

## 2. ПЛОДРОДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

УДК 631.147

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ТРАДИЦИОННОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, Ю. А. Белявская, Т. М. Кирдун,  
М. М. Торчило, Н. Ю. Жабровская

*Институт почвоведения и агрохимии,  
г. Минск, Беларусь*

#### ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей агропромышленного комплекса Республики Беларусь является обеспечение продовольственной безопасности страны. На данном этапе эту задачу невозможно выполнить без применения научно обоснованных севооборотов и систем удобрения, химических средств защиты растений, высокоурожайных сортов возделываемых культур. В то же время интенсивное развитие традиционного земледелия связано с рядом экологических рисков. Это привело к внедрению в мировую практику хозяйствования форм альтернативного земледелия, одной из которых является органическое производство.

В Республике Беларусь на начало 2019 г. насчитывается 25 сертифицированных органических производств. Толчок развитию данного направления в республике, возможно, даст подписанный Президентом Республики Беларусь 9.11.2018 г. № 144-З «Закон Республики Беларусь о производстве и обращении органической продукции». В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Беларуси до 2030 г. предусмотрен рост доли органического земледелия до 3–4 % [1].

Органическое сельское хозяйство – способ сельскохозяйственного производства, при котором не используются химические препараты, гормоны роста, антибиотики и методы генной инженерии. Результат достигается за счет агротехнических приемов, предупреждения возникновения болезней и распространения вредителей механическими и биологическими методами [2, 3]. Среди проблем, с которыми сталкиваются производители органической продукции в Беларуси до сих пор – отсутствие знаний по технологиям выращивания культур и ведению документации, недостаток материальных ресурсов и финансовых средств, маркетинговых навыков.

Органическое производство на территории Республики Беларусь имеет свои особенности, определяемые экономическими и почвенно-климатическими условиями. Это обуславливает необходимость проведения исследований по разработке агробиологических и агротехнических приемов органического земледелия

для условий нашей страны со сравнительной оценкой урожайности, качества и экономических показателей органической продукции.

Цель исследований – дать сравнительную оценку влияния традиционного и органического производства на продуктивность культур севооборота, показатели качества урожая, плодородие почвы и экономическую эффективность.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в полевом технологическом опыте на опытном поле Института почвоведения и агрохимии, расположенном в ОАО «Гастелловское» Минского района на дерново-подзолистой оглеенной внизу, суглинистой, развивающейся на мощном легком лессовидном суглинке почве в севообороте: овес сорт Юбиляр (2013, 2014 гг.) – картофель сорт Лилея (2014, 2015 гг.) – гречиха сорт Влада (2015, 2016 гг.) – кабачок гибрид F1 Каризма (2016, 2017 гг.). Предшественник овса – горох на зерно. Опыт заложен в двух последовательно открывающихся полях. В каждом поле культуры возделывали в блоке с применением минеральных удобрений и химических средств защиты растений (традиционное земледелие) и в блоке с применением бактериальных удобрений, компостов, подстилочного навоза и биологических средств защиты растений (органическое производство). В блоке с органическим производством солома овса и гречихи измельчалась и равномерно распределялась по вариантам; после уборки овса высевали люпин, после картофеля – озимую рожь на сидерацию. Повторность вариантов в опыте четырехкратная, размер делянки – 29,4 м<sup>2</sup>.

Пахотный слой исследуемой почвы перед закладкой опыта в среднем имел следующие агрохимические показатели: рН<sub>KCl</sub> – 6,2, содержание гумуса – 2,51 %, подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 601 мг/кг и K<sub>2</sub>O – 357 мг/кг почвы.

В результате изучения и анализа характеристики сортов картофеля для возделывания в системе органического земледелия выбран ранний столовый высокоурожайный сорт картофеля Лилея с очень хорошими вкусовыми качествами. Сорт пригоден для выращивания на всех типах почв, устойчив к раку картофеля и картофельной нематоде, высокоустойчив к фитофторозу клубней.

