

## БИОЛОГИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ВОЗДЕЛЫВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЧАСТНОГО ПОДСОБНОГО ХОЗЯЙСТВА

<sup>1</sup>Самсон Л.А., <sup>2</sup>Таранова А.С.

<sup>1</sup>г. Минск, ГУО «Гимназия № 16» 9 класс;

<sup>2</sup>г. Минск, Белорусского государственного университета, выпускница ГУО «Гимназия № 16»

Научный руководитель: Боровик Г.П., учитель биологии и химии, г. Минск, ГУО «Гимназия № 16»

Овощи – незаменимые продукты питания, богатые минеральными веществами и витаминами. Ценность овощей определяется содержащимися в них биостимуляторами, минеральными и пряными веществами (витаминами, ферментами, белками и органическими кислотами).

В Республике Беларусь производство овощной продукции осуществляется как в сельскохозяйственных предприятиях, так и в личных подсобных хозяйствах населения. При этом за последнее десятилетие произошло существенное перераспределение площадей посевов и валовых сборов овощей между общественными предприятиями и личными подсобными хозяйствами. Так, если в 2006 году на долю сельскохозяйственных предприятий приходилось 54° всех площадей посевов и 53° валового производства овощей, то в 2016 году эти соотношения составляли соответственно 23° и 22°. В настоящее время почти 90° овощной продукции выращивается в личных подсобных хозяйствах населения. Таким образом, именно индивидуальный сектор выступает своеобразным гарантом продовольственной безопасности государства, повышает обеспеченность населения продуктами питания.

Однако, повышение урожайности сельскохозяйственных культур в личных подсобных хозяйствах связано преимущественно с использованием традиционных методов возделывания сельскохозяйственной продукции, основным направлением которых является интенсивная химизация растениеводческой отрасли. Бесконтрольное использование высоких доз удобрений в погоне за высокой урожайностью ведет к тому, что мы практически не получаем экологически чистой сельскохозяйственной продукции: опасные для человека вещества накапливаются в продуктах растениеводства в количествах, превышающих допустимые нормы [6, с. 12].

Ситуация углубляется также и сложной экологической обстановкой. Значительная территория нашей республики (около 2°) оказалось подвергнутой радиоактивному

загрязнению в связи с аварией на Чернобыльской АЭС, 80 тыс. га сельскохозяйственных угодий загрязнены техногенными выбросами промышленных центров, 6° сельскохозяйственных угодий имеют избыточное накопление биогенных элементов, превышающих предельно допустимые концентрации.

Кроме того, резкий рост стоимости энергетических и сырьевых ресурсов для производства минеральных удобрений и химических средств защиты растений вызывает настоятельную необходимость поиска альтернативных источников питательных элементов для растений и систем их защиты.

В современных условиях альтернативной основой повышения урожайности экологически чистой овощной продукции может стать экологическое земледелие – производство сельскохозяйственной продукции в условиях рационального использования природных ресурсов, исключая применение веществ, полученных в результате химического синтеза. Оно направлено на снижение уровня использования энергии и производственных ресурсов, уменьшение ущерба окружающей среде и улучшение защиты вод, почв, воздуха, растений и животных, а в конечном итоге – сохранение здоровья человека.

Как известно, стабилизирующим звеном в биологическом земледелии являются бобовые культуры. Бобовые растения отличаются высоким содержанием белка в семенах и обладают уникальной способностью вступать в симбиоз со специфическими для каждого вида растений клубеньковыми бактериями, образовывать азотфиксирующие клубеньки, усваивать за вегетацию до 500 кг/га азота воздуха (N<sub>2</sub>) и превращать его в аммиачный азот, доступный для растений.

Азот является самым важным элементом в питании растений, т.к. стимулирует рост, удлиняет вегетационный период, замедляет старение листьев, задерживает созревание плодов. Он входит в состав аминокислот, из которых строится белок. На его долю приходится 16 – 18° белков, необхо-

димых для роста всех вегетативных частей растения, а также для плодообразования. Одностороннее внесение высоких доз азота ухудшает качество продукции, снижает сахаристость, содержание сухого вещества и витамина С, ухудшает лежкость овощей. Однако при недостатке азотного питания ослабляется вегетативный рост, соцветия становятся слабыми, листья – светло – зелеными, ухудшается химический состав овощей [8].

На дерново-подзолистых почвах Республики Беларусь урожайность овощей зависит в первую очередь от их обеспеченности легкоусвояемыми формами азота. Показателем обеспеченности служит потенциально усвояемый азот – сумма минеральных и органических соединений азота, которые могут быть усвоены растениями в течение вегетационного периода. Содержание их в почве подвержено сезонной динамике, что является следствием постоянно идущих процессов минерализации, иммобилизации, поглощения растениями, вымывания и газообразных потерь.

