УДК 631.4

ПРАКТИКА ИНТЕНСИВНОЙ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (НА ПРИМЕРЕ ООО «АГРОФИРМА «СЛАВА КАРТОФЕЛЮ» ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)

В. М. Мутиков[1], А. В. Селиванов[2], Н. И. Васильев[1], И. Н. Нурсов[1]

[1]*Казенное унитарное предприятие Чувашской Республики «Агро-Инновации», г. Чебоксары*
[2]*ООО «Агрофирма «Слава картофелю», с. Комсомольское, Чувашская Республика*

PRACTICE OF INTENSIVE FARMING BIOLOGY (ON THE EXAMPLE OF LLC “AGROFIRMA “GLORY TO THE POTATO” OF THE CHUVASH REPUBLIC)

V. M. Mutikov[1], A. V. Selivanov[2], N. I. Vasil'ev[1], I. N. Nursov[1]

[1]*PMC “Agro-Innovations”, Cheboksary*
[2]*LLC “Agrofirma “Glory to the Potato”, Chuvash Republic*

Статья посвящена опыту биологизации земледелия на примере ООО «Агрофирма «Слава картофелю» Чувашской Республики. ООО «Агрофирма «Слава картофелю» Чувашской Республики специализировано на производстве растениеводческой продукции и прежде всего на крупнотоварном производстве картофеля и зерна. Без животноводческой отрасли, не будет навоза, поэтому для успешного производства в настоящем и будущем центральным вопросом является воспроизводство плодородия на основе масштабного возвращения в почву органического вещества. Цель исследований – изучить возможность биологизации севооборотов. В каждом севообороте обязательным условием является присутствие многолетних бобовых или бобово-злаковых трав и внесение в почву соломы и сидеральных удобрений, в первую очередь для улучшения баланса гумуса и биологических показателей почвы. На площади выращивания зерновых и гороха соломой в почву возвращено 36,6 кг азота, 16 кг фосфора и около 66 кг калия в среднем на каждый гектар. Доля донника в структуре посевных площадей занимает 21,3 %. Количество азота, фосфора и калия, поступившее с сидеральной массой донника желтого в 2016 г. в агрофирме на 1200 га эквивалентно: по азоту – 1055 т аммиачной селитры, по фосфору – 194 т суперфосфата простого, по калию – 470 т хлористого калия. Редька масличная на повторную сидерацию после заделки в почву органики донника в 2016 году высевали в начале третьей декады июня на площади 429,6 га. Благодаря использованию соломы и широкого внедрения сидерации в земледелии агрофирмы достигнут положительный баланс по азоту и калию. При этом доля биологического азота в балансе составила 76,3 %, а минерального лишь 23,7 %, соответственно, фосфора 42,6 и калия 68,0 %.

The article is devoted to the experience of the biologization of agriculture on the example of LLC “Agrofirma “Glory to the Potato” of the Chuvash Republic. LLC “Agrofirma “Glory to the Potato” of the Chuvash Republic is specialized in the production of crop products and, above all, on large-scale potato and grain production. There is no cattle-breeding industry in the economy, no manure. Therefore, for successful production in the present and the future, the central issue is the reproduction of fertility on the basis of a large-scale return to the soil of organic matter. The aim of the research is to study the possibility of biologizing crop rotations. In each rotation, the obligatory condition is the presence of long-term leguminous or leguminous grasses and the introduction of straw and manure fertilizers into the soil, primarily to improve the balance of humus and soil biological parameters. 36.6 kg of nitrogen, 16 kg of phosphorus and about 66 kg of potassium were returned to the soil in the area of cultivation of cereals and peas with straw, on average per hectare. The share of the clover in the structure of sown areas is 21.3%. The amount of nitrogen, phosphorus and potassium supplied by the gray wool melon in yellow in 2016 in the agrofarm for 1200 hectares is equivalent to: 1055 tons of ammonium nitrate in nitrogen, 194 tons of superphosphate in phosphorus, 470 tons of potassium in potassium. Radish olive oil for repeated sideration after embedding in the soil of the clover organics in 2016 was sown at the beginning of the third decade of June on an area of 429,6 hectares. Thanks to the use of straw and widespread introduction of sideration in agrofarm farming, a positive balance in nitrogen and potassium has been achieved. At the same time, the share of biological nitrogen in the balance sheet was 76,3 %, and the mineral fraction only 23,7 %, respectively, 42,6 % phosphorus and 68,0 % potassium. Obligatory elements

Обязательными элементами технологии должны быть предпосевная обработка клубней биорегуляторами в дозах: Прорастин – 2,3 л/10 л воды на 1 т клубней; Фумар – 30 мл/10л воды на 1 т клубней; некорневая обработка вегетирующих растений в фазе бутонизации: Полистин – 3л/300 л воды на 1 га, Интермаг Картофель – 2л/300 л воды на 1 га.

Ключевые слова: плодородие почвы, земледелие, биологизация, севооборот, органическое удобрение.

of the technology should be pre-sowing treatment of the tubers with bioregulators in doses: Propastin – 2,3 liters/10 liters of water per 1 ton of tubers; Fumar – 30 ml/10 l of water per 1 ton of tubers; Non-root processing of vegetating plants in the budding phase: Polystin – 3l / 300 liters of water per 1 ha, Intermag Potato – 2l / 300 liters of water per 1 ha.