Из сортов гречихи выбран сорт Влада, отличающийся высокой конкурентоспособностью в отношении сорных растений и более дружным созреванием зерна. Сорт относится к ценным по качеству. Он устойчив к полеганию и среднеустойчив к осыпанию семян.

В результате изучения и анализа характеристики сортов и гибридов кабачка выбран ранний высокоурожайный гибрид F1 Каризма с длительным периодом сбора урожая и отличными вкусовыми качествами. Предназначен для реализации в свежем виде и переработки. Требуется минимум затрат на профилактические обработки за счет высокого уровня устойчивости к болезням.

Характеристика органических удобрений, внесенных в опыте (на естественную влажность): подстилочный навоз крупного рогатого скота (влажность – 74 %, зольность – 3,5 %, содержание органического вещества – 22,5 %, азота – 0,53 %, фосфора – 0,25 %, калия – 0,56 %, рН<sub>KCl</sub> – 8,3); вермикомпост (влажность – 55 %, зольность – 16,3 %, содержание органического вещества – 18 %, азота – 0,74 %, фосфора – 0,46 %, калия – 0,83 %, рН – 7,3); ПолиФунКур (влажность – 40 %, содержание органического вещества – 47,6 %, азота – 2,28 %, фосфора – 1,88 %, калия – 2,13 %).

Среднее содержание элементов питания в соломе и сидератах (на сухое вещество): солома овса (внесено 5,9 т/га) – влажность 16,0 %, содержание азота – 0,67 %, фосфора – 0,67 %, калия – 2,73 %; солома гречихи (внесено 2,5 т/га) – влажность 16,0 %, содержание азота – 0,52 %, фосфора – 0,95 %, калия – 2,90 %; зеленая масса люпина (внесено 100 ц/га) – влажность 91,8 %, содержание азота – 3,4 %, фосфора – 1,02 %, калия – 2,6 %; зеленая масса озимой ржи (внесено 148,3 ц/га) – влажность 79,4 %, содержание азота – 1,62 %, фосфора – 1,03 %, калия – 3,02 %.

Под овес, картофель и кабачок проводили зяблевую вспашку, под гречиху – весновспашку.

В блоке с традиционным земледелием посевы овса обрабатывали гербицидом Балерина в фазу кущения, СЭ из расчета 0,4 л/га (2013 г.); Прима СК, 0,5 л/га (2014 г.); в стадию флагового листа – фунгицидом Менара, КЭ из расчета 0,45 л/га. Довсходовая защита картофеля от сорняков проведена гербицидом Аркаде, КЭ в дозе 4,5 л/га. В фазу начало бутонизации в 2014 г. проведена обработка посевов баковой смесью фунгицида Ридомил Голд МЦ, ВДГ (2,5 кг/га) и инсектицида Децис профи, ВДГ (0,03 кг/га). Повторная обработка посевов картофеля от фитофтороза, альтернариоза и колорадского жука проведена в фазу цветения баковой смесью фунгицида Дитан Нео Тек 75, ВДГ (1,4 кг/га) и инсектицида Децис профи, ВДГ (0,03 кг/га). Для борьбы с колорадским жуком в 2015 г. проведена одна обработка инсектицидом Агролан РП (0,06 кг/га). Защита посевов гречихи от сорняков в блоке с традиционной и биологизированной системами земледелия проведена гербицидом Гезагард, КС из расчета 1,5 л/га.

В блоке с органическим производством в 2014 г. проведено 4 окучивания картофеля, в 2015 г. – 2. От альтернариоза и фитофтороза защиту посевов картофеля проводили биологическим препаратом Ксантрел, 2-процентный р-р (6 л/га) в фазу начало бутонизации и в стадию цветения. Защиту картофеля от колорадского жука проводили биологическим препаратом Ксантрел с использованием ранцевого опрыскивателя по мере заселения растений локально. При возделывании овса, гречихи и кабачка мероприятий по защите не проводили.

