

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-170-177>  
УДК 633.491

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПОЛИВЕ

А. В. Бутов<sup>1</sup> , А. А. Мандрова<sup>2,\*</sup> 

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина»,  
399770, Россия, Липецкая обл., г. Елец, ул. Коммунаров, 28

<sup>2</sup>Совет депутатов городского округа  
г. Елец Липецкой обл.,  
399740, Россия, Липецкая обл., г. Елец, ул. Октябрьская, 127

Дата поступления в редакцию: 20.04.2018  
Дата принятия в печать: 22.06.2018

\*e-mail: [annalets@yandex.ru](mailto:annalets@yandex.ru)



© А. В. Бутов, А. А. Мандрова, 2018

**Аннотация.** В черноземной лесостепи в 2014–2016 гг., в условиях высокоинтенсивной технологии возделывания картофеля на фоне капельного полива, изучены биологические способы удобрения и защиты растений с целью снижения накопления токсичных веществ в клубнях. Во введении представлено значение картофеля в питании населения и экологические проблемы, возникающие вследствие усиленной химизации при возделывании культуры. Дозы минеральных удобрений в опытах раздельно и в сочетании с биомелиорантом: 1) без удобрений (контроль); 2)  $N_{60}P_{90}K_{60}$ ; 3)  $N_{90}P_{135}K_{90}$ ; 4)  $N_{120}P_{180}K_{120}$ ; 5) биологический мелиорант – белая горчица, пожнивной сидерат; 6) биомелиорант +  $N_{60}P_{90}K_{60}$ ; 7) биомелиорант +  $N_{90}P_{135}K_{90}$ ; 8) биомелиорант +  $N_{120}P_{180}K_{120}$ . Против колорадского жука использовали химический инсектицид Актара и биологические препараты Фитоверм, Акарин. Для протравливания семенных клубней от грибных болезней использовали инсектофунгицид Селест. В период вегетации также от грибных болезней применяли фунгициды Профит Голд, Ридомил Голд; от сорняков – Зенкор и Римус. Высокий, экологически безопасный по нитратам урожай картофеля получен при совместном внесении  $N_{90}P_{135}K_{90}$  и зеленой массы белой горчицы. Урожай клубней составил 40,4 т/га против 22,7 т/га на контроле и содержании нитратов 111,3 мг при ПДК 250 мг/кг. Для детского и диетического питания, с учетом установленных в РФ ПДК, доза удобрений не должна превышать  $N_{60}P_{90}K_{60}$  в сочетании с биомелиорантом и биологизированной системой защиты растений. Срок ожидания (от обработки растений до уборки урожая) по химическим инсектицидам – 35–40 дней; фунгицидам – 20 дней; гербицидам, в зависимости от вида, – 55–70 дней. Получение экологически чистого картофеля по стандартам ЕС достигалось только при использовании в качестве удобрения сидеральной зеленой массы, применении биологических инсектицидов и препарата Селест в системе защиты растений от вредителя и болезней.

**Ключевые слова.** Картофель, биологические приемы, полив, пестициды, нитраты, экологически безопасная продукция

**Для цитирования:** Бутов, А. В. Экологическое качество картофеля при биологизации высокоинтенсивной технологии его возделывания и поливе / А. В. Бутов, А. А. Мандрова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. С. 170–177. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-170-177>.

## POTATO ECOLOGICAL QUALITY IN THE BIOLOGIZATION OF HIGH-INTENSITY TECHNOLOGIES OF ITS CULTIVATION AND IRRIGATION

A.V. Butov<sup>1</sup> , A.A. Mandrova<sup>2,\*</sup> 

<sup>1</sup>Bunin Yelets State University,  
28, Communarov Str., Yelets, Lipetsk region, 399770, Russia

<sup>2</sup>The District Deputy Counsel of Yelets city, Lipetsk Region,  
127, Oktyabrskaya Str., Yelets, Lipetsk region, 399740, Russia

Received: 20.04.2018  
Accepted: 22.06.2018

\*e-mail: [annalets@yandex.ru](mailto:annalets@yandex.ru)



© A.V. Butov, A.A. Mandrova, 2018

**Abstract.** To reduce the accumulation of toxic substances in tubers in 2014–2016 the author studied biological methods of fertilizers application and plant protection in black earth forest-steppe region under the conditions of high-intensity potato cultivation technology along with drip irrigation. The introduction describes the importance of potato in the diet of population and lists the environmental issues that arise as a result of enhanced using of chemicals during crop cultivation. The doses of mineral fertilizers in experiments were introduced separately and in combination with a bioameliorant: 1) without fertilizers (control site); 2)  $N_{60}P_{90}K_{60}$ ; 3)  $N_{90}P_{135}K_{90}$ ; 4)  $N_{120}P_{180}K_{120}$ ; 5) biological ameliorant – white mustard, post-harvest green manure; 6) bioameliorant +  $N_{60}P_{90}K_{60}$ ; 7) bioameliorant +  $N_{90}P_{135}K_{90}$ ; 8) bioameliorant +  $N_{120}P_{180}K_{120}$ . Chemical insecticide Aktara and biological preparations Fitoverm, Akarin were used to