Keywords: soil fertility, agriculture, biology, crop rotation, organic fertilizer.

В современном земледелии стало, к сожалению, нарастать число ограничивающих факторов производства. Главными, ведущими из них стали низкая ресурсная обеспеченность средствами производства, кадрами, финансами, деградация земель сельскохозяйственного назначения, снижение производительной способности почвы, продолжающееся падение плодородия, ухудшение фитосанитарной обстановки в посевах и почве.

В ближайшей перспективе мы не можем рассчитывать на значительное улучшение материальной базы АПК и положительную демографию на селе, поэтому мы обречены на поиск такой системы земледелия, таких технологий, которые позволяли бы максимально задействовать природные факторы воспроизводства плодородия почвы, уменьшить долю минеральных удобрений в питании растений и пестицидов в защите посевов от вредных организмов [10].

Сегодня ситуация в земледелии сложилась и остается весьма сложной и острой. Не все руководители, специалисты и собственники земли нашли в себе силы, разум и знания заменить затратные технологии ресурсосберегающими и продолжают по инерции использовать технологии, принятые во второй половине прошлого века. Однако следует заметить, что все большее число сельхозтоваропроизводителей обращается к самовосстанавливающемуся, ресурсосберегающему земледелию с соответствующим набором широкозахватной, многофункциональной и скоростной техники. Ключевые моменты такого земледелия: грамотные севообороты с соблюдением заданных параметров, количество и качество поступающего органического вещества в почву в виде соломы, стерни и сидератов, применение адаптированных сортов и гибридов, отказ от отвальной вспашки, применение комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов, расширение использования бактериальных удобрений и биологических средств защиты растений.

Сегодня к системе земледелия предъявляются 3 основных требования: эффективность, ресурсосбережение и экологическая безопасность. Выполнение этих требований возможно лишь при грамотном использовании на определенной (выделенной) территории биологических ресурсов растений, почвы и животных, направленном на ежегодное получение запланированного урожая, прибыли и оказывающем благоприятное средообразующее влияние. Ни техногенная, ни биологическая система земледелия в чистом виде не могут быть взяты на вооружение производственниками. Техногенная – слишком ресурсозатратна и опасна экологически. Чисто биологическая не в состоянии в полной мере обеспечить потребности в продовольствии. Решение проблемы – в грамотном их сочетании с учетом того, что биологизация – это «фундамент», а грамотное, щадящее применение современных биоминеральных удобрений (хелатные) и современных средств защиты растений – это «надстройка». Соотношение и размеры «фундамента» и «надстройки» на разных этапах биологизации земледелия могут меняться в масштабах (объемах), дополняться и взаимозаменяться.

Сегодня во всех развитых странах мира широкое распространение получил термин «экстенсификация», означающий снижение техногенных факторов в земледелии, т. е. уменьшение агрохимической нагрузки возведено в ранг государственной политики. Так, в США Конгрессом принято постановление по ресурсосберегающим, экологически безопасным технологиям.

Одним из основных критериев оценки биологизации является степень участия в урожае биологического азота. Здесь наиболее доступным является увеличение доли бобовых в структуре посевов и широкое использование сидерации. Это уменьшит применение минеральных, прежде всего азотных (наиболее дорогих и экологически небезопасных), удобрений, удешевит урожай, корма и, соответственно, животноводческую продукцию, поддержит плодородие почвы на требуемом уровне [1; 2].

Плодородие почвы – один из ключевых и центральных аспектов системы земледелия в производстве растениеводческой продукции. При биологизации земледелия мобилизация ресурсов почвенного плодородия и его воспроизводство осуществляется за счет возврата нужного количества и качества свежего органического вещества, основной пищи для почвенной биоты. Происходит резкое увеличение микробного белка из углеродного сырья. Плодородие почвы в основном создается самими растениями и почвенной биотой, поэтому одним из основных направлений биологизации является сохранение, активизация биоты и регулирование ее деятельности. Активность и численность биоты зависят от поступления в почву свежего органического вещества, его качества, температуры, влажности и др. Живые организмы, принимающие участие в превращении органического вещества, могут достигать до десятка тонн на гектаре. Среди них наиболее активны бактерии, водоросли, грибы и актиномицеты. Особую ценность имеют бактерии азотофиксаторы. Большую ценность представляют дождевые черви, моллюски и членистоногие. Они не только участвуют в превращениях органического вещества, но и улучшают агрофизическое состояние почвы через улучшение структуры [3].

Таким образом, основным направлением развития современного земледелия становится биологизация, которая в наибольшей мере соответствует законам развития природы и, в первую очередь, закону возрастания плодородия почвы. Большой группой виднейших отечественных ученых конца XIX и первой половины XX столетия – В. И. Вернадским, А. П. Виноградовым, А. К. Тимирязевым, В. Р. Вильямсом, К. П. Гедройцем, П. А. Костычевым, Д. Н. Прянишниковым и И. В. Тюриным – было блестяще доказано, что в природе в результате жизненных процессов увеличиваются запасы аккумулированной солнечной энергии на земле, происходит накопление в почве органических веществ и всех биологически важных элементов питания, создаются новые, более благоприятные условия для роста и развития зеленых растений и микроорганизмов.