Агрохимические показатели пахотного слоя определяли по общепринятым методикам: рНКСI – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483–85), содержание гумуса – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91), подвижных форм фосфора и калия – по методу Кирсанова (ГОСТ 26207–91), обменных соединений кальция и магния – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30 в 1 М КСИ (ГОСТ 26487–85).

Химический анализ органических удобрений выполнен в соответствии с Государственными отраслевыми стандартами: органический углерод (ГОСТ 27980–88), общий азот (ГОСТ 26715–85), фосфор (ГОСТ 26717–85), калий (ГОСТ 26718–85), кальций (ГОСТ 26570-95), магний (ГОСТ 30502-97).

Нитраты определяли ионометрическим методом (ГОСТ 13496.19–93), сырой белок – расчетным путем по количеству общего азота через поправочный коэффициент 6,25 (ГОСТ 13496.4–93), аминокислотный состав белка – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Статистическую обработку результатов осуществляли согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова [4] с использованием MS Excel 2010.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В опыте овес является первой открывающей севооборот культурой. В среднем за два года за счет плодородия дерново-подзолистой суглинистой почвы при соблюдении элементов традиционной технологии возделывания овса получено 44,7 ц/га зерна [5]. Следует отметить, что подобранный для опыта участок достаточно чистый от сорняков, поэтому при органической системе земледелия, исключение химической защиты посевов не привело к существенному недобору зерна (1,9 ц/га в среднем за два года) относительно урожая, полученного в неудобренном варианте при традиционной системе возделывания. Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{60+30}P_{30}K_{50}$  обеспечило в среднем за 2 года дополнительный сбор зерна 9,9 ц/га. Применение бактериального удобрения Азобактерин-АФ и Вермикомпоста под овес, возделываемый по органической системе земледелия, способствовало повышению урожайности относительно неудобренного варианта в среднем на 5,9 и 5,6 ц/га соответственно.

При соблюдении традиционных элементов возделывания картофеля урожайность клубней в неудобренном варианте в среднем за 2014–2015 гг. составила 236 ц/га. Внесение подстильного навоза крупного рогатого скота в дозе 60 т/га обеспечило прибавку урожайности – 117 ц/га, или 50 % к контролю. Максимальная урожайность получена в варианте с органоминеральной системой удобрения – 397 ц/га (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние систем земледелия и удобрений на урожайность  
культур звена севооборота**

Вариант	Картофель, т/га		Гречиха, ц/га		Кабачок, т/га	
	урожай- ность	при- бавка	урожай- ность	при- бавка	урожай- ность	при- бавка
<i>Традиционная система земледелия</i>						
Без удобрений (контроль)	23,6		22,8	–	80,5	–
ПН крупного рогатого скота, 60 т/га	35,3	11,7	30,8	8,0	138,5	58,0
ПН крупного рогатого скота, 60 т/га + НРК*	39,7	16,1	30,0	7,2	146,2	65,7
<i>Органическая система земледелия</i>						
Солома+Сидерат – Фон	27,4	–	24,6	–	88,3	–
Фон + ПН крупного рогатого скота	34,9	7,5	27,2	2,6	112,5	24,3
Фон + Вермикомпост	29,2	1,8	22,2	–2,4	93,0	4,8
Фон + ПолиФунКур	28,1	0,7	20,6	–3,9	86,5	–1,8
Фон + Байкал ЭМ1	21,5	–5,9	17,3	–7,2	78,5	–9,8
Фон + ПолиФунКур, 2% раствор	23,5	–3,9	19,4	–5,2	84,2	–4,1
Фон + Жыцень	24,0	–3,5	23,1	–1,4	95,4	7,1
НСР <sub>05</sub>	2,2	–	2,1	–	6,8	–

\* Картофель –  $N_{90}P_{30}K_{50}$ ; гречиха –  $N_{40}K_{40}$ ; кабачок –  $N_{60}P_{30}K_{60}$ .