В экологически безопасном земледелии большая роль отводится биологическому азоту, вовлекаемому в сферу земледелия бобовыми культурами. Фиксация бобовыми растениями атмосферного азота обеспечивает высокие урожаи растительного белка без применения дорогостоящих и экологически небезопасных минеральных азотных удобрений. С пожнивно-корневыми остатками многолетних бобовых трав в почве остается в среднем около 50° фиксированного из воздуха азота, который на 2 – 3 года существенно повышает плодородие почвы и урожай последующих культур.

Изучение литературы, посвященной данной проблематике показало, что в естественных условиях бобовые растения используют только 10 – 30° своего азотфиксирующего потенциала. Инокуляция их эффективными селекционными штаммами клубеньковых бактерий повышает этот показатель до 20 – 50° (на 40 – 60°) [4].

Процесс инокуляции представляет собой применение искусственно полученных клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* для улучшения азотфиксации. Инокулянты обычно наносят на семена перед посевом или вносят их в борозду для укладки семян при посеве.

Фиксация азота происходит в клубеньках, образующихся на корнях растений. Возникают они при инфицировании молодых корневых волосков бактериями *Rhizobium*. После внедрения бактерии прорастают в виде инфекционной нити, которые проникают сквозь стенки эпидермиса в кору кор-

ня. В месте локализации бактерий на корне растения-хозяина образуются клубеньки, в которых бактерии быстро размножаются и располагаются в цитоплазме растительных клеток. Бактерии, находящиеся в клубеньках, синтезируют ферментную систему с нитрогеназной активностью, восстанавливающую молекулярный азот до аммиака.

Благодаря симбиотической азотфиксации, бобовые культуры не только экономно используют запасы азота почвы, но и восполняют их за счет накопления его в корнях и наземных растительных остатках и способствуют повышению почвенного плодородия. При этом белковая продуктивность биологического азота значительно выше содержащегося в минеральном удобрении. Благодаря этому можно получить дешевую и экологически чистую овощную продукцию.

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в исследованиях по рассматриваемой проблеме, практическое использование биологического азота с использованием инокулянтов в отечественном растениеводстве остается пока на низком уровне. В практику личного подсобного хозяйства современные агротехнологии не внедряются вовсе. Это связано в большой мере с недостаточной изученностью многих физиолого-биохимических и генетических особенностей процесса азотфиксации, а также сложностью и «штучностью» производства инокулянтов.

Таким образом, **актуальность настоящего исследования** обусловлена рядом причин, среди которых можно выделить следующие: 1) овощи являются наиболее популярным продуктом питания в нашей стране и производятся преимущественно в личных подсобных хозяйствах; 2) основными причинами низкой урожайности овощной продукции являются несоблюдение требований технологии выращивания, а также недостаток азота в почве; 3) чрезмерное использование сельскохозяйственных удобрений приводит к переизбытку токсичных веществ, что в конечном итоге приводит к продовольственной непригодности для потребителя; 4) урожайность овощных культур может быть повышена за счет использования в севообороте предшественника – бобовой культуры, отличающейся высоким содержанием белка в семенах и способностью накапливать биологический азот воздуха с помощью клубеньковых бактерий.

Исходя из вышеизложенного, **целью** данной работы являлось повышение урожайности и экологической чистоты овощей открытого грунта (на примере картофеля и томата) с использованием инокуляции бо-

бобовой культуры – предшественника в условиях личного подсобного участка.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие задачи: 1) установить влияние бобовой культуры – предшественника в севообороте на повышение урожайности и экологической чистоты овощей; 2) определить эффективность применения инокуляции семян бобовой культуры бактериями *Rhizobium* при выращивании овощей; 3) оценить эффективность применения комплексного минерального удобрения, внесенного в почву при посадке овощей и сравнить ее с результатами использования биологического азота, вовлекаемого бобовой культурой.

**Объект исследования:** овощи открытого грунта (сорт картофеля – «Скарб», сорта томата – «Глория»), выращенные в условиях личного подсобного хозяйства (Минская обл., д. Околица).

**Предмет исследования:** урожайность и экологическая чистота овощной продукции открытого грунта, выращенной в условиях личного подсобного хозяйства.

**Рабочая гипотеза:** предполагалось, что использование бобовой культуры в качестве предшественника в севообороте в сочетании с инокуляцией бактериями *Rhizobium* является наиболее эффективной технологией увеличения урожайности овощей, выращиваемых в условиях личного подсобного хозяйства.

**Научная новизна и значимость** полученных результатов заключается в том, что впервые на уровне школьного научного эксперимента проведено комплексное исследование актуальных вопросов увеличения урожайности и экологической чистоты овощной продукции в условиях личного подсобного хозяйства с использованием биологического азота, вовлекаемого в сферу земледелия бобовой культурой в сочетании с инокуляцией бактериями *Rhizobium*.