Чем активнее протекают биологические процессы, тем интенсивнее накапливаются элементы плодородия почвы. Вот эти концепции были положены в основу биологизации земледелия в ООО «Агрофирма «Слава картофелю».

Почвенный покров в основном представлен выщелоченными черноземами средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава с «крапинками» легкоглинистых. Гумуса в этих почвах содержится от 6 до 11 % с мощностью перегнойного горизонта от 35 до 110 см. Преобладают мало- и среднемощные черноземы с гумусовым слоем до 80 см, а по степени гумусированности – среднегумусовые – 6–9 %. На преобладающей части пашни обменная кислотность находится в интервале pH от 5,4 до 6,1, P_2O_5 – 15–25 и K2O – 12–23 мг на 100 грамм почвы. Относительно небольшую площадь занимают серые и темно-серые лесные почвы с гумусом от 4 до 6 %. Почти на всей площади пашни подпахотные горизонты переуплотнены и имеют объемную массу выше 1,35 г/см^3, а на значительной площади возделывания картофеля – 1,4 г/см^3 и выше.

ООО «Агрофирма «Слава картофелю» специализировано на производстве растениеводческой продукции и прежде всего на крупнотоварном производстве картофеля и зерна. Нет в хозяйстве животноводческой отрасли, нет и навоза, поэтому для успешного производства в настоящем и будущем центральным вопросом является воспроизводство плодородия на основе масштабного возвращения в почву органического вещества.

Производство картофеля относится к ущербной специализации, ведущей к повышенной минерализации гумуса и выносу элементов минерального питания. В зависимости от гранулометрического состава почвы и величины урожая картофеля, частоты механической обработки почвы ежегодные потери гумуса составляют от 1,5 до 2,5 т и более на каждом гектаре. Кроме того, технология возделывания картофеля без необходимой органики ухудшает агрофизические параметры плодородия почвы и водный режим, поэтому высокая концентрация картофеля в структуре посевов требует постоянного возврата органического вещества в количестве, превышающем его потери. Масштабы потери гумуса примерно таковы. В 2016 году картофель возделывался на площади 754 га. Урожайность в среднем составила 32,7 т/га. Технология для получения такого урожая минерализует примерно 2,5 т/га гумуса в год. Таким образом, общие потери гумуса на всей площади возделывания картофеля составляют не менее 1885 т. Для компенсации этих потерь потребовалось бы внесение 31 тыс. т навоза и 2580 рейсов КамАЗов-самосвалов [9].

Поэтому для продолжения успешного и эффективного производства картофеля и зерна и для прекращения деградации почвы и ее плодородия, которые являются фундаментом урожая, с 2013 года агрофирма начала интенсивную биологизацию земледелия путем введения грамотных севооборотов, масштабного использования соломы и стерни зерновых культур, сидерации пашни бобовой культурой – донником желтым, и капустной – редькой масличной. Кроме того, в хозяйстве в течение ряда лет в производстве картофеля широко применяются биофиторегуляторы, сочетающие в себе свойства эффективного стимулятора роста, антистрессового адаптогена и обладающие фунгицидной активностью – это препараты «Прорастин», «Полистин», «Фумар», а также «Интермаг Картофель» – жидкое комплексное хелатированное микроудобрение.

Севообороты

Одним из ведущих элементов биологизации является грамотно построенная система севооборотов. В агрофирме вся пашня разделена на 2 категории: первая – наиболее соответствующая по уровню плодородия, рельефу, транспортной доступности и др. для интенсивного производства картофеля, вторая – для производства зерна и другой продукции.

В первой категории пашни освоены короткоротационные плодосменные севообороты с сидеральным паром с концентрацией картофеля от 25 до 33 %. Чередование культур в этих севооборотах:

1. Сидеральный пар (донниковый).
2. Озимая пшеница.
3. Картофель.
4. Яровые зерновые + донник.

1. Сидеральный пар.
2. Картофель.
3. Яровые зерновые + донник.

1. Двойной сидеральный пар (первая сидеральная культура донник, вторая – редька масличная);
2. Озимая пшеница.
3. Картофель.
4. Яровые зерновые + донник.

Каждое поле имеет свое чередование культур по той или иной вышеуказанной схеме.

Во второй категории пашни, где не возделывается картофель, с 2015 года введены севообороты с сидеральным паром со следующим чередованием культур:

1. Сидеральный пар (донниковый).
2. Озимая пшеница.
3. Яровые зерновые.

1. Двойной сидеральный пар.
2. Озимая пшеница.
3. Яровые зерновые.

В 2016 году введен зерновой севооборот с сидеральным паром с возделыванием гороха:

1. Горох.
2. Яровая пшеница + донник.
3. Сидеральный пар.
4. Озимая пшеница.

Целью всех полевых севооборотов, как с возделыванием картофеля, так и без него, является ускорение активизации биологических процессов в почве и на этой основе улучшение всех ее биологических, агрохимических и агрофизических свойств; получение расширенного воспроизводства эффективного плодородия почвы, дающего возможность постепенно сокращать материальные, трудовые и финансовые издержки, уменьшать применение минеральных удобрений и пестицидов, обеспечить экологическую устойчивость всей территории хозяйства.