Запашка соломы овса и сидеральной массы люпина в блоке с органической системой возделывания картофеля способствовала повышению урожайности клубней на 38 ц/га (16 % к контролю). Внесение 40 т/га подстильного навоза на фоне запашки соломы и сидерата обеспечило дальнейший рост урожайности:

прибавка составила 75 ц/га (27 % к фону). Установлено, что действие на урожайность удобрений с высокой биологической активностью при биологической защите от фитофтороза и колорадского жука было неэффективным. Так, в вариантах с применением 2 т/га ПолиФунКура и 10 т/га Вермикомпоста отмечена только небольшая тенденция роста (табл. 1). В вариантах с внесением микробиологических удобрений Байкал ЭМ1 и Жыцень, 2-процентного р-ра биоудобрения ПолиФунКур наблюдалось снижение урожайности на 34–59 ц/га. Урожайность гречихи при традиционной технологии возделывания в неудобренном варианте в среднем за 2015–2016 гг. составила 22,8 ц/га зерна (табл. 1). Последствие навоза крупного рогатого скота, внесенного в дозе 60 т/га под предшественник (картофель), обеспечило дополнительный сбор – 8,0 ц/га зерна. Внесение минеральных удобрений на фоне последствие навоза было неэффективным.

В блоке с органической системой возделывания при запашке зеленой массы озимой ржи отмечена тенденция роста урожайности зерна гречихи (на 1,8 ц/га) по сравнению с контролем. Достоверная прибавка к фону (2,6 ц/га) получена только в варианте с последствием подстильного навоза крупного рогатого скота. Минимальная урожайность отмечена при внесении микробиологического удобрения Байкал ЭМ1 – 17,3 ц/га, снижение урожая по сравнению с фоном составило 7,2 ц/га.

Урожайность кабачка при соблюдении традиционных элементов возделывания в среднем за 2016–2017 гг. на контроле составила 80,5 т/га. Внесение подстильного навоза крупного рогатого скота в дозе 60 т/га увеличило урожайность на 58,0 т/га, или 72 % к контролю. Применение  $N_{60}P_{30}K_{60}$  на фоне подстильного навоза крупного рогатого скота способствовало росту урожайности на 7,7 т/га, или 13 % к навозному фону (см. табл. 1).

В органической системе земледелия в варианте с запашкой соломы гречихи получено 88,3 т/га кабачка. Существенную прибавку урожая к фону (24,3 т/га) обеспечило внесение 40 т/га подстильного навоза крупного рогатого скота. Обработка соломы гречихи микробным препаратом Жыцень в дозе 3 л/га увеличила урожайность кабачка на 7,1 т/га, или 8 % к фону. Применение Вермикомпоста в дозе 5 т/га обеспечило только тенденцию к росту урожайности кабачка. Внесение микробиологического удобрения Байкал ЭМ1 способствовало снижению урожайности на 9,8 т/га. Удобрение ПолиФунКур как в твердом виде, так и некорневая обработка посевов 2-процентным его настоем не оказали значимого влияния на урожайность.

Таким образом, на высококультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве наиболее эффективным удобрением в органической системе возделывания является подстильный навоз крупного рогатого скота. Тем не менее в данном варианте по сравнению с применением удобрений, согласно технологическим регламентам возделывания культур в традиционной системе земледелия, урожайность картофеля была ниже на 12 %, гречихи – на 9 %, кабачка – на 34 %. В варианте с запашкой соломы и сидератов урожайность соответственно была ниже картофеля на 31 %, гречихи – на 18 %, кабачка – на 58 %, т.е. чем требовательнее культура к плодородию почвы, тем урожайность при органическом производстве продукции ниже.

Наряду с получением высоких урожаев сельскохозяйственных культур не менее важной задачей является качество растениеводческой продукции.

Величина ПДК нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ) в клубнях картофеля на продовольственные цели согласно Техническому регламенту таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» составляет 250 мг/кг [6]. В условиях опыта содержание нитратов в клубнях не превышало ПДК. В 2014 г. в варианте с органоминеральной системой удобрения содержалось 178 мг  $\text{NO}_3^-$ /кг, в то время как в блоке с органической системой возделывания в варианте с запашкой соломы и сидератов – 116 мг/кг, с подстилочным навозом крупного рогатого скота – 138 мг  $\text{NO}_3^-$ /кг, в 2015 г. соответственно 66, 41 и 34 мг  $\text{NO}_3^-$ /кг. В целом за 2 года исследования при органической системе земледелия содержание нитратов в клубнях картофеля было в среднем на 42 % меньше, а содержание крахмала на 0,2–2,4 % выше, чем при органоминеральной системе удобрения [7].