protect potatoes against Colorado potato beetles. Insecto-fungicide Celest was used to treat seed tubers against fungal diseases. During growing season the author used fungicides Profit Gold, Ridomil Gold against fungal diseases, against weeds – Zenkor and Remus. High yield of potato environmentally friendly considering nitrates was obtained by means of simultaneous application of  $N_{90}P_{135}K_{90}$  and white mustard green mass. Tuber yield was 40.4 tonnes per hectare compared to 22.7 tonnes per hectare on the control site, and nitrate content was 111.3 mg while maximum permissible concentration (MPC) is 250 mg/kg. According to MPC established in the Russian Federation, for children's and dietary nutrition fertilizer dose should not exceed  $N_{60}P_{90}K_{60}$  in combination with a bioameliorant and a biological plant protection system. Safety interval (period between plant treatment and harvesting) for chemical insecticides is 35–40 days; fungicides – 20 days; herbicides (depending on their type) – 55–70 days. The production of ecologically clean potato according to EU standards was achieved only by means of using post-harvest green manure as a fertilizer, applying biological insecticides and Celest preparation within the framework of protecting plants against pests and diseases.

**Keywords.** Potato, biological methods, irrigation, pesticides, nitrates, ecologically safe products

**For citation:** Butov A.V., Mandrova A.A. Potato ecological quality in the biologization of high-intensity technologies of its cultivation and irrigation. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 2, pp. 170–177 (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-170-177>.

### Введение

Картофель в Российской Федерации является важнейшей продовольственной культурой. Входя в ежедневный пищевой рацион большинства населения, картофель «не приедается» даже при длительном его употреблении. Продовольственная безопасность и стабильность страны может значительно зависеть от состояния отрасли картофелеводства в целом. В стремлении получать высокие урожаи клубней и наибольшую прибыль, сельскохозяйственные производители мало заботятся об экологической безопасности полученной продукции. Крупные агрофирмы в Центрально-Черноземном районе (ЦЧР) РФ для получения наибольших урожаев картофеля применяют современную высокоинтенсивную (или интенсивную) технологию в сочетании с капельным или обычным поливом. Современная технология возделывания картофеля в сочетании с капельным поливом рассчитана на достижение продуктивности культуры, близкой к ее биологическому потенциалу. Это осуществляется с помощью современных достижений научно-технического прогресса. При этом используют высокие, часто несбалансированные дозы минеральных удобрений и интенсивную систему защиты растений химическими пестицидами. Усиленная химизация отрасли ведет к значительному накоплению вредных веществ в клубнях картофеля, ухудшению экологического качества клубней и отрицательному воздействию такой продукции на жизнедеятельность и здоровье человека [5, 19].

Цель нашей работы заключается в разработке биологических приемов удобрения (сидеральное (зеленое) удобрение, биологические инсектициды) и защиты растений картофеля при возделывании его по высокоинтенсивной технологии в сочетании с капельным поливом, позволяющих значительно снизить накопление вредных веществ в клубнях и получить экологически безопасную продукцию.

### Литературный обзор

Высокие темпы химизации при возделывании картофеля по высокоинтенсивной технологии в сочетании с капельным поливом приводят к значительному росту накопления в продукции картофеля нитратов, токсичных химических

пестицидов, нередко превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) [2, 8, 16].

Большинство исследователей называют главным фактором, ухудшающим экологическое качество продовольственного картофеля, наличие в клубнях остаточных количеств химических пестицидов, нитратов [5, 8, 14]. Многие тяжелые заболевания возникают у населения из-за избытка в продукции растениеводства, том числе картофеля, токсических, вредных веществ [17, 19, 21, 23]. Длительное, кумулятивное поступление в организм человека с продуктами питания повышенных количеств пестицидов, нитратов (свыше ПДК) постепенно разрушает здоровье людей, вызывая тяжелые заболевания, в том числе канцерогенного характера [7, 18]. Попав в кровяное русло, вредные вещества воздействуют на организм человека многогранно, неспецифично, с различными последствиями вплоть до его генеративных свойств. При этом появляющиеся различные заболевания распознаются с трудом [1, 5]. Среди категорий населения наибольшую уязвимость к повышенным концентрациям вредных веществ в продукции растениеводства имеют дети и взрослые, подверженные хроническим заболеваниям [6, 12]. Необходимо принимать безотлагательные меры по поставкам экологически чистых продуктов питания для детей, так как неуклонно ухудшающееся здоровье подрастающего поколения может отразиться на национальной безопасности страны [19]. Продовольственный картофель для детского питания должен быть экологически чистым, в нем должны полностью отсутствовать химические пестициды, а содержание нитратов не должно превышать 3 мг% [3]. Химические пестициды в сельскохозяйственном производстве стали использоваться в начале 20 века. К середине прошлого столетия обработки пестицидами в сельском хозяйстве стали повсеместными. Для обработки посевов растений массово стала применяться авиация. Сейчас сельскохозяйственное производство немислимо без использования пестицидов, их применение достигло небывалых масштабов [16, 17]. Химические средства защиты обеспечивают быстрый рост растений и улучшают их товарный вид. В то же время пестицид – это яд, оказывающий отравляющее влияние на организм человека и теплокровных животных. Попадая в организм

человека с пищей и водой даже в небольших количествах, пестициды накапливаются в различных его органах и не выводятся. Это впоследствии приводит к необратимым изменениям в состоянии здоровья людей [6, 9]. Дети нуждаются в особой защите от вредных веществ, содержащихся в продуктах питания, питьевой воде, так как организм ребенка особенно сильно восприимчив к воздействию отравляющих компонентов [6]. В связи с этим целесообразно использовать биологические приемы защиты растений от вредителей вместо химических инсектицидов – наиболее токсичной группы пестицидов [22].