**Ожидаемые результаты:** повышение урожайности и экологической чистоты овощных культур за счет использования в севообороте бобовой культуры, инокулированной бактериями *Rhizobium*.

**Характеристика личного вклада автора работы в решение избранной проблемы:** научная работа является результатом самостоятельного исследования автором избранной темы. Ему принадлежат все теоретические и практические результаты, представленные в данной работе.

#### Основная часть

Для достижения поставленной цели повышения урожайности и экологической чистоты овощей открытого грунта мы про-

водили двухлетнее научное исследование методом полевого эксперимента.

Решение поставленных задач предполагало выращивание наиболее популярных и распространенных в личных приусадебных хозяйствах Республики Беларусь овощей – картофеля и томата в сочетании с влияющими на них факторами почвенного покрова: 1) почва без удобрений (*контроль*); 2) почва с рекомендуемой дозой комплексного удобрения (NPK); 3) почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), без удобрений; 4) почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), инокулированной бактериями *Rhizobium*, без удобрений.

Данное исследование состояло из четырех основных этапов: 1) изучение и подготовка опытного участка; 2) разработка схемы и методики полевого эксперимента; 3) проведение полевых опытов, наблюдений и учетов.

#### Изучение и подготовка опытного участка

Данный этап включал в себя выбор земельного участка и оптимальной структуры полевого опыта.

Для полевого научно-исследовательского эксперимента мы использовали земельный участок личного подсобного хозяйства в д. Околица Минской обл. с хорошо окультуренной дерново-подзолистой субпесчаной почвой общей площадью 81 кв.м, расположенный на хорошо освещаемом солнцем месте, обладающий свойством типичности и однородностью почвенного покрова.

Участок находится на удаленном расстоянии от животноводческих построек, сплошного леса и проезжих дорог. Влияние различного рода случайных факторов почвенной пестроты, нарушающих однородность условий полевых опытов, минимально.

Опытный участок имел равномерный и незначительный уклон вдоль поливных борозд, что способствовало равномерному впитыванию проходящей по ним воды.

#### Разработка схемы и методики полевого эксперимента

Полевые опыты мы проводили в период с 2016 г. по 2017 г. по методике Б.А. Доспехова [3, с. 40].

Разбивку участка начинали с выведения общего контура опытов и контуров отдельных повторений. Количество опытов соответствовало числу объектов исследования – овощей: картофеля и томата.

Число вариантов в схеме любого опыта всецело определяется его содержанием

ем и задачами исследования [3, с. 41]. Учитывая, что в нашем эксперименте последовательно изучалось влияние четырех факторов, контур каждого опыта мы разбили на 4 делянки квадратной формы. Учетная площадь каждой делянки составила 2,25 м<sup>2</sup>. Каждая делянка отвечала определенному варианту с соответствующим объектом исследования и влияющим на него фактором в соответствии со схемой вариантов полевого эксперимента (табл. 1).

Для обеспечения точности полевого эксперимента и надежности средних по вариантам мы использовали двукратную повторность опыта на территории. Территориальная повторность дает возможность полнее охватить каждым вариантом опыта пестроту земельного участка и получить более устойчивые и точные

средние. Организация повторений опытов позволяет контролировать значительную часть территориальной изменчивости опытного участка и устранять влияние ее на ошибку эксперимента [3, с. 42].

Для исключения влияния растений соседних вариантов, а также исключения миграции питательных веществ вдоль сторон делянок были установлены боковые защитные полосы высотой 0,2 м и утопленные в грунт на глубину 0,3 м. При этом для разграничения делянок между ними были оставлены узкие незасеянные полосы шириной 1 м.

Таким образом, планируя заложить два опыта с четырьмя вариантами в двукратной повторности выделенный земельный участок мы разбили на 16 делянок (4x2x2 = 16).

Схематический план полевого эксперимента представлен на рис. 1.