В основу же состава сельскохозяйственных культур во всех полевых севооборотах мы заложили культуры-почвоулучшатели: донник желтый для сидерации, редька масличная для повторной сидерации и горох. Их доля в структуре севооборотов составляет от 25 до 33 %. Кроме того, на выводных полях хозяйства возделывается люцерна, занимающая около 9 % пашни. В целом же в земледелии агрофирмы бобовые культуры занимают более 38 % пашни. Такой метод земледелия является одним из самых интенсивных, доступных каждому хозяйству биологических методов для ускоренного лечения деградированной пашни Чувашии. Здесь почвоулучшающий эффект достигается самим составом культур в севооборотах, чередованием, но главный эффект создается количеством и качеством поступающего свежего органического вещества.

Измельченная солома зерновых как органическое удобрение

Другой важный элемент биологизации – удобрение соломой зерновых культур. Этот прием является одним из дешевых и эффективных, он увеличивает биологическую активность почвы за счет поступающего углерода. При этом пашня обогащается детритом, гумусовыми веществами, которые во взаимодействии с кальцием оструктуривают почву, улучшают водный, воздушный режимы и режим питания [6; 7].

В агрофирме солома измельчается и поверхностно заделывается лишь после озимой пшеницы. Солома ячменя поступает в личное подворье, а солома яровой пшеницы измельчается и остается в виде мульчи. На полях после уборки яровых зерновых продолжает вегетировать подсеянный к ним весной донник.

Ежегодно измельченная солома зерновых остается в поле на 80–85 % площади их посевов. В 2016 году солома измельчалась на площади 1778 га.

Таблица 1

Поступление измельченной соломы и возврат с ней макроэлементов в почву в 2016 г.

Культура	Площадь, га	Масса измельченной соломы, т/га	Валовая масса соломы, т	Количество макроэлементов, т		
				N	P_2O_5	K_2O
Пшеница озимая	776	6,73	5266	26,3	10,5	47,4
Пшеница яровая	862	5,79	4993	33,4	15,0	49,9
Горох	140	2,73	382	5,3	2,9	1,9
Всего	1778	–	10641	65,0	28,4	99,2
В сред-среднем на 1 га, кг	–	–	–	36,6	16,0	55,8

На площади выращивания зерновых и гороха соломой в почву возвращено 36,6 кг азота, 16 кг фосфора и около 66 кг калия в среднем на каждый гектар.

Сидерация

В период расцвета так называемых «интенсивных» технологий (последние 40–60 лет) из-за чрезвычайной распаханности, одностороннего увлечения применением минеральных удобрений и пестицидов, наличия в севооборотах чистых паров и недостатка в структуре посевов многолетних трав произошли колоссальные негативные явления: рост эрозионных процессов, падение содержания гумуса и биологической активности почвы, подкисление, ухудшение водного и пищевого режимов. Устранить это в настоящее время техногенными высокозатратными методами невозможно. Более того, техногенные интенсивные методы ведения земледелия еще глубже загоняют многие проблемы сохранения самой почвы и ее плодородия как главного средства производства [4].

Лечение деградирующих почв возможно только внесением достаточного количества свежего высококачественного органического вещества в виде навоза, сидерата, соломы, растительных остатков и посевов многолетних трав. Доступным и дешевым источником органического вещества является сидеральное удобрение, поэтому сидерация становится одним из ведущих факторов биологизации земледелия, эффективным методом решения интенсификации производства и улучшения экологической обстановки на аграрной территории. Однако наиболее полно проблемы воспроизводства плодородия почвы и улучшения фитосанитарной обстановки решаются сочетанием применения измельченной соломы зерновых, сидерацией, культурами из семейства бобовых и капустных. Эффективность их сочетания определяется различным химическим составом и соотношением C : N. В соломе зерновых культур высокое содержание углерода – основного источника питания растений и почвенных микроорганизмов, а в бобовом сидерате – значительно большее содержание азота, необходимого для почвенной биоты и растений [8].

В подборе сидеральной культуры особое внимание мы обращали еще на ряд особенностей: на наличие мощной стержнекорневой системы, способной разрыхлять переуплотненные подпахотные слои, на способность противостоять часто наблюдающейся весенне-летней засухе, ежегодную способность накапливать большую вегетативную и корневую массу, на способность азотонакопления, устойчивость урожайности семян по годам, способность подавлять сорняки и ряд вредителей, на ее технологичность. С учетом этих требований мы остановились на такой универсальной культуре для сидерации, как донник, и на редьке масличной.

Другие бобовые культуры уступают доннику по ряду показателей, в первую очередь, по фитомассе, урожайности семян по годам и улучшению фитосанитарной обстановки в посевах.

Первые посевы донника в хозяйстве разместили на площади 460 га в 2013 г и в течение 4-х лет увеличили в 2,3–2,8 раза. Последние 2 года донник размещается более чем на 1000 га.