Значительную опасность для здоровья людей и животных представляют нитраты ( $\text{NO}_3$ ). В желудочно-кишечном тракте теплокровных и человека из нитратов под действием некоторых кишечных бактерий образуются нитриты. Нитриты ( $\text{NO}_2$ ), а также вторичные амины и нитрозамины очень токсичны. Они блокируют гемоглобин крови, нарушая основную его функцию – перенос кислорода клеткам организма. При участии нитратов в крови вместо гемоглобина образуется метгемоглобин, что особенно опасно для детей. Из-за нитратных отравлений возникают канцерогенные, мутагенные и эмбриотропные заболевания у людей и животных [7, 8, 24]. Минеральные удобрения (азотная их часть), вносимые под картофель, являются наибольшим активно действующим фактором, повышающим накопление нитратов в клубнях картофеля. Особенно опасны высокие и несбалансированные дозы минеральных удобрений [8, 20]. Необходимы альтернативные источники питательных веществ в земледелии, с целью снижения доз минеральных удобрений, вносимых под картофель [9, 21, 22].

#### Объекты и методы исследования

Полевые опыты по теме исследований проводили в 2014–2016 гг. в ЗАО «Агрофирма-Анненское» (Воронежская область). Почва – выщелоченный чернозем, по механическому (гранулометрическому) составу – средний суглинок. Окультуренность почвы средняя, подпочвенный горизонт – лёссовидные глины. Реакция почвенного раствора – слабокислая (рН солевой вытяжки – 6,1). Содержание питательных макроэлементов (азота, фосфора и калия) среднее, степень насыщенности основаниями высокая (88,7%). Содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое 0–30 см повышенное – 7,6%. Для капельного орошения использовали воду из искусственного водоема, который находится на достаточном, установленном санитарными нормами расстоянии от возделываемого картофеля [16]. Площадь зеркала поверхности воды водного источника 4,8 га, общий объем воды в нем для капельного полива составлял около 142 тыс. м<sup>3</sup>.

Опыты закладывали в общем массиве орошаемого картофеля. Сорт картофеля – среднеранний, Удача. Площадь опытной делянки – 54 м<sup>2</sup>, повторность вариантов – четырехкратная. Густота посадки клубней в опытах составляла

54–55 тыс. на 1 га (4 клубня на 1 метре погонном) при междурядьях картофеля – 75 см (схема посадки 25 x 75). Предшественник картофеля – озимая пшеница. Минеральные удобрения вносили весной, вручную, после разбивки опытов в соответствии со схемой исследований. При наступлении физической спелости почвы проводили фрезерную предпосадочную обработку на глубину 16–18 см. Посадку картофеля на глубину 6–8 см (с последующим наращиванием гребней фрезерным междурядным культиватором) в годы проведения опытов осуществляли в зависимости от погодных условий в период с 12 по 14 мая. На вариантах с биологической мелиорацией на зеленое удобрение высевали белую горчицу пожнивно после озимой пшеницы. Обработку почвы под посев сидерата проводили сразу после уборки озимых в конце июля – начале августа, различными способами в зависимости от сложившихся погодных условий. Чаще это было двукратное дискование почвы тяжелой бороной на глубину 10 см. Перед посевом и после посева почву прикатывали. Глубина посева – 2–3 см. Запашку (заделку) сформировавшейся зеленой массы проводили во второй декаде октября.

В опытах при возделывании картофеля применяли высокоинтенсивную голландскую технологию и сельскохозяйственную технику, произведенную в Германии. С помощью капельного полива в период вегетации культуры влажность почвы под растениями поддерживали на уровне 72–75% от предельной полевой влагоемкости (ППВ). Определенная нами ППВ на опытном участке составила 32,7%, влажность устойчивого завядания – 13,7%.

В полевых опытах в условиях агрофирмы изучали следующие препараты от колорадского жука: химический инсектицид Актара ВДГ (Тиаметоксам, 250 г/кг), норма расхода Актары – 60 г/га; Селест Топ, КС (0,4 л/т) – комбинированный инсектофунгицидный протравитель семенных клубней картофеля; биологические препараты – Фитоверм, КЭ (Аверсектин С, 2 г/л); Акарин, КЭ (Авертин-N, 2 г/л). Из фунгицидов (от болезни) применяли Профит Голд и Ридомил Голд; из гербицидов (от сорняков) использовали Римус и Зенкор [15].

Схема вариантов в первом полевом опыте с различными удобрениями при капельном поливе: 1) без удобрений; 2)  $\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{60}$ ; 3)  $\text{N}_{90}\text{P}_{135}\text{K}_{90}$ ; 4)  $\text{N}_{120}\text{P}_{180}\text{K}_{120}$ ; 5) биологический мелиорант – белая горчица, пожнивной сидерат; 6) биомелиорант +  $\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{60}$ ; 7) биомелиорант +  $\text{N}_{90}\text{P}_{135}\text{K}_{90}$ ; 8) биомелиорант +  $\text{N}_{120}\text{P}_{180}\text{K}_{120}$ .