ПДК нитратов в плодах кабачка на продовольственные цели составляет 400 мг/кг, на детское питание – 150 мг/кг. Установлено, что в плодах первого сбора содержание нитратов превышало или было близким к ПДК на продовольственные цели, в кабачках каждого последующего сбора накапливалось нитратов меньше, чем в предыдущем, особенно это было характерно для урожая в органической системе земледелия. В результате весь урожай четвертого сбора по содержанию нитратов проходил на детское питание. В среднем содержание нитратов в плодах кабачка, выращенных в органической системе земледелия было на 27 % ниже, чем в традиционной [8].

Применение удобрений оказало существенное влияние на содержание белка: максимальное его содержание в клубнях картофеля, зерне гречихи и плодах кабачка было в варианте с органоминеральной системой удобрения. также в данном варианте было наиболее высокое в продукции содержание незаменимых и критических аминокислот. При органической системе земледелия по сравнению с органоминеральной системой удобрения содержание всех незаменимых и критических аминокислот имело выраженную тенденцию к снижению (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние систем земледелия и удобрений на содержание белка, незаменимых и критических аминокислот в урожае культур звена севооборота**

Вариант	Картофель, т/га			Гречиха, ц/га			Кабачок, т/га		
	Белок, %	Сумма аминокислот		Белок, %	Сумма аминокислот		Белок, %	Сумма аминокислот	
		критические	незаменимые		критические	незаменимые		критические	незаменимые
<i>Традиционная система земледелия</i>									
ПН крупного рогатого скота, 60 т/га + НРК	10,8	5,47	17,44	12,7	12,10	32,97	12,4	9,50	24,11
<i>Органическая система земледелия</i>									
Солома + Сидерат – Фон	8,1	4,02	12,75	10,6	11,04	30,15	9,7	8,46	20,11
Фон + ПН крупного рогатого скота	7,7	3,58	11,77	12,5	9,88	28,60	9,7	7,80	18,22
Фон + Вермикомпост	7,2	4,71	16,18	10,2	8,81	26,40	10,3	7,60	20,60
Фон + ПолиФунКур	7,6	4,88	15,93	10,8	9,91	30,92	9,0	7,43	19,22
Фон + Байкал ЭМ1	7,9	4,20	13,81	11,5	8,88	26,56	9,4	7,49	18,58

За ротацию севооборота (овес – картофель – гречиха – кабачок) наиболее благоприятный баланс элементов питания сложился при органоминеральной системе удобрения: по азоту приход превышал вынос на 491 кг/га, по фосфору – на 115 кг/га, по калию – на 38 кг/га (табл. 3).

При органической системе земледелия бездефицитный баланс элементов питания сложился только в варианте с внесением подстилочного навоза по фону соломы с сидератами: за четыре года поступление в почву превышало вынос с урожаем: азота на 196 кг/га, фосфора – на 63, калия – на 180 кг/га. Во всех остальных вариантах получен отрицательный баланс элементов питания, что в дальнейшем отрицательно скажется на плодородии почвы, особенно на содержании подвижных форм калия.

