельных видов почвенных микроорганизмов являются антибиотики, подавляющие фитопатогенную микрофлору, и выполняющие функции химических средств защиты растений. За счет благоприятного сочетания определенных элементов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур можно обеспечивать положительные синергетические эффекты, выражающиеся в получении дополнительной продукции без дополнительных затрат. Необходимо выявлять сочетания факторов (элементов системы земледелия, технологических приемов), обеспечивающих стабильные положительные синергетические эффекты, и использовать их как средства совершенствования систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Выявление стабильных отрицательных синергетических эффектов при взаимодействии факторов позволит при проектировании систем земледелия избежать антагонизма в технологиях. Положительные синергетические эффекты можно применять как критерий, свидетельствующий о наличии ресурсосбережения в практике земледелия.

Ключевые слова: интенсивные технологии, взаимодействие факторов, синергетические эффекты, ресурсосбережение.

SYNERGETIC EFFECTS IN THE INTERACTION OF FACTORS IN AGRICULTURAL PRACTICES

TARASOV S.A.,

candidate of agricultural sciences, senior researcher of the anti-erosion organization laboratory of the FGBSI «Kursk FASC» - All-Russia research institute of farming and soil protection from erosion, e-mail: sergejtarasov1989@mail.ru, tel. 8-904-527-05-52.

PIGOREV I.J.,

doctor of agricultural sciences, professor, vice-rector for research and innovation FGBOU the Kursk state agricultural academy, e-mail: kursknich@gmail.com, tel. 8-4712-53-13-35.

TARASOV A.A.,

candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of technology of production and processing of agricultural products FGBOU the Kursk state agricultural academy, e-mail: tarasovaa46@mail.ru, tel. 8-950-876-15-83.

Essay. Intensive technologies for cultivation of field crops are an indispensable condition for modern farming. However, the predominantly chemical-technogenic intensification of agriculture is manifested in the aggravation of environmental problems and in the gradual decrease in the returns from the use of mineral fertilizers and pesticides. Under the intensification it is necessary to understand not only chemical and technogenic means, but also natural (biological and other) elements that ensure the growth of crop yields, preservation and improvement of soil fertility. If there is a justified application between the chemical and biological means of intensifying agriculture, there should be no contradictions. In agrophytocenoses there are mechanisms that allow supplementing chemical means of intensifying agriculture with biological means. Functions of mineral fertilizers as suppliers of elements of mineral nutrition for plants are carried out also by soil microorganisms participating in the decomposition of post-harvest plant remains. The products of vital activity of individual types of soil microorganisms are antibiotics that suppress the phytopathogenic microflora and perform the functions of chemical plant protection products. Due to the favorable combination of certain elements in cropping technologies, it is possible to provide positive synergistic effects, which result in obtaining additional products without additional costs. It is necessary to identify combinations of factors (elements of the farming system, technological methods) that provide stable positive synergetic effects, and use them as a means of improving agricultural systems and technologies for crop production. Identification of stable negative synergetic effects in the interaction of factors will allow in the design of systems of agriculture to avoid antagonism in technology. Positive synergistic effects can be applied as a criterion, indicating the availability of resource saving in agricultural practice.

Key words: intensive technologies, interaction of factors, synergetic effects, resource saving

Введение. Непременным условием современного земледелия является использование интенсивных технологий возделывания полевых культур. В условиях роста народонаселения и ограниченных земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения только на основе интенсивной формы воспроизводства можно удовлетворять возрастающую потребность в продуктах питания [1. - С. 102] и продовольственную безопасность страны [2. - С. 153].

Долгое время интенсификация ассоциировалась лишь с использованием в практике земледелия химических и техногенных средств, обеспечивающих скачкообразный рост урожайности, сокращение затрат ручного труда при одновременном увеличении объемов выполненных работ. Действительно, внедрение в практику земледелия средств химизации позволило увеличить урожайность культур более чем в два раза. Именно средства химизации наряду с внедрением новых сортов позволили осуществить так называемую «зеленую революцию» в растениеводстве. С 1960 по 2000 годы урожайность зерновых культур возросла в 2,3 раза. При этом вклад пестицидов в рост урожайности зерновых культур увеличился в 6 раз, фосфорных удобрений – в 7,5 раз и азотных удобрений – в 10 раз [1. - С. 106]. Однако такое понимание и, соответственно, реализация интенсификации земледелия, привели к ряду негативных последствий экологического и экономического характера. Химические средства интенсификации сельскохозяйственного производства стали одним из глобальных факторов загрязнения окружающей среды и реальной угрозой для здоровья населения. Кроме того, с годами отдача от использования преимущественно химико-техногенных средств интенсификации земледелия стала снижаться [1. - С. 106; 3. - С. 197]. Наряду с другими причинами, это можно объяснить снижением потенциального плодородия почв, используемых как средство производства. Интенсивный химико-техногенный пресс привел к дисбалансу в структуре почвенной биоты, к изменениям