Таблица 2

Площади посевов донника на сидерацию и его доля в структуре посевов

Год	Площади посевов донника, га	Доля донника в структуре посевов, %
2013	460	9,4
2014	603	12,3
2015	1302	26,7
2016	1037	21,3

Из них в пределах 100 га отводится под семенники. Агрофирма полностью обеспечена собственными семенами донника, производя ежегодно более 100 т семян. Кроме того, значительная часть семян – 70–75 т – реализуется в другие хозяйства республики.

Таблица 3

Поступление в почву с донниковым сидератом вегетативной, корневой массы, сухого вещества и макроэлементов на каждый гектар посевов в 2016 г.

Органическое вещество	Сырая масса, т/га	Сухое вещест во, т/га	Количество макроэлементов, кг/га			
			N	P_2O_5	K_2O	CaO
Вегетативная масса	28,5	5,25	249,3	20,6	144,5	96,4
Корневая масса*	21,2	2,40	53,7	9,9	90,6	44,6
Поступило на 1 га сидерации	49,7	7, 65	303,0	30,5	235,1	141,0

* Корневая масса учитывалась в слое почвы 0–25 см.

Таким образом, в 2016 г. на каждый гектар сидерации с донником желтым поступило около 50 т сырой массы (примерно эквивалентно 50 т навоза), 7,65 т сухого вещества, 303 кг азота, 30,5 кг фосфора, 235кг калия и 141 кг окиси кальция, т. е. каждый гектар получил:

- азот, эквивалентный 8,8 ц аммиачной селитры;
- фосфор, эквивалентный 1,6 ц суперфосфата простого;
- калий, эквивалентный 4,7 ц хлористого калия.

Таблица 4

Поступление в земледелие агрофирмы органического вещества и макроэлементов с донниковым сидератом (1200 га)

Органическое вещество	Сырая масса, т	Сухое вещество, т	Количество макроэлементов, т			
			N	P_2O_5	K_2O	CaO
Вегетативная и корневая масса	59628	9180	364	37	282	169

Количество азота, фосфора и калия, поступившее с сидеральной массой донника желтого в 2016 году в агрофирме на 1200 га эквивалентно:

- по азоту – 1055 т аммиачной селитры;
- по фосфору – 194 т суперфосфата простого;
- по калию – 470 т хлористого калия.

Таков потенциал донника желтого как сидерата по регулированию пищевого режима почвы. У него же большой потенциал по регулированию биологических процессов и водно-физических свойств плодородия.

Для ускорения темпов биологизации земледелия, повышения и потенциального, и эффективного плодородия почвы, для уменьшения материальных и финансовых издержек с 2015 года начали внедрять повторную сидерацию. В качестве повторной сидеральной культуры решили использовать редьку масличную из семейства капустных. Сочетание измельченной соломы зерновых, бобовой сидеральной культуры донника и повторной сидерации редькой масличной с различным химическим составом и соотношением C : N дает возможность весьма успешно регулировать поступление в почву углерода, азота, фосфора, калия, кальция и влиять на процессы минерализации, гумификации, структурообразования и общего экологического оздоровления почвы.

Редька масличная на повторную сидерацию после заделки в почву органики донника в 2016 году высевалась в начале третьей декады июня на площади 429,6 га. Вегетация шла два месяца, и к началу заделки массы органики в почву (вторая декада августа) растения редьки имели по 20–28 стручков и продолжали цвести.

Таблица 5

Урожайность, содержание сухого вещества и макроэлементов в сухой массе редьки масличной в повторной сидерации

Сидеральная масса	Площадь, га	Урожайность, т/га	Валовый урожай, т	Сухое вещество, %	Макроэлементы, %		
					N	P_2O_5	K_2O
Вегетативная	429,6	16,0	6874	12,95	3,36	0,32	6,77
Корневая	429,6	0,89	382	19,19	1,19	0,14	3,48
Всего	429,6	–	7256	–	–	–	–

Интенсивная биологизация земледелия через поступление в почву соломы и растительных остатков зерновых культур и зеленого удобрения донника желтого и редьки масличной решает комплекс вопросов биологических и агрофизических параметров плодородия, решает баланс органического вещества в почве и элементов минерального питания растений.

Таблица 6

Баланс макроэлементов в земледелии ООО «Агрофирма «Слава картофелю» в 2016 г. (площадь 4374 га)

	Ед. изм.		Свежее органическое вещество	Элементы минерального питания					
				в тоннах			в процентах		
				N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Вынос	т	–	–	411, 2	154,9	485,1	–	–	–
	кг/га	–	–	94,0	35,4	110,9	–	–	–
Поступление	т	Минеральные удобрения	–	134,2	75,2	210,9	22,6	56,7	31,4
	т	Солома	10641	36,5	16,0	84,2	6,2	12,0	12,5
	т	Донник-сидерат	59628	364,0	37,0	282,0	64,4	28,2	42,5
	т	Редька масличная – повторный сидерат	7256	30,8	2,95	85,8	5,2	2,2	12,7
Всего на 1 га	т	В целом	77525	565,5	131,2	662,9	–	–	–
	кг	На 1 га пашни	17,7	129,3	30,0	151,6	–	–	–
Баланс	т	В земледелии в целом	–	+154,4	–23,7	+177,8	–	–	–
	кг	На 1 га пашни		+35,3	–5,4	+40,6	–	–	–

Благодаря использованию соломы и широкого внедрения сидерации в земледелии агрофирмы достигнут положительный баланс по азоту и калию. При этом доля биологического азота в балансе составила 76,3 %, а минерального лишь 23,7 %, соответственно, фосфора 42,6 и калия 68,0 %. **Система земледелия считается биологизированной, если доля биологического азота в урожае превышает 70 %.** Пока еще наблюдается некоторый отрицательный баланс фосфора (–5,4 кг/га). Нет сомнений, что через 2–3 года и по фосфору сформируется положительный баланс за счет нарастания биологической активности почвы, способствующей переводу трудноразлагаемой формы фосфора в доступную. Об этом свидетельствуют наши наблюдения за динамикой агрохимических параметров плодородия почвы.