Таблица 3

**Влияние применяемых систем удобрения на баланс основных элементов питания в почве за ротацию севооборота**

Вариант	+ кг/га					
	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	вынос	баланс	вынос	баланс	вынос	баланс
<i>Традиционная</i>						
Без удобрений	258	-258	173	-173	509	-509
ПН крупного рогатого скота, 120 т/га	390	336	248	64	733	-89
ПН крупного рогатого скота, 120 т/га + N <sub>280</sub> P <sub>90</sub> K <sub>200</sub>	424	491	256	115	756	38
<i>Органическая</i>						
Солома + Сидерат – Фон	255	-189	183	-108	476	-234
Фон + ПН крупного рогатого скота, 80 т/га	295	196	216	63	575	180
Фон + Полифункур, 2,5 т/га	235	-111	171	-58	446	-165
Фон + Вермикомпост, 17 т/га	258	-42	191	-31	508	-108
Фон + Байкал ЭМ1	214	-155	159	-95	430	-191

Анализ почвенных образцов, отобранных перед закладкой опыта и в конце ротации севооборота, показал, что увеличение содержания гумуса в почве при традиционной системе земледелия отмечено в вариантах с органоминеральной и органической системами удобрения (табл. 4).

При органической системе земледелия бездефицитный баланс гумуса обеспечило внесение подстилочного навоза на фоне применения соломы и сидерата. В вариантах с применением удобрений ПолиФунКур, Вермикомпост и микробного удобрения Байкал ЭМ1 наблюдается тенденция к снижению содержания гумуса в почве. Аналогичные тенденции отмечены и в изменении содержания в почве подвижных форм фосфора (табл. 4). Следует отметить, что высоко окультуренная дерново-подзолистая суглинистая почва имеет высокую буферную способность, т.к. при довольно высоком отрицательном балансе калия, а в отдельных вариантах и фосфора (табл. 3), фактическое снижение подвижных форм калия и фосфора в почве было невысоким.

Результаты изменения денежной выручки в расчете на 1 га с учетом уровня затрат при применении различных систем удобрений и защиты растений приведены в табл. 5.

Таблица 4

**Влияние применяемых систем удобрения на изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой суглинистой почвы**

Вариант	pH <sub>KCl</sub>			Гумус, %			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг			K <sub>2</sub> O, мг/кг		
	1	2	+	1	2	+	1	2	+	1	2	+
<i>Традиционная система земледелия</i>												
Без удобрений	6,17	6,14	-0,03	2,47	2,54	0,07	624	592	-32	343	299	-44
ПН крупного рогатого скота, 120 т/га	6,30	6,29	0,00	2,58	2,71	0,14	609	611	2	348	339	-9
ПН крупного рогатого скота, 120 т/га + N <sub>280</sub> P <sub>90</sub> K <sub>200</sub>	6,30	6,28	-0,02	2,37	2,60	0,24	606	629	24	345	347	2
<i>Органическая система земледелия</i>												
Солома + Сидерат – Фон	6,12	6,10	-0,02	2,49	2,42	-0,07	602	582	-20	362	337	-26
Фон + ПН крупного рогатого скота, 80 т/га	6,18	6,19	0,01	2,47	2,59	0,12	584	593	10	360	366	7
Фон + ПолиФунКур, 2,5 т/га	6,14	6,12	-0,02	2,54	2,52	-0,02	598	588	-10	367	349	-18
Фон + Вермикомпост, 17 т/га	6,20	6,17	-0,03	2,55	2,53	-0,02	595	589	-6	361	355	-7
Фон + Байкал ЭМ1	6,19	6,15	-0,04	2,60	2,55	-0,05	590	576	-14	367	334	-33

Примечание. 1 – начало ротации (2013–2014 гг.), 2 – конец ротации (2016–2017 гг.).

Таблица 5

**Изменение денежной выручки при возделывании культур в системе органического земледелия с учетом затрат на удобрения и защиту растений, USD/га**

Вариант	Денежная выручка	Изменение (Δ) денежной выручки	Затраты на удобрения и средства защиты растений		Потери денежной выручки с учетом затрат на удобрения и средства защиты
			всего	Δ к традиционной	
<i>Картофель Лилея</i>					
ПН крупного рогатого скота, 60 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>50</sub>	3970	–	234	–	–
<i>Органическая система земледелия</i>					
Солома + Сидерат – фон	2740	-1230	194	-40	-1190
Фон + ПН крупного рогатого скота, 40 т/га	3490	-480	266	32	-512
Фон + Вермикомпост, 10 т/га	2920	-1050	794	560	-1610
Фон + ПолиФунКур, 2 т/га	2810	-1160	554	320	-1480
Фон + Байкал ЭМ1, 9 л/га	2150	-1820	230	-5	-1816
<i>Гречиха Влада</i>					
ПН крупного рогатого скота, 60 т/га + N <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	687	–	89	–	–
<i>Органическая система земледелия*</i>					
Сидерат (озимая рожь) – Фон	563	-124	72	-17	-107