функциональных свойств почвы, к снижению ее статуса как саморегулирующейся системы [4. - С. 158; 5. - С. 8; 6. - С. 1834].

Очевидно, что преимущественно химико-техногенная интенсификация сельскохозяйственного производства не оправдала ожиданий. Однако решать проблему производства продукции растениеводства за счет полного отказа от применения химических средств интенсификации также нельзя, так как они в настоящее время являются существенным фактором поддержания высокого уровня продуктивности сельскохозяйственных культур, обеспечивающим продовольственную независимость и безопасность страны. Необходимо изыскивать механизмы, повышающие отдачу от применения минеральных удобрений и пестицидов и, в то же время, обеспечивающие ресурсосбережение и охрану окружающей среды.

В современном понимании интенсивные технологии предполагают не только вложение инвестиций в использование средств механизации, минеральных удобрений, пестицидов и других агрохимикатов, результатом которых является повышение валовых сборов и качества урожая сельскохозяйственных культур, но и поддержание плодородия почв, обеспечение его расширенного воспроизводства [7. - С. 122-123], а также ресурсосбережение и охрану природной среды [8. - С. 61]. Следует учитывать, что в агрофитоценозе, как сложной системе в виде сообщества живых организмов, взаимодействующих с компонентами окружающей среды, уже заложены естественные механизмы, выполняющие те же функции, что минеральные удобрения и пестициды. Например, за счет минерализации органического вещества при непосредственном участии микроорганизмов в почву поступают доступные для растений элементы минерального питания [9. - С. 63-64; 10. - С. 58-68; 11. - С. 3], не требующие расходов на производство и внесение минеральных удобрений. Продуктами жизнедеятельности некоторых видов

микроорганизмов являются антибиотики, подавляющие фитопатогенные микроорганизмы [12. - 93; 13. - С. 215-216; 14. - С. 15]. В данном случае также за счет естественных процессов выполняется функция химических пестицидов – продукты жизнедеятельности микроорганизмов работают как средств защиты растений от болезней.

Практика показывает, что нельзя противопоставлять химические и естественные (биологические) средства интенсификации земледелия, так как они не отрицают друг друга, и могут в определенных условиях благоприятно сочетаться. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что использование минеральных удобрений повышает микробиологическую активность почвы, то есть за их счет стимулируется жизнедеятельность почвенных микроорганизмов [15. - С. 24; 16. - С. 16 и др.]. Особенно благоприятным в отношении повышения микробиологической активности почвы является сочетание минеральных и органических удобрений [17. - С. 89]. В настоящее время разработан микробный препарат БисолбиФит, который применяют для обработки поверхности гранул минеральных удобрений с целью повышения эффективности их использования сельскохозяйственными культурами [18. - С. 47]. Более того, именно определенные виды микроорганизмов способны утилизировать из почвы остаточное количество пестицидов и эффективно используются в виде препаратов биодеструкторов для санации почв [19. - С. 223]. Поэтому обоснованное сочетание химической и биологической интенсификации земледелия может обеспечить дополнительные синергетические эффекты в виде повышения урожайности возделываемых культур, улучшения экологического состояния агрофитоценозов и экономических показателей сельскохозяйственного производства, а также ресурсосбережение не только в виде снижения производственных затрат на технологии, но и в виде сохранения и повышения плодородия почв [20. - С. 7]. Со временем, когда естественные механизмы, обеспечивающие растения элементами минерального питания, защиту от болезней и вредителей, а также другими факторами жизни, заработают в полную силу, можно будет снижать долю химической интенсификации за счет увеличения доли биологической интенсификации.