Варианты исследований во втором опыте с биологическими и химическими препаратами защиты растений картофеля от колорадского жука следующие. Первый вариант: без обработок, контроль; 2) Фитоверм, биологический инсектицид, две обработки за вегетацию в период появления личинок 1-го и 2-го возрастов (фазы бутонизации и цветения); 3) Акарин, биологический инсектицид, две обработки за вегетацию; 4) Селест, комбинированный инсектофунгицид, обработка клубней в сажалке при посадке; 5) Селест,

обработка клубней + одна истребительная обработка Актарой в период вегетации; 6) Актара, химический инсектицид – три обработки (обычная защита, применяемая в агрофирме от вредителя). Фон минеральных удобрений –  $N_{90}P_{135}K_{90}$ . Опрыскивание вегетирующих растений в соответствии с вариантами опыта осуществляли с помощью ранцевого опрыскивателя.

Концентрацию пестицидов в клубнях картофеля определяли в технолого-аналитической лаборатории филиала ФГБУ «Россельхознадзор по Липецкой области» инверсионно-вольтамперометрическим методом (ГОСТ Р 51301–99). Нитраты определяли в агрохимической лаборатории сельскохозяйственного факультета ЕГУ им. И. А. Бунина по методике [10] с помощью прибора рН-метр/иономер «Эксперт-001» анализатор жидкости.

Математическую обработку данных по урожаю и содержанию нитратов проводили методом дисперсионного анализа по [4].

### Результаты и их обсуждение

Почвенно-климатические условия Центрально-Черноземного района РФ благоприятны для возделывания в качестве промежуточной культуры горчицы белой (*Sinapis alba*). В наших опытах эта быстрорастущая поживная культура в летне-осенний период до наступления устойчивых холодов формирует 13–15 т/га зеленой массы. Запашка зеленой массы поживного сидерата повышала урожайность картофеля при капельном его орошении в среднем за 3 года на 4,1 т/га (табл. 1, вариант 5).

Расчет энергетической эффективности применения поживного зеленого удобрения показал, что биомелиорант снижает затраты энергии на получение 1 центнера продукции в среднем на 61–76 МДж. Установлено, что биоэнергетический коэффициент эффективности от применения зеленого удобрения повышался на 0,16–0,17 единиц.

В агрофирме под картофель в условиях капельного орошения с минеральными удобрениями вносят  $N_{120}P_{180}K_{120}$ . Как следует из табл. 1, такая высокая доза, с одной стороны, способствует получению наибольшего урожая, а с другой – значительно усиливает накопление нитратов в клубнях и увеличивает их заболеваемость. Поэтому для получения эколо-

гически безопасной продукции необходимы альтернативные, органические источники питательных веществ под картофель. По нашим данным, при использовании биологического мелиоранта (белая горчица поживно на зеленое удобрение) можно существенно снизить дозу минеральных удобрений для получения равного урожая, но с лучшим экологическим качеством клубней. Так, при совместном использовании биомелиоранта и минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{90}K_{60}$  получена урожайность клубней, близкая к уровню  $N_{90}P_{135}K_{90}$  – 34,3 против 36,4 т/га. Сочетание биомелиоранта и  $N_{90}P_{135}K_{90}$  обеспечивало получение равного урожая в сравнении с раздельным внесением максимальной дозы удобрений в опытах –  $N_{120}P_{180}K_{120}$ . Урожайность картофеля при этих вариантах составила 40,4 и 40,7 т/га соответственно. При этом содержание нитратов по варианту 6 (биомелиорант +  $N_{90}P_{135}K_{90}$ ) составило 111,3 мг/кг, а на варианте 4 при раздельном внесении  $N_{120}P_{180}K_{120}$  – 173,6 мг/кг.

Наши исследования свидетельствуют, что в условиях высокоинтенсивной технологии и капельного орошения для получения экологически безопасного картофеля при равном урожае дозы минеральных удобрений можно снизить за счет использования поживного зеленого удобрения. На выщелоченных черноземах ЦЧР при современной технологии и капельном поливе картофеля дозу  $N_{120}P_{180}K_{120}$  целесообразно снизить до уровня  $N_{90}P_{135}K_{90}$  в сочетании с использованием поживного зеленого удобрения. Это позволит при равном урожае получать не только экологически более качественную продукцию, но и снизить затраты на приобретение и внесение минеральных удобрений, а также уменьшить заболеваемость клубней фитофторозом, ризоктониозом, паршой, сухой и мокрой гнилью. При возделывании картофеля, предназначенного для детского питания, в соответствии с требованиями, введенными в странах Европейского союза по содержанию нитратов в клубнях [3, 8], необходимо отказаться от использования минеральных удобрений, заменив их использованием сидерального зеленого удобрения. Такой подход может быть оправдан тем, что для выращивания экологически чистого картофеля для детского питания не потребуется больших площадей посадок культуры.

Таблица 1 – Влияние биологических приемов при капельном поливе на урожайность, содержание нитратов и заболеваемость клубней картофеля, 2014–2016 гг.