В агрофирме для постоянного мониторинга динамики плодородия почвы выделено поле-полигон (поле 1 «и») с площадью 82,1 га. Ежегодный отбор почвенных образцов осуществляется с помощью оборудования для точного земледелия в конце сентября и начале октября в 5 фиксированных секторах поля по горизонтам 0–25 и 25–40 см. Полученные образцы почв анализируются в ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Чувашский».

Таблица 7

Динамика агрохимических показателей плодородия почвы (поле 1 «и», площадь 82,1 га)

Год	Горизонт почвы, см	Содержится в 1 кг почвы					pH_{KCl}
		Гумус, %	P_2O_5, мг	K_2O, мг	N аммонийный, мг	N нитратов, мг	
2014	0–25	7,02	94,6	64,6	3,24	30,3	5,62
	25–40	6,67	73,4	31,4	2,28	16,7	5,44
2015	0–25	7,56	–	–	5,32	19,5	5,75
	25–40	6,12	–	–	5,62	3,42	5,59
2016	0–25	7,64	188,2	113,8	3,19	3,96	5,68
	25–40	6,30	165,5	117,0	2,63	4,04	5,62

Мониторинг агрохимических свойств почвы показывает, что при внесении свежего органического вещества в верхний слой почвы (2013 г. – измельченная солома яровых зерновых, 2014 г. –

донниковый сидерат, 2015 г. – картофель, 2016 г. – вновь солома яровых зерновых) в севообороте с картофелем (33 %) наблюдается увеличение содержания гумуса с 7,02 до 7,64 %. В слое же почвы 25–40 см этого не наблюдается. При поступлении в почву соломы и бобового сидерата за счет усиления биологических процессов значительно, в 2 и более раза, возросло содержание подвижного фосфора и обменного калия.

В динамике аммонийного и нитратного азота пока еще не наблюдается четкой закономерности. Эти соединения очень динамичны и значительно больше, чем фосфор и калий, зависят от ряда почвенных процессов.

Наблюдается некоторое раскисление почвы, особенно в слое 25–40 см. Так, с осени 2014 к осени 2016 года обменная кислотность уменьшилась, т. е. pH_{Kl} возросла с 5,44 до 5,62.

Во что обходится биологизация земледелия?

Длительные исследования эффективности зеленого удобрения (один из главных факторов биологизации) в Волго-Вятской зоне показали, что энергоемкость сидеральных паров в 2,3 раза ниже энергоемкости унавоженного чистого пара (40 т/га навоза). Этим и определяется огромное энерго- и ресурсосберегающее значение сидерации. Однако наиболее сильной стороной сидерации является ее средообразующий, почвоулучшающий эффект. Об этом сказано выше.

В 2016 году производство сидеральной массы донника с урожайностью около 50 т/га обошлось агрофирме в 1778 рублей в расчете на гектар посевов при себестоимости 35,8 руб. за тонну органической массы. При этом в общих издержках доля семенного материала донника составила 56 %, а доля заделки сидеральной массы в почву – около 38 %. Для сравнения: в республике себестоимость навоза составляет примерно 300 руб./т при примерно равной эффективности 1 т навоза и 1 т сидерата. Дороже обходится повторная сидерация, т. к. увеличивается число технологических приемов, связанных с посевом как отдельным приемом, дискованием, прикатыванием и другим. В ушедшем году каждый гектар повторной сидерации обошелся хозяйству в 2083 рубля при себестоимости 1 т сидеральной массы в интервале от 85 до 225 рублей в зависимости от поля и урожайности органической массы. В структуре затрат семена редьки масличной занимают около 58 %, а технологические приемы 42 %.

Таким образом, донниковый сидерат агрофирме обошелся примерно в 8 раз, а повторный сидерат в виде редьки масличной в 1,3–3,5 раза дешевле, чем полуперепревший навоз.

На что еще следовало бы обратить внимание. На 3–4 год использования донникового сидерата в результате улучшения комплекса показателей плодородия:

- увеличилась урожайность зерновых культур до 3,76 т/га. Раньше она не превышала 2,7 т/га;
- значительно уменьшилась повреждаемость клубней картофеля проволочником;
- уменьшилась зараженность растений и клубней ризоктониозом;
- улучшились условия комбайновой уборки картофеля в период осенних осадков за счет повышенной фильтрации воды по следам, капиллярам, создающимся мощной стержневой корневой системой донника;
- появились условия уменьшения применения минеральных удобрений, особенно азотных.