Материал и методика исследования. Объектами исследования были результаты экспериментов по изучению раздельного и совместного применения различных факторов, изложенные в публикациях, а также экспериментальные данные, полученные в собственных исследованиях, свидетельствующие о результатах взаимодействия отдельных факторов, применяемых в практике земледелия. Исходили из того, что сочетание определенных элементов технологии, в отличие от раздельного их применения, обеспечивает дополнительную прибавку урожайности возделываемых культур, дополнительное повышение качества урожая, или же дополнительное получение других эффектов (поддержание благоприятной плотности сложения почвы, повышение ин-

тенсивности разложения послеуборочных растительных остатков и т.п.) без дополнительных затрат. Важно выявлять такие сочетания факторов, которые стабильно обеспечивают положительные синергетические эффекты, которые можно рекомендовать в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в качестве приемов, обеспечивающих ресурсосбережение.

Синергизм проявляется в том, что эффект от совместного действия двух или нескольких факторов оказывается больше, чем сумма эффектов, полученных от раздельного применения факторов. Синергетический эффект может быть положительным, нейтральным и отрицательным [21. - С. 290; 22. - С. 60-61; 23. - С. 107-110; 24. - С. 204]. Отрицательный синергетический эффект можно объяснить негативным влиянием отдельных факторов друг на друга, или подавление одного фактора другим (проявление антагонизма).

Для вычисления синергетического эффекта определяли прибавку показателя в сравнении с контрольным вариантом в результате прямого действия фактора А (ΔA), прямого действия фактора В (ΔB), а также в результате совместного действия двух факторов АВ (ΔAB). Если выполняется условие: $\Delta AB > \Delta A + \Delta B$, то в наличии положительный синергетический эффект. Если в сравнении с контрольным вариантом прибавка от взаимодействия двух факторов (ΔAB) меньше, чем сумма прибавок от прямого действия факторов, то синергетический эффект не проявляется. Если же прибавки относительно контрольного варианта от взаимодействия двух факторов меньше, чем прибавка от прямого действия одного из факторов (ΔA или ΔB), то в наличии явный отрицательный синергетический эффект. В данном случае сочетание факторов приводит к неблагоприятному результату, между ними в процессе взаимодействия проявляется антагонизм, и их следует использовать раздельно, независимо друг от друга.

Результаты исследования. В практике земледелия даже без специальных расчетов можно привести множество примеров, иллюстрирующих стабильно положительное и стабильно отрицательное сочетание отдельных элементов технологии возделывания культуры, или элементов системы земледелия. Например, сочетание факторов – минеральные удобрения + влагообеспеченность почвы: в условиях достаточного увлажнения эффективность минеральных удобрений всегда выше, в сравнении с условиями недостаточного увлажнения. Сочетание факторов – послеуборочные растительные остатки + азотное удобрение: интенсивность разложения послеуборочных растительных остатков на фоне азотного удобрения всегда более высокая, в сравнении с фоном без азотного удобрения. В качестве отрицательного взаимодействия факторов можно привести следующие их сочетания: картофель + известкование почвы: при известковании почвы под картофель, он, как правило, в большей степени поражается паршой, в сравнении с вариантом без известкования (оптимальный уровень рН для картофеля – в пределах 5,5-

6,0). Примером неблагоприятного сочетания факторов в практике земледелия может быть неправильное использование микробных препаратов. Микробные препараты Гуапсин и Трихофит рекомендуется использовать для обработки семян и посевов сельскохозяйственных культур совместно в виде бактериально-грибкового комплекса путем приготовления баковой смеси непосредственно перед обработкой [25. - С. 157]. После обработки баковой смесью бактерии *Pseudomonas aureofaciens* препарата Гуапсин и грибы *Trichoderma lignorum* препарата Трихофит в почве бесконфликтно используют различные ниши, дополняя друг друга. Однако в процессе хранения смешивать препараты нельзя, так как для бактерий препарата Гуапсин грибы препарата Трихофит являются естественным питанием, как и другие простейшие грибы. Поэтому если баковая смесь препаратов не используется в течение 2-3 часов, то эффективность препарата Трихофит теряется.

Следует отметить, что парные сочетания отдельных факторов в меняющихся условиях проявляются

неоднозначно, что связано со сложной зависимостью их от уровней других факторов, сопряженных с ними в сложной системе агрофитоценоза.