Table 1 – Effect of biological methods at drip irrigation on crop yield, nitrate content and potato tuber disease incidence in 2014–2016

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Содержание нитратов, мг/кг	Заболеваемость клубней, %
1. Без удобрений	22,7	14,8	4,2
2. $N_{60}P_{90}K_{60}$	30,2	46,1	4,5
3. $N_{90}P_{135}K_{90}$	36,4	105,4	5,6
4. $N_{120}P_{180}K_{120}$	40,7	173,6	7,1
5. Биомелиорант	26,8	20,2	2,2
6. Биомелиорант + $N_{60}P_{90}K_{60}$	34,3	51,8	3,1
7. Биомелиорант + $N_{90}P_{135}K_{90}$	40,4	111,3	4,6
8. Биомелиорант + $N_{120}P_{180}K_{120}$	44,3	182,1	5,7
НСР <sub>05</sub> (среднее)	1,8	12,1	–

Таблица 2 – Урожайность и остаточное количество инсектицида в клубнях картофеля при использовании биологических и химических средств защиты растений. 2014–2016 гг., фон – N<sub>90</sub>P<sub>135</sub>K<sub>90</sub> + капельный поливTable 2 – Crop yield and residual amount of insecticide in potato tuber when using means of biological and chemical plant protection, 2014–2016, simultaneous use of N<sub>90</sub>P<sub>135</sub>K<sub>90</sub> + drip irrigation

Вариант	Урожай, т/га	Остаточное количество тиаметоксама после заключительной обработки (Актарой) по срокам определения, мг/кг. ПДК = 0,05 мг/кг					
		через 10 дней	через 20 дней	через 25 дней	через 30 дней	через 35 дней	через 40 дней
1. Без обработки	11,3	не обн.	–	–	–	–	–
2. Фитоверм	28,4	не обн.	–	–	–	–	–
3. Акарин	25,3	не обн.	–	–	–	–	–
4. Селест	30,7	10 июля 0,0054	20 июля 0,0007	30 июля не обн.	–	–	–
5. Селест + одна обработка актарой	37,2	0,065	0,018	0,0049	0,0011	не обн.	не обн.
6. Актара, три обработки	35,5	0,071	0,024	0,0067	0,0023	0,0005	не обн.
НСР <sub>05</sub>	1,9						

Как видно из результатов исследований, приведенных в табл. 1, минеральные удобрения при различных дозах, отдельно и совместно с биомелиорантом, в условиях высокоинтенсивной технологии и капельного орошения оказали существенное влияние на урожайность, содержание нитратов и заболеваемость клубней. В среднем за 3 года при внесении N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> урожай составил 30,2 т/га; N<sub>90</sub>P<sub>135</sub>K<sub>90</sub> – 36,4 т/га; N<sub>120</sub>P<sub>180</sub>K<sub>120</sub> – 40,7 т/га против 22,7 т/га в контрольном варианте без удобрений.

Одновременно с ростом урожая, при увеличении доз минеральных удобрений усиливается накопление нитратов в клубнях. Так, в контрольном варианте (без удобрений) в среднем за 3 года их содержание составило 14,8 мг/кг. При умеренной дозе минеральных удобрений N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> оно увеличивалось незначительно – до 46,1 мг/кг. Внесение повышенной дозы – N<sub>90</sub>P<sub>135</sub>K<sub>90</sub> увеличило содержание нитратов до уровня 105,4 мг/кг. В соответствии с установленными ПДК (250 мг/кг) это на порядок ниже допустимых концентраций в клубнях картофеля, предназначенного для питания взрослого населения. Дальнейшее увеличение доз полного минерального удобрения до уровня N<sub>120</sub>P<sub>180</sub>K<sub>120</sub> привело к более значительному накоплению нитратов в клубнях. Их содержание при этом варианте составило 173,6 мг/кг.

Биологическая мелиорация (вариант 5) способствовала получению экологически чистого картофеля с минимальным, на уровне контроля без удобрений, содержанием нитратов. При использовании зеленого удобрения в сочетании с различными дозами минеральных удобрений имелась тенденция к повышению (на 5,7–8,5 мг) накопления нитратов. Однако это было в пределах ошибки опыта.

В России утверждены ПДК нитратов в картофеле для детских и лечебных учреждений до 80 мг/кг сырых клубней, для взрослых людей – 250 мг/кг [11, 13]. В соответствии с требованиями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) максимальная неопасная суточная доза нитратов для человека при систематическом поступлении их

в организм составляет 3,65 мг нитратов на 1 кг массы тела [6, 7].

В развитых странах Западной Европы предельно допустимые концентрации нитратов в картофеле для детского питания установлены в пределах 3 мг% (30 мг/кг) [3].

Биологический мелиорант (белая горчица на зеленое удобрение) как промежуточный предшественник картофеля оказал заметное влияние на снижение уровня заболеваемости клубней. Трехлетние данные опытов показывают, что при варианте 5 с заправкой зеленой массы белой горчицы в сравнении с контролем без удобрений наблюдалось снижение числа клубней, пораженных грибными и бактериальными болезнями почти в 2 раза (1,9). Белая горчица как зеленое удобрение повышает общий фитопотенциал почвы, становится важной энергетической пищей для микроорганизмов, которые не только дают для картофеля усвояемые продукты метаболизма, но и создают в почве своеобразный «защитный оздоравливающий пояс» для клубней нового урожая.

Остаточное количество химического инсектицида Актара (тиаметоксама) в анализируемых образцах клубней значительно зависело от количества обработок и сроков определения (табл. 2).