Вариант	Денежная выручка	Изменение ( $\Delta$ ) денежной выручки	Затраты на удобрения и средства защиты растений		Потери денежной выручки с учетом затрат на удобрения и средства защиты
			всего	$\Delta$ к традиционной	
Фон + ПН крупного рогатого скота, 40 т/га	623	-64	108	19	-83
Фон + Вермикомпост, 10 т/га	508	-179	372	283	-462
Фон + ПолиФунКур, 2 т/га	472	-215	252	163	-378
Фон + Байкал ЭМ1, 9 л/га	396	-291	107	18	-309
<b>Кабачок Каризма</b>					
ПН крупного рогатого скота, 60 т/га+N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	3655	-	281	-	-
<b>Органическая система земледелия*</b>					
Солома – фон	2208	-1447	-	-281	-1166
Фон + ПН крупного рогатого скота, 40 т/га	2813	-842	144	-137	-706
Фон + Вермикомпост, 5 т/га	2325	-1330	500	219	-1549
Фон + ПолиФунКур, 0,5 т/га	2163	-1492	150	-131	-1362
Фон + Байкал, 6 л/га	1963	-1692	35	-246	-1447

В условиях полевого опыта снижение урожайности культур в системе органического земледелия в сравнении с традиционной технологией возделывания наблюдалось по всем вариантам применения органических удобрений и биопрепаратов. Расчет изменения денежной выручки сделан в USD/га на основе средней цены на продовольственный картофель (100 USD/т), цены на гречиху 2 класса, закупаемую для государственных нужд (229 USD/т) и цены, по которой был сдан кабачок на Столбцовский плодоовощной завод (25 USD/т), а также дополнительных разноуровневых затрат, связанных с применением микробиологических и органических удобрений, сидератов, биопрепаратов и средств защиты растений.

Наименьшие потери денежной выручки в сравнении с традиционной технологией возделывания наблюдались при внесении по фону подстилочного навоза крупного рогатого скота в дозе 40 т/га в органической системе земледелия: картофеля – 512 USD/га, гречихи – 83 USD/га, кабачка – 706 USD/га.

Наибольшие потери денежной выручки в сравнении с традиционной технологией возделывания были отмечены при применении биоорганических удобрений Вермикомпост, ПолиФунКур и микробного удобрения Байкал ЭМ1.

## ВЫВОДЫ

На высококультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве в варианте с органоминеральной системой удобрения при химической защите посевов урожайность овса составила 56,4 ц/га, картофеля – 397 ц/га, гречихи – 30,0 ц/га, кабачка – 146,2 т/га.

В органической системе земледелия наиболее эффективным удобрением был подстилочный навоз крупного рогатого скота. Тем не менее в данном варианте по сравнению с применением удобрений, согласно технологическим регламентам возделывания культур в традиционной системе земледелия, урожайность овса и

гречихи была ниже на 9 %, картофеля – на 12 %, кабачка – на 34 %. В варианте только с запашкой соломы и сидератов урожайность соответственно была ниже картофеля на 31 %, гречихи – на 18 %, кабачка – на 58 %, т.е. чем требовательнее культура к плодородию почвы, тем урожайность при органическом производстве продукции ниже.

Максимальное содержание белка в клубнях картофеля (10,8 %) и в зерне гречихи (12,7 %) отмечено в варианте с органоминеральной системой удобрения. При органической системе земледелия в зависимости от удобрения содержание белка было в клубнях на уровне 7,2–8,1 %, зерне – 9,1–12,6 %. Содержание всех незаменимых аминокислот в клубнях картофеля имело выраженную тенденцию к снижению при органической системе земледелия по сравнению с органоминеральной системой удобрения.