Для вычисления синергетических эффектов, которые могут проявляться в результате сочетания различных факторов интенсификации земледелия, в эксперименте необходимо спланировать как минимум четыре варианта: 1. Контроль (без дополнительных факторов интенсификации). 2. Наложение фактора А на фон контроля. 3. Наложение фактора В на фон контроля. 4. Совместное использование фактора А и В на фоне контроля. В научной публикации Е.В. Агафонова и соавторов [26. - С.33] приводятся экспериментальные данные, позволяющие определить наличие или отсутствие синергетических эффектов при формировании урожайности сельскохозяйственных культур в результате сочетания различных уровней минерального удобрения с бактериальными удобрениями (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты взаимодействия минеральных и бактериальных удобрений при формировании урожайности культур

Влияние удобрений на урожайность культур				
Вариант	Прибавка урожайности, т/га	Эффект парно- го взаимодей- ствия, т/га	Сумма эффек- тов факторов, т/га	Синергетиче- ский эффект, ±*
Соя				
Контроль	-	0,57	0,61	-
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀	0,29			
Ризоторфин	0,32			
Ризоторфин + N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀	0,57			
Соя				
Контроль	-	0,59	0,76	-
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	0,44			
Ризоторфин	0,32			
Ризоторфин + N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	0,59			
Соя				
Контроль	-	0,66	0,85	-
N ₉₀ P ₄₅ K ₆₀	0,53			
Ризоторфин	0,32			
Ризоторфин + N ₉₀ P ₄₅ K ₆₀	0,66			
Просо				
Контроль	-	0,55	0,75	-
N ₄₀ P ₄₀	0,52			
Азорезин-6	0,23			
Азорезин-6 + P ₄₀ K ₄₀	0,55			
Арбуз				
Контроль	-	18,0	12,1	+
N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	8,1			
Азорезин-8	4,0			
Азорезин-8 + N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	18,0			
Картофель				
Контроль	-	2,7	2,1	+
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,8			
Штамм 18-5	1,3			
Штамм 18-5 + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,7			

Примечание: * + наличие синергетического эффекта; - отсутствие синергетического эффекта

Таблица 2 – Результаты взаимодействия препарата Трихофит и регулятора роста Витазим как деструкторов послеуборочных растительных остатков

Вариант	Повышение степени разложения соломы, %	Эффект парного взаимодействия, %	Сумма эффектов факторов, %	Синергетический эффект, ±*
2016 г.				
Контроль (обработка соломы водой)	-	21,6	16,5	+
Обработка соломы препаратом Трихофит	14,1			
Обработка соломы препаратом Витазим	2,4			
Трихофит + Витазим	21,6			
2017 г.				
Контроль (обработка соломы водой)	-	24,0	21,1	+
Обработка соломы препаратом Трихофит	15,5			
Обработка соломы препаратом Витазим	5,6			
Трихофит + Витазим	24,0			

Примечание: * + наличие синергетического эффекта; - отсутствие синергетического эффекта

Анализ результатов, приведенных в таблице 1, свидетельствует о том, что использование сочетания минеральных удобрений с бактериальным удобрением Ризоторфин в технологии выращивания сои обеспечивает прибавку урожайности культуры в сравнении с контрольным вариантом большую, чем обеспечивают прибавку раздельное использование минеральных удобрений и бактериального удобрения. Однако синергетический эффект от сочетания минерального и бактериального удобрения отсутствует, так как эффект парного взаимодействия факторов меньше, чем сумма эффектов, полученных от применения факторов независимо друг от друга. Такой же результат получен при использовании сочетания минерального удобрения с бактериальным удобрением Азорефин-6 в технологии возделывания проса. Однако при использовании сочетания минеральных удобрений с бактериальными удобрениями в технологии возделывания арбуза и картофеля обеспечивается явный положительный синергетический эффект. Прибавки урожайности, полученные в результате сочетания минерального и бактериального удобрения, оказались больше, в сравнении с суммой прибавок, полученных в результате раздельного применения минерального и бактериального удобрения. Очевидно, что при возделывании арбуза и картофеля необходимо рекомендовать минеральные удобрения использовать в комплексе с соответствующими бактериальными удобрениями.