Так, при варианте 6 за вегетацию применялись три обработки посадок картофеля Актарой от колорадского жука, аналогично системе защиты растений от вредителя в агрофирме, где мы и проводили опыты. Через 10 дней после последней обработки Актарой в варианте 6 количество тиаметоксама (д. в. в Актаре) в клубнях составило 0,071 мг/кг, что на 42 % больше ПДК (0,05 мг/кг). Через 20 дней оно уменьшилось почти в 3 раза и составило 0,024 мг/кг при допустимом уровне 0,05 мг/кг. После 25 дней содержание Актары снизилось до 0,0067 мг/кг; через 30 суток – 0,0023 мг/кг; через 35 суток выявились только «следы» – 0,0005 мг/кг. В более поздних образцах клубней, взятых через 40 дней после обработки, инсектицид не обнаружен. Актара представляет меньшую опасность для человека, чем другие химические инсектициды [17].

Урожайность картофеля находилась в прямой зависимости от применяемых средств, их комбинаций и числа обработок для борьбы с вредителем. Биологические инсектициды Фитоверм и Акарин обеспечивали хорошую защиту растений картофеля от личинок колорадского жука 1-го и 2-го возрастов и способствовали получению хорошего урожая: при двукратной обработке за вегетацию Фитовермом урожайность составила 28,4 т/га, Акарином – 25,3 т/га против 11,3 т/га в контрольном варианте без обработок. При трехразовой обработке Актарой (аналогичной защите от вредителя в агрофирме) получено 35,5 т/га клубней. На вариантах с использованием биологических инсектицидов в борьбе с вредителем в клубнях, соответственно, отсутствовал химический инсектицид, что является важнейшим фактором в проблеме получения экологически чистого картофеля для детского питания. Эффективным оказался в опытах против вредителя и заболевания растений ризоктониозом перспективный комбинированный инсекто-фунгицид Селест. Препарат активно действует с фазы появления всходов растений и до начала цветения.

Инсектицидное и фунгицидное действие Селеста на вредителя и болезни картофеля продолжается в течение 30–35 дней после появления всходов. Селест действует не только против вредителя, но и эффективно подавляет заболевание всходящих растений ризоктониозом, который наносит значительный ущерб урожаю. Обработка этим препаратом семенных клубней в технологическом отношении не сложна и выполняется рабочим раствором непосредственно в сажалке при посадке картофеля. Урожайность картофеля при этом варианте (4) составила 30,7 т/га. Однако для защиты растений от колорадского жука и болезней одной лишь обработки клубней при посадке Селестом на весь вегетационный период не хватает. Необходима еще одна истребительная обработка от вредителя Актарой, а также фунгицидами от болезней. При подобном варианте 5 (Селест + одна обработка Актарой) получена самая высокая урожайность в опыте – 37,2 т/га. Остаточное количество тиаметоксама в молодых образующихся клубнях при варианте 4 с применением Селеста при посадке через 35 дней после всходов на 10 июля составило всего 0,0054 мг/кг. Через 45 дней на 20 июля выявлены только «следы» (0,0007 мг/кг), и на 30 июля (55 дней) препарат не обнаружен. При варианте 5 (Селест + одна обработка Актарой) остаточное количество тиаметоксама через 10 дней после обработки Актарой составляло 0,065 мг/кг, что на 30 % больше установленных ПДК. В образцах клубней, отобранных через 20 дней после обработки химическим инсектицидом от вредителя, содержание тиаметоксама равнялось 0,018; через 25 дней – 0,0049; через 30 дней – 0,0011 мг/кг. Через 35 дней после обработки препарата в клубнях не обнаружено. Из данных следует, что при вариантах 4 и 5 с применением препарата Селест

скадывается более щадящая защита растений, чем при варианте 6 с тремя обработками Актарой. Это дает возможность существенно снизить порог накопления вредных веществ в клубнях и получать экологически безопасную продукцию.

Наши исследования показывают, что при современных технологиях возделывания картофеля использование высоких доз минеральных удобрений, интенсивной химической системы защиты растений от вредителей и болезней не только способствует получению высокого урожая клубней, но и приводит к значительному загрязнению продукции вредными, весьма токсичными веществами. Это очень опасно для здоровья человека, и в особенности для детей. Нами установлено, что при использовании белой горчицы в качестве пожнивного зеленого удобрения и биологических инсектицидов для защиты картофеля от вредителя можно получить равный по уровню, но экологически безопасный урожай клубней.

Начиная с фазы бутонизации, посеvy картофеля в опытах обрабатывали от грибных болезней трансламинарным (Профит Голд) и системным (Ридомил Голд) фунгицидами в рекомендуемых дозах. В образцах клубней, отобранных через 5 дней после обработки фунгицидом Профит Голд, обнаружили существенное превышение содержания фунгицида по сравнению с ПДК (0,08 мг/кг против 0,05 мг/кг ПДК). Через 10 и 20 дней после обработки остаточных количеств фунгицидов в клубнях не выявили.

После обработки фунгицидом Ридомил Голд остаточное количество препарата в клубнях картофеля через 5 дней составило 0,018 мг, через 10 дней – 0,002 мг/кг, а через 20 суток фунгицида не обнаружили совсем (ПДК = 0,1 мг/кг).