Высокая доля потребления картофеля (100–120 кг/человека в год) в условиях Российской Федерации накладывает особую ответственность на производителя за качество продукции.

Результаты исследования показывают, что дозы минеральных удобрений, рассчитанные балансовым методом на планируемую урожайность (в нашем случае $N_{170}P_{100}K_{170}$), снижают содержание сухого вещества (–2,4 %) и крахмала (–1,7 %) по сравнению с контролем без удобрений. Минеральные удобрения и в полевых, и производственных опытах повышали содержание нитратов в клубнях: на фоне $N_{170}P_{100}K_{170}$ до 143 мг/кг, на фоне половинной дозы до 119 мг/кг против 88 мг/кг на нулевом фоне.

Биорегуляторы и микроэлементы, как по отдельности, так и в различных сочетаниях, снижали содержание нитратов в продукции, как на фоне полной (до 68–90 мг/кг), так и половинной дозы (до 77–104 мг/кг) минеральных удобрений. Содержание витамина С при применении биорегуляторов и микроэлементов увеличивалось на обоих фонах удобрений на 2,7–10,9 %.

Минеральные удобрения в полной дозе ($N_{170}P_{100}K_{170}$) повышали распространенность и развитие фитофтороза, а предпосадочная обработка Прорастином в дозе 2,3/10 л воды на 1 т клубней снижала фитофтороз на 57 % и парши обыкновенной на 19 %.

Эффект от предпосадочной обработки клубней Фумаром был более сильным в отношении ризоктониоза, фузариоза и парши, и менее эффективным в отношении фитофтороза по сравнению с действием Прорастина. Однако в сумме пораженность болезнями на фонах $N_{170}P_{100}K_{170}$ и $N_{85}P_{50}K_{85}$, в вариантах с Фумаром (32 и 19,7 %) и Прорастином (33,2 % и 19,3 %) была одного порядка.

Наибольший экономический эффект при производстве картофеля обеспечило совместное применение Фумара (регулятор роста) при предпосадочной обработке клубней, некорневое опрыскивание ботвы Полситином или Интермагом на фоне половинной дозы минеральных удобрений. Условный доход от дополнительной продукции увеличился на 64,1–68,1 тыс. руб./га, себестоимость продукции снизилась до 7,1–7,2 руб./кг, повысилась окупаемость затрат до 10,56–12,06 руб./га.

Поэтому сегодня при интенсивном производстве картофеля в биологизированном земледелии, наряду с грамотными севооборотами, внесением измельченной соломы и достаточного количества органического вещества в виде сидеральной массы и минеральных удобрений, обязательными элементами технологии стали:

– предпосевная обработка клубней биорегуляторами в дозах: Прорастин – 2,3 л/10 л воды на 1 т клубней; Фумар – 30 мл/10 л воды на 1 т клубней;

– некорневая обработка вегетирующих растений в фазе бутонизации: Полистин – 3 л/300 л воды на 1 га; Интермаг Картофель – 2 л/300 л воды на 1 га.

Литература

1. Беляк В. Б. Биологизация сельскохозяйственного производства. Пенза, 2008. 319 с.

2. Воробьев С. А., Четверня А. М. Биологическое земледелие // Агрономические основы специализации севооборотов. М.: Агропромиздат, 1987. С. 22–29.

3. Довбан К. И., Довбан В. К., Бардинов Ф. Г. Сидерация в интенсивном земледелии // Обзорная информация ВНИИТЭИ агропрома. М., 1992. 62 с.

4. Заикин В. П., Ивенин В. В., Румянцев Ф. П., Кривенков С. Ю. Научные основы использования зеленого удобрения в Волго-Вятском регионе. Н. Новгород, 2004. 271 с.

5. Курдюмов Н. И. Мастерство плодородия. Ростов-на-Дону: Владис; М.: РИПОЛ классик, 2013. 512 с.

6. Мутиков В. М., Филиппова С. М., Фадеева М. Ф. Биогумус в полевой культуре Чувашии // Биологические и экологические проблемы земледелия Поволжья: сб. докл. Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары, 2010. С. 186–194.

7. Мутиков В. М. Ресурсосберегающие технологии в практике земледелия Чувашии // Биологические и экологические проблемы земледелия Поволжья: сб. докл. Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары, 2010б. С. 195–210.

8. Мутиков В. М. К вопросу биологизации земледелия // Агроинновации. КУП Чувашской Республики «Агро-Инновации», 2011. № 4. С. 11–15.

9. Мутиков В. М., Григорьев В. Н., Селиванов А. В., Яковлев В. И. Сберегающее земледелие на полях Чувашии // Агроинновации, КУП Чувашской Республики «Агро-Инновации». 2013. № 4. С. 6–12.

10. Мутиков В. М., Селиванов А. В. Сидерация – одна из ведущих элементов современного земледелия // Агроинновации, КУП Чувашской Республики «Агро-Инновации». 2016. № 1. С. 24–27.

11. Новиков М. Н., Тужилин В. М., Самохина О. А., Лисятников И. И., Комаров В. И. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 295 с.

References

1. Beljak V. B. Biologizacija sel'skohozjajstvennogo proizvodstva [Biologization of agricultural production]. Penza, 2008, 319 p.