В наших исследованиях выраженный положительный синергетический эффект проявился в результате сочетания микробного препарата Трихофит с регулятором роста растений Витазим при организации процесса ускорения деструкции послеуборочных растительных остатков (таблица 2).

В состав препарата Трихофит входит живая культура типичного целлюлозолитика *Trichoderma lignorum*. При обработке препаратом Трихофит в сравнении с контролем обеспечивалось относительно высокое увеличение степени деструкции соломы. Регулятор роста растений Витазим не содержит живой культуры микроорганизмов-целлюлозолитиков, однако способен повышать активность аборигенных микроорганизмов почвы, в том числе и целлюлозолитиков. Тем не менее, прямой соломоразлагающий эффект в результате применения регулятора роста Витазим был невысокий, что, очевидно, связано с недостаточно высокой биомассой целлюлозолитиков в почве. При использовании препарата Витазим в сочетании с препаратом Трихофит происходила стимуляция активности не только микроорганизмов-целлюлозолитиков, аборигенов почвы, но и внесенных с препаратом Трихофит микромикетов *Trichoderma lignorum*. В данном случае имеет место благоприятное сочетание факторов, дополняющее взаимодействие которых приводит к синергетическому эффекту.

Выводы. В системах земледелия задействованы элементы, которые оказывают непосредственное влияние не только на продуктивность растений и на другие параметры продукционного процесса, но и в результате взаимодействия могут оказывать влияние на эффективность проявления друг друга. При неблагоприятных сочетаниях элементов (приемов) появляется антагонистический эффект, проявляющийся в снижении отдачи, ожидаемой от их действия, увеличение затрат на производство. При благоприятных сочетаниях элементы системы земледелия (технологии) дополняют друг друга, образуя положительные синергетические эффекты. Выявление стабильных положительных и отрицательных синергетических эф-

факторов, проявляющихся в результате взаимодействия факторов формирования урожайности, позволит избежать антагонистического влияния факторов друг на друга, оптимизировать системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и обеспечить ресурсосбережение. Синергетический эффект можно использовать как показатель ресурсосбережения в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

зайственных культур, в том числе и обеспечить ресурсосбережение. Синергетический эффект можно использовать как показатель ресурсосбережения в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Список использованных источников