Для борьбы с сорняками в опытах мы использовали гербициды Римус и Зенкор. Зенкор (1,4 кг/га) применяли против однолетних сорняков: щирицы обыкновенной, мышей сизого, лебеды раскидистой и стреловидной, проса куриного, пикульника обыкновенного, редьки дикой. С многолетними злостными сорняками – осотом полевым и розовым, вьюнком полевым, пыреем ползучим – боролись смесью 50 г/га римуса и 0,3 кг/га зенкора. Римусом, так же отдельно, обрабатывали однолетние сорняки. В клубнях картофеля больше всего сохранялся Римус (д. в. римсульфурон). При обработке посадок от сорняков 10 июня 2014 года гербицидом Римус в дозе 50 г/га содержание его в клубнях через 45 дней на 25 июля составило 0,041 мг/кг. При дальнейших определениях концентрация римсульфурана на 5 августа составляла 0,013 мг/кг; 15 августа – 0,001 мг/кг, и 20 августа (70 дней) его не обнаружили (ПДК = 0,25 мг/кг). Остаточное количество Зенкора (д. в. метрибузин) не содержалось в клубнях через 50–55 дней после обработки в зависимости от дозы и способа применения препарата. Для получения экологически чистого от гербицидов картофеля, предназначенного для детского питания, в производстве культуры можно полностью отказаться

от их применения. Для этого обработки посадок гербицидами можно заменить двумя-тремя междурядными культивациями до всходов на глубину 10–12 см и тремя-четырьмя междурядными рыхлениями с подокучиванием после всходов на глубину 12–14 см. Перед смыканием ботвы необходимо глубокое окучивание растений на глубину не менее 16–18 см [2].

### Выводы

В черноземной лесостепи РФ при современных технологиях возделывания и капельном поливе для получения высокого урожая картофеля, экологически безопасного по содержанию нитратов, для питания взрослого населения следует вносить  $N_{90}P_{135}K_{90}$  в сочетании с запашкой пожнивного сидерата. Для детских и лечебных учреждений доза минеральных удобрений при совместном их применении с биомелиорантом не должна превышать  $N_{60}P_{90}K_{60}$ . Срок ожидания

(от обработки растений до уборки урожая) по химическим инсектицидам – 35–40 дней; фунгицидам – 20 дней; гербицидам, в зависимости от вида и способа применения, – 55–70 дней.

Получение экологически чистого картофеля по строгим стандартам Европейского союза (ЕС) возможно только при использовании в качестве удобрения зеленой массы белой горчицы, примененной в системе защиты растений биологических инсектицидов или предпосадочного протравливания клубней препаратом Селест. Также вместо использования гербицидов в вегетационный период для борьбы с сорняками следует проводить междурядные обработки (рыхления с подокучиванием).

*Авторы выражают благодарность генеральному директору ЗАО «Агрофирма-Анненское» за организационную и финансовую поддержку в проведении полевых опытов.*

### Список литературы

1. Баранников, В. Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В. Д. Баранников, Н. К. Кириллов. – М. : КолосС, 2005. – 350 с.
2. Бутов, А. В. Ресурсосберегающая технология возделывания картофеля / А. В. Бутов. – Елец : ЕГУ им. И. А. Бунина, 2009. – 447 с.
3. Химия пищевых продуктов / ред.-сост. Ш. Дамодаран, К. Л. Таркин, О. Р. Феннема ; пер. с англ. – СПб. : Профессия, 2012. – 1040 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
5. Современные удобрения и получение высоких урожаев экологически чистого картофеля на черноземе выщелоченном / А. Н. Есаулко [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – № 4 (12). – С. 26–30.
6. Каплин, В. Г. Основы экотоксикологии / В. Г. Каплин. – М. : КолосС, 2007. – 232 с.
7. Коршунов, А. В. Агротехнические и кулинарные способы снижения содержания нитратов в клубнях картофеля / А. В. Коршунов // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля : сборник научных трудов. – М., 2015. – С. 74–79.
8. Коршунов, А. В. Управление урожаем и качеством картофеля / А. В. Коршунов. – М. : ВНИИКС, 2001. – 369 с.
9. Логинов, Ю. П. Особенности выращивания экологически чистого картофеля в Северной лесостепной зоне Тюменской области / Ю. П. Логинов, А. А. Казак, Л. И. Якубышина // Вестник ГАУ Северного Зауралья. – 2015. – № 2 (29). – С. 116–125.
10. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева. – М.: Издательство Московского университета, 2001. – 689 с.
11. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. – Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 дек. 2011 г. № 880. – СПб. : ГИОРД, 2015. – 176 с.
12. Рогов, И. А. Химия пищи / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко. – М. : КолосС, 2007. – 853 с.
13. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>. – Дата обращения: 15.04.2018.
14. Производство экологически безопасной продукции растениеводства / под ред. М. С. Соколова, Е. П. Угрюмова. – Пушкино : ВНИИБЗР, 1995. – Вып. 1. – 411 с.
15. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М. : Агрорус, 2014. – 772 с.
16. Филиппова, С. Интегрированная система защиты картофеля от сорняков, болезней и вредителей / С. Филиппова, М. Фадеева, В. Мутиков // Главный агроном. – 2011. – № 4. – С. 33–36.
17. Черников, В. А. Экологически безопасная продукция / В. А. Черников, О. А. Соколов. – М. : КолосС, 2009. – 440 с.