2. Vorob'ev S. A., Chetvernja A. M. Biologicheskoe zemledelie [Biological agriculture]. *Agronomicheskie osnovy specializacii sevooborotov* = Agronomical bases of specialization of crop rotations, M.: Agropromizdat, 1987, pp. 22–29.

3. Dovban K. I., Dovban V. K., Bardinov F. G. Sideracija v intensivnom zemledelii [Sideration in intensive agriculture]. *Obzornaja informacija VNIITJeI agroproma* = Survey information of All-Russian scientific research institute of technical aesthetics of the agroindustry, Moskow, 1992, 62 p.

4. Zaikin V. P., Ivenin V. V., Rumjancev F. P., Krivenkov S. Ju. Nauchnye osnovy ispol'zovanija zelenogo udobrenija v Volgo-Vjatskom regione [Scientific basis of using green fertilizer in the Volga-Vyatka region]. N. Novgorod, 2004, 271 p.

5. Kurdjumov N. I. Masterstvo plodorodija [Mastery of fertility. Rostov-on-Don]. Rostov-na-Donu: Vladis; Moskow: RIPOL klassik, 2013, 512 p.

6. Mutikov V. M., Filippova S. M., Fadeeva M. F. Biogumus v polevoj kul'ture Chuvashii [Biohumus in the field culture of Chuvashia]. *Biologicheskie i jekologicheskie problemy zemledelija Povolzh'ja: sb. dokl. Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii* = Biological and ecological problems of agriculture in the Volga region: a collection of reports of the All-Russian scientific and practical conference, Cheboksary, 2010, pp. 186–194.

7. Mutikov V. M. Resursosberegajushhie tehnologii v praktike zemledelija Chuvashii [Resource-saving technologies in the practice of agriculture in Chuvashia]. *Biologicheskie i jekologicheskie problemy zemledelija Povolzh'ja: sb. dokl. Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii* = Biological and ecological problems of farming in the Volga region: a collection of reports of the All-Russian scientific and practical conference, Cheboksary, 2010b, pp. 195–210.

8. Mutikov V. M. K voprosu biologizacii zemledelija [On the issue of the biologization of agriculture]. *Agroinnovacii* = Agroinnovations, KUP Chuvashskoj Respubliki «Agro-Innovacii», 2011, no. 4, pp. 11–15.

9. Mutikov V. M., Grigor'ev V. N., Selivanov A. V., Jakovlev V. I. Sberegajushhee zemledelie na poljah Chuvashii [Savings agriculture in the fields of Chuvashia]. *Agroinnovacii* = Agroinnovations, KUP Chuvashskoj Respubliki «Agro-Innovacii», 2013, no. 4, pp. 6–12.

10. Mutikov V. M., Selivanov A. V. Sideracija – odna iz vedushhih jelementov sovremennogo zemledelija [Sideration is one of the leading elements of modern farming]. *Agroinnovacii* = Agroinnovations, KUP Chuvashskoj Respubliki «Agro-Innovacii», 2016, no. 1, pp. 24–27.

11. Novikov M. N., Tuzhilin V. M., Samohina O. A., Lisjatnikov I. I., Komarov V. I. Sistema biologizacii zemledelija v Nechernozemnoj zone [System of biologization of agriculture in the non-chernozem zone]. Moskow: FGNU «Rosinformagroteh», 2007, 295 p.

Статья поступила в редакцию 19.03.2017 г.
Submitted 19.03.2017.

Для цитирования: Мутиков В. М., Селиванов А. В., Васильев Н. И., Нурсов И. Н. Практика интенсивной биологизации земледелия (на примере ООО «Агрофирма «Слава картофелю» Чувашской Республики) // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. Т. 3. № 3 (11). С. 38–47.

Citation for an article: Mutikov V. M., Selivanov A. V., Vasil'ev N. I., Nursov I. N. The practice of intensive farming biology (on the example of OOO «Agrofirma» Glory to the Potato «of the Chuvash Republic). *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics".* 2017, vol. 3, no. 3 (11), pp. 38–47.

Мутиков Владимир Михайлович, профессор, консультант, Казенное унитарное предприятие Чувашской Республики «Агро-Инновации», г. Чебоксары, *agro-in@cap.ru*

Селиванов Алексей Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель генерального директора ООО «Агрофирма «Слава картофелю», Чувашская Республика, с. Комсомольское, *ask21rus@mail.ru*

Васильев Николай Иванович, кандидат биологических наук, директор, Казенное унитарное предприятие Чувашской Республики «Агро-Инновации», г. Чебоксары, *agro-in@cap.ru*

Нурсов Игорь Николаевич, агроном-консультант, Казенное унитарное предприятие Чувашской Республики «Агро-Инновации», г. Чебоксары, *agro-in8@cap.ru*

Mutikov Vladimir M., Professor, Consultant, PMC "Agro-Innovations", *agro-in@cap.ru*

Selivanov Aleksei V., Ph. D. (Agriculture), LLC "Agrofirma "Glory to the Potato", *ask21rus@mail.ru*

VasilievNikolai I., Ph. D. (Biology), PMC "Agro-Innovations", *agro-in@cap.ru*

Nursov Igor' N., agronomist-consultant, PMC "Agro-Innovations", *agro-in8@cap.ru*