1. Глазко В.И., Глазко Т.Т. Современные направления «устойчивой» интенсификации сельского хозяйства // Известия ТСХА. - 2010. - № 3. - С. 101-114.
2. Зяблов Е.С. Интенсификация как фактор повышения экономической эффективности производства зерна // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета. - 2007. - № 4. - С. 153-156.
3. Эффективность малозатратных факторов интенсификации растениеводства в СКФО / А.В. Темираева, И.Р. Езеева, З.З. Хубецова, И.М. Чеченов // Известия Горского государственного аграрного университета. - 2015. - № 3 (52). - С. 196-200.
4. Эколого-аналитический мониторинг антропогенно-нарушенных почв / Ашихмина Т.Я. [и др.] // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. - 2006. - № 14. - С. 153-169.
5. Степанова Л.П., Циканавичуте В.Э., Халимон С.Ю. Агроэкологическая оценка деградиционных изменений земель сельскохозяйственного назначения под влиянием интенсивных антропогенных воздействий // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2018. - № 1. - С. 8-10.
6. Заболотских В.В. Концептуальные и технологические подходы к восстановлению устойчивости и плодородия почв // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2014. - № 1-7 (16). - С. 1833-1839.
7. Мисюра Е.В. Основные положения интенсификации как основы повышения эффективности аграрного производства // Российское предпринимательство. - 2009. - № 12 (2). - С. 118-123.
8. Ванин Д.Е. Научные основы разработки систем земледелия // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2010. - № 5. - С. 60-62.
9. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. - М.: Агропромиздат, 1990. - 286 с.
10. Тишков Н.М., Назарько А.Н. Надземные растительные остатки подсолнечника – источник пополнения органическим веществом и элементами питания чернозёма типичного // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. - 2015. - № 1 (161). - С. 57-71.
11. Куликова А.Х. Экологические функции почвы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2007. - № 3. - С. 3-7.
12. Муродова С.С. Комплексные микробные препараты. Применение в сельскохозяйственной практике / С.С. Муродова, К.Д. Давранов // Biotechnologia Acta. - 2014. - № 5 (7). - С. 92-101.
13. Ризосферные бактерии / Н.В. Феоктистова, А.М. Марданова, Г.Ф. Хадиева, М.Р. Шарипова // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. - 2016. - № 2 (158). - С. 207-224.
14. Кузнецова Т.В., Саубенова М.Г., Кулназаров Б.А. Антагонистическая и стимулирующая рост активность ассоциаций почвенных микроорганизмов // Приволжский научный вестник. - 2014. - № 9 (37). - С. 14-16.
15. Теплова Ю.М., Шилова Н.А. Влияние длительного применения удобрений на микробиологическую активность почвы // Владимирский земледелец. - 2013. - № 3 (65). - С. 23-24.
16. Поддымкина Л.М. Влияние длительного применения средств химизации на микробиологическую активность дерново-подзолистой почвы // Известия ТСХА. - 2008. - № 2. - С. 5-17.
17. Обущенко С.В., Троц В.Б. Влияние сидератов и минеральных удобрений на микробиологическую активность почвы в саду // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 2 (70). - С. 87-90.
18. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования / А.А. Завалин, В.К. Чеботарь, А.Г. Ариткин, Д.Б. Сметов // Достижения науки и техники АПК. - 2012. - № 9. - С. 45-47.
19. Решетов Г.Г., Тугаева Т.А. Эффективность метода микробной деструкции пестицида тетраметилтиурамдисульфида // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. - 2012. - № 5 (44). - С. 220-223.
20. Гостев А.В., Пыхтин И.Г. К вопросу о правильном понимании ресурсосбережения в агротехнологиях // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 4. - С. 6-8.
21. Заболотских В.В., Васильев А.В., Терещенко Ю.П. Синергетические эффекты при одновременном воздействии физических и химических факторов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2016. - № 5-2 (18). - С. 290-295.
22. Курсеев Д.В. Учет синергетического эффекта // Terra Economicus. - 2008. - № 2-3 (6). - С. 58-61.
23. Рыжиков С.Н. Формирование концепции отрицательного синергизма // Журнал философских исследований. - 2017. - № 4 (3). - С. 105-121.
24. Флек М.Б., Богуславский И.В., Угнич Е.А. Управление синергетическими эффектами – основной драйвер развития предприятия в современных условиях // Вестник Донского государственного технического университета. - 2014. - № 4 (79). - В. 14. - С. 203-209.
25. Пигорев И.Я., Тарасов А.А., Тарасов С.А. Биопрепараты как средства интенсификации земледелия // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: материалы 68-ой международной научно-практической конференции. - Рязань: Изд-во Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. - Ч. 1. - С. 155-161.

26. Применение бактериальных и минеральных удобрений под полевые культуры на черноземах Ростовской области / Е.В. Агафонов, С.А. Гужвин, В.В. Клыков, Н.П. Каменский // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - № 9. - С. 32-34.