### References

1. Barannikov V.D., Kirillov N.K. *Ekologicheskaya bezopasnost' sel'skokhozyaystvennoy produktsii* [Ecological safety of agricultural products]. Moscow: KolosS Publ., 2005. 350 p.
2. Butov A.V. *Resursosberegayushhaya tekhnologiya vozdelevaniya kartofelya* [Resource-saving potato cultivation technology]. Yelets: EGU im. I.A. Bunina Publ., 2009. 447 p.

3. Damodaran S.H., Tarkin K.L., Fennema O.R. eds. *Fennema's Food Chemistry*. 4th ed. Boca Raton, CRC Press, Taylor & Francis Group. 1144 p. (Russ. ed.: *Khimiya pishhevykh produktov*. St.Petersburg, Professiya Publ., 2012. 1040 p.)
4. Dospelkov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field plot technique (with basics of research results statistical processing)]. Moscow: Kniga po Trebovaniyu Publ., 2012. 352 p.
5. Esaulko A.N., Sigoda M.S., Novoselov A.M., et al. *Sovremennyye udobreniya i polucheniye vysokikh urozhayev ekologicheskii chistogo kartofelya na chernozeme vyshchelochennom* [Modern fertilizers and high yields of ecologically clean potato on leached chernozem]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural Bulletin of Stavropol Region], 2013, no. 4(12), pp. 26–30.
6. Kaplin V.G. *Osnovy ekotoksikologii* [Basics of ecotoxicology]. Moscow: KolosS Publ., 2007. 232 p.
7. Korshunov A.V. *Agrotekhnicheskie i kulinarnye sposoby snizheniya soderzhaniya nitratov v klubnyakh kartofelya* [Agrotechnical and culinary ways of reducing nitrate content in potato tubers]. *Sbornik nauchnykh trudov VNIKKH "Kartofelovodstvo: istoriya razvitiya i rezul'taty nauchnykh issledovaniy po kul'ture kartofelya"* [Collection scientific papers of the Lorch Potato Research Institute "Potato growing: history and results of research devoted to potato crop scientific study"], 2015, pp. 74–79.
8. Korshunov A.V. *Upravleniye urozhayem i kachestvom kartofelya* [Potato yield and quality management]. Moscow: VNIKH Publ., 2001. 369 p.
9. Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yakubyshina L.I. *Osobennosti vyrashchivaniya ekologicheskii chistogo kartofelya v Severnoy lesostepnoy zone Tyumenskoy oblasti* [Features of cultivation of organic potatoes in the Northern forest-steppe zone of the Tyumen region]. *Vestnik GAU Severnogo Zaural'ya* [Vestnik of State Agrarian University of Northern Zauralye], 2015, no. 2(29), pp. 116–125.
10. Mineev V.G. ed. *Praktikum po agrokhimii* [Practical course in agricultural chemistry]. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo universiteta Publ., 2001. 689 p.
11. *TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoy produktsii* [Technical Regulations of the Customs Union 021/2011. On Food Safety]. Moscow, Standartinform Publ., 2011.
12. Rogov I.A., Antipova L.V., Dunchenko N.I. *Khimiya pishhi* [Food Chemistry]. Moscow: KolosS Publ., 2007. 853 p.
13. *SanPiN 2.3.2.1078-01. Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoy tsennosti pishchevykh produktov* [Hygienic requirements for safety and nutritional value of food products]. Available at: <http://www.consultant.ru>. (accessed 16 September 2017).
14. Sokolov M.S., Ugryumov E.P. eds. *Proizvodstvo ekologicheskii bezopasnoy produktsii rasteniyevodstva* [Production of ecologically safe plant products]. Pushhino: VNIIBZR Publ., 1995, iss. 1. 411 p.
15. *Spravochnik pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii* [Reference book on pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation]. Moscow: Agrorus Publ., 2014. 772 p.
16. Filippova S., Fadeeva M., Mutikov V. *Integrirovannaya sistema zashchity kartofelya ot sornyakov, bolezney i vrediteley* [Integrated system for protection of potato against weeds, diseases and pests]. *Glavnyy agronom* [Chief agronomist], 2011, no 4, pp. 33–36.
17. Chernikov V.A., Sokolov O.A. *Ekologicheskii bezopasnaya produktsiya* [Ecologically safe products]. Moscow: KolosS Publ., 2009. 440 p.

**Бутов Алексей Владимирович**

д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина», 399770, Россия, Липецкая обл., г. Елец, ул. Коммунаров, 28, e-mail: butov.a.v@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1861-2892>

**Мандрова Анна Алексеевна**

главный специалист-эксперт по экономике и финансам, Совет депутатов городского округа г. Елец Липецкой обл., 399740, Россия, Липецкая обл., г. Елец, ул. Октябрьская, 127, e-mail: annaelets@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5961-6470>

**Alexey V. Butov**

Dr.Sci.(Agr.), Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Products, Bunin Yelets State University, 28, Communarov Str., Yelets, Lipetsk Region, 399770, Russia, e-mail: butov.a.v@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1861-2892>

**Anna A. Mandrova**

Chief Expert on Economy and Finance of the District Deputy Counsel of Yelets city, Lipetsk Region 127, Oktyabrskaya Str., Yelets, Lipetsk Region, 399740, Russia, e-mail: annaelets@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5961-6470>