При органической системе земледелия содержание нитратов в клубнях картофеля было в среднем на 42 % ниже, в плодах кабачков – на 27 % ниже, чем при органоминеральной системе удобрения.

Наиболее благоприятное влияние на агрохимические показатели почвы при традиционной системе земледелия оказало внесение минеральных удобрений на фоне подстилочного навоза крупного рогатого скота (за ротацию ПН крупного рогатого скота, 120 т/га + N<sub>280</sub>P<sub>90</sub>K<sub>200</sub>): содержание гумуса увеличилось на 0,24 % при тенденции роста подвижных форм фосфора и калия, в блоке с органической системой земледелия – внесение подстилочного навоза на фоне применения соломы и сидерата: содержание гумуса увеличилось на 0,12 % при тенденции роста подвижных форм фосфора и калия, в остальных вариантах отмечена тенденция к снижению плодородия почвы.

Потери денежной выручки в органическом земледелии в сравнении с традиционной технологией возделывания культур составили: картофеля – 512–1816 USD/га, гречихи – 83–462 USD/га, кабачка – 706–1549 USD/га при наименьших показателях в варианте с внесением подстилочного навоза крупного рогатого скота.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. – Минск, 2017. – 59 с.
2. *Поречина, Н. И.* Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития / Н. И. Поречина // Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Минск: Донарит, 2012. – 104 с.
3. *Лавыш, В. Г.* Органическое сельское хозяйство: мировой опыт и возможности развития в Республике Беларусь / В. Г. Лавыш // Беларусь в современном мире: материалы VII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 22 мая 2014 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. В. В. Кириенко. – Гомель, 2014. – С. 219–221.
4. *Доспехов, Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Сравнительная эффективность возделывания овса в традиционной и органической системе земледелия на дерново-подзолистой суглинистой почве / Т. М. Серая [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 2(53). – С. 111–118.

6. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011: принят 9.12.2011: вступ. в силу 15.12.2011 / Евраз. экон. комис. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mart.gov.by>. – Дата доступа: 04.12.2018.

7. Сравнительная оценка возделывания картофеля при традиционной, биологизированной и органической системах земледелия / Т. М. Серая [и др.] // Агрохимия. – 2017. – № 7. – С. 34–41.

8. Эффективность возделывания кабачка в разных системах земледелия на дерново-подзолистой высококультуренной суглинистой почве / Ю. А. Белявская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. 2018. – № 2(61). – С. 136–145.

## **COMPARATIVE EFFICIENCY OF CULTIVATION OF AGRICULTURAL CULTURES IN TRADITIONAL AND ORGANIC SYSTEMS OF AGRICULTURE**

**T. M. Seraya, E. N. Bogatyreva, Yu. A. Belyavskaya, T. M. Kirdun,  
M. M. Torchilo, N. Yu. Zhabrovskaya**

### **Summary**

A comparative assessment of the influence of traditional and organic production on the crop productivity of crops, crop quality indicators, soil fertility and economic efficiency is given.

*Поступила 02.05.19*

УДК 631.879.4:631.878:631.445.24

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕСЕНИЯ КОМПОСТА НА ОСНОВЕ БУРОГО УГЛЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ**

**Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, Т. М. Кирдун,  
Ю. А. Белявская, М. М. Торчило**

*Институт почвоведения и агрохимии,  
г. Минск, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

В Республике Беларусь проблемой для сельскохозяйственных организаций и экологии страны в последнее время является утилизация полужидкого навоза, ежегодный выход которого при существующих способах содержания скота составляет около 10 млн т. Неудовлетворительные физико-механические свойства полужидкого навоза, отсутствие комплекса машин делают практически невозможным внесение его в почву в чистом виде. Наиболее рациональное решение этой проблемы заключается в компостировании данного вида навоза с органическими компонентами, имеющими высокую емкость поглощения, в первую очередь, тор-