List of sources used

1. Glazko V.I., Glazko T.T. Modern directions of "sustainable" intensification of agriculture // News of the TSHA. - 2010. - № 3. - P. 101-114.
2. Zyablov E.S. Intensification as a factor of increasing the economic efficiency of grain production / E.S. Zyablov // Bulletin of the Siberian State Aerospace University. - 2007. - № 4. - P. 153-156.
3. Efficiency of low-cost factors of intensification of plant growing in the North Caucasus Federal District / A.V. Temiraeva, I.R. Ezeeva, Z.Z. Khubetsova, I.M. Chechens // News of Gorsky State Agrarian University. - 2015. - № 3 (52). - P. 196-200.
4. Ecological and analytical monitoring of anthropogenically disturbed soils / Ashikhmina T.Y. [and others] // Bulletin of Vyatka State Humanitarian University. - 2006. - № 14. - P. 153-169.
5. Stepanova L.P. Agroecological assessment of degradation changes in agricultural lands under the influence of intensive anthropogenic influences / L.P. Stepanova, V.E. Tsikanavichute, S.Y. Halimon // International Agricultural Journal. - 2018. - № 1. - P. 8-10.
6. Zabolotskikh V.V. Conceptual and technological approaches to restoration of stability and fertility of soils. Zabolotskikh // Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2014. - № 1-7 (16). - P. 1833-1839.
7. Misyura E.V. Basic provisions of intensification as a basis for increasing the efficiency of agricultural production / E.V. Misyura // Russian Entrepreneurship. - 2009. - №. 12 (2). - P. 118-123.
8. Vanin D.E. Scientific foundations of the development of farming systems / D.E. Vanin // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2010. - № 5. - P. 60-62.
9. Mineev V.G. Chemicalization of agriculture and the natural environment / V.G. Mineev. - Moscow: Agropromizdat, 1990. - 286 p.
10. Tishkov N.M. Aboveground plant remains of sunflower - a source of replenishment with organic matter and nutrient elements of chernozem typical. Tishkov, A.N. Nazar'ko // Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds. - 2015. - № 1 (161). - P. 57-71.
11. Kulikova A.Kh. Ecological functions of the soil / A.Kh. Kulikova // West-nickname of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2007. - № 3. - P. 3-7.
12. Murodova S.S. Complex microbial preparations. Application in agricultural practice / S.S. Murodova, K.D. Davranov // Biotechnologia Acta. - 2014. - № 5 (7). - P. 92-101.
13. Rhizospheric bacteria / N.V. Feoktistova, A.M. Mardanova, G.F. Khadieva, M.R. Sharipova // Scientific notes of Kazan University. Series of Natural Sciences. - 2016. - № 2 (158). - P. 207-224.
14. Kuznetsova T.V. Antagonistic and growth-stimulating activity of associations of soil microorganisms / T.V. Kuznetsova, M.G. Saubenova, B.A. Kulnazarov // Privolzhsky scientific herald. - 2014. - № 9 (37). - P. 14-16.
15. Teplova Yu.M. Effect of long-term fertilizer application on soil microbiological activity / Yu.M. Teplova, N.A. Shilov // Vladimir farmer. - 2013. - № 3 (65). - P. 23-24.
16. Poddymkina L.M. Influence of long-term use of chemicalization facilities on the microbiological activity of sod-podzolic soil / L.M. Poddymkina // News of the TSHA. - 2008. - № 2. - P. 5-17.
17. Obushchenko S.V. Effect of siderates and mineral fertilizers on the microbiological activity of soil in the garden / S.V. Obushchenko, V.B. Trotsk // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. - 2018. - № 2 (70). - P. 87-90.
18. Biologization of mineral fertilizers as a way to increase the efficiency of their use. Zavalin, V.K. Chebotari, A.G. Aritkin, D.B. Smetov // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2012. - № 9. - P. 45-47.
19. Reshetov G.G. Efficiency of the method of microbial destruction of pesticide tetramethylthiuram disulfide / G.G. Reshetov, T.A. Tugayeva // Bulletin of the Saratov State Social and Economic University. - 2012. - № 5 (44). - P. 220-223.
20. Gostev A.V. On the issue of a proper understanding of resource-saving in agro-technologies / A.V. Gostev, I.G. Pykhtin // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2018. - №. 4. - P. 6-8.
21. Zabolotskikh V.V. Synergetic effects with simultaneous exposure to physical and chemical factors. Zabolotskikh, A.V. Vasiliev, Yu.P. Tereshchenko // Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2016. - № 5-2 (18). - P. 290-295.
22. Kursev D.V. Accounting for the synergistic effect / D.V. Kursev // Terra Economicus. - 2008. - № 2-3 (6). - P. 58-61.
23. Ryzhikov S.N. Formation of the concept of negative synergism // Journal of Philosophical Research. - 2017. - № 4 (3). - P. 105-121.
24. Flek M.B. Management of synergetic effects is the main driver of enterprise development in modern conditions / M.B. Flek, I.V. Boguslavsky, E.A. Ugnich // Bulletin of the Don State Technical University. - 2014. - No. 4 (79). - B. 14. - C. 203-209.
25. Pigorev I.J. Biopreparations as means of intensification of agriculture / I.J. Pigorev, A.A. Tarasov, S.A. Tarasov // Principles and technologies of production ecologization in agriculture, forestry and fisheries: materials of the 68th international scientific and practical conference. - Ryazan: Publishing house of the Ryazan State Agrotechnological University, 2017. - Part 1. - P. 155-161.
26. Application of bacterial and mineral fertilizers for field crops on the chernozems of the Rostov Region / E.V. Agafonov, S.A. Gужвин, V.V. Klykov, N.P. Kamensky // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2013. - № 9. - P. 32-34.