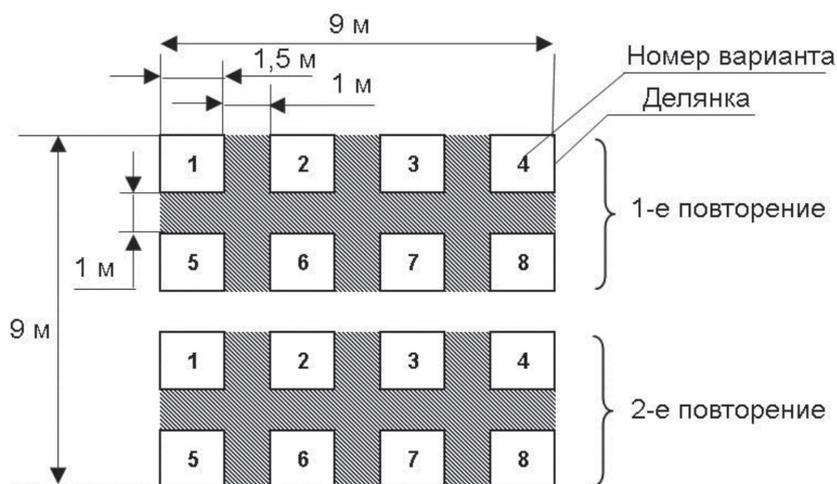


Рис. 1. Схематический план полевого эксперимента

Таблица 1

Схема вариантов полевого эксперимента

№ варианта	Объект исследования	Изучаемый фактор
1	Картофель	Почва без удобрений (контроль)
2	Картофель	Почва с рекомендуемой дозой комплексного удобрения (NPK)
3	Картофель	Почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), без удобрений
4	Картофель	Почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), инокулированной бактериями Rhizobium, без удобрений
5	Томат	Почва без удобрений (контроль)
6	Томат	Почва с рекомендуемой дозой комплексного удобрения (NPK)
7	Томат	Почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), без удобрений
8	Томат	Почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), инокулированной бактериями Rhizobium, без удобрений

### Проведение полевых опытов, наблюдений и учетов

#### Посев культуры – предшественника

В июле 2016 года мы осуществили посев культуры-предшественника – гороха овощного в делянки с вариантами № 3, 7. Посев производили инокулированными семенами в гряды гнездовым способом на расстоянии 30 см между гнездами в ряду.

В этот же день в делянки с вариантами № 8, 4 мы аналогичным способом осуществили посев гороха овощного семенами, инокулированными клубеньковыми бактериями *Rhizobium*.

Инокуляцию семян клубеньковыми бактериями проводили в крытом, защищенном от действия прямых солнечных лучей помещении в день сева.

В качестве инокулянта мы использовали жидкую форму промышленного инокулянта Ризоторфин®, содержащего штаммы эффективных клубеньковых бактерий рода *Rhizobium*, которые в симбиозе с бобовыми растениями способны фиксировать азот атмосферы. Расход указанного биопрепарата – 1 л на тонну семян.

Выбор данного препарата был обусловлен, прежде всего, доступностью приобретения для частного лица, т.к. в Республике Беларусь коммерческим производителем инокулянтов занимается ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» на основании договоров, заключаемых только с государственными заказчиками.

Способ приготовления инокулированных семян заключался в ручной обработке семян непосредственно перед посевом. Порцию семян в 50-60 г, рассчитанную для высева на 4 делянках суммарной площадью 9 кв.м. мы увлажнили суспензией биопрепарата объемом 0,1 мл в воде объемом 150 мл и перемешали до равномерного распределения бактерий на поверхности семян. Через 20–30 минут семена впитали влагу и восстановили сыпучесть. Затем обработанные семена мы в течение дня высеивали во влажную почву.

Во время вегетации гороха мы проводили рыхления почвы. Первое рыхление делали на глубину 5 – 6 см при обозначении рядков. Через две недели после первого рыхления проводили второе, а через две недели после второго – третье.

#### Изучение динамики формирования клубеньковых бактерий

В целях изучения динамики формирования клубеньковых бактерий в процессе роста растений гороха овощного мы осу-

ществляли визуальный осмотр корневой системы и подсчет клубеньков.

Начало образования клубеньков на корнях бобовой культуры мы отмечали на 8-9 день после полных всходов, в их активизацию – через 7-9 дней после образования. Нами установлено, что количество клубеньков заметно возрастало в фазу цветения, а в фазу плодообразования отмечали их максимальные значения, когда на одном растении по сравнению с фазами бутонизации и цветения количество клубеньков увеличивалось соответственно в 2,0-2,5 и 4,0-4,5 раза.

В эту фазу на делянках №№ 3, 7, на которых рос обычный горох образовалось 40 – 50 клубеньков, а на делянках №№ 8, 4, на которых рос горох, инокулированный бактериями *Rhizobium* образовалось 70 – 80 клубеньков.

Таким образом, инокуляция семян гороха овощного бактериями *Rhizobium* существенно повышает азотфиксирующий потенциал бобовых культур. Активный симбиоз бобовой культуры с клубеньковыми бактериями значительно обогащает почву азотом, что способствует увеличению продуктивности последующих культур в севообороте и сокращает материальные затраты.

#### Посадка и уборка овощей

Картошку и томаты мы высаживали в соответствии со схемой вариантов (табл. 1) и схематическим планом полевого эксперимента (рис. 1) 1 и 15 мая 2017 года соответственно.

Семенные клубни картофеля массой 60-80 г проращивали на свету в течение 20 суток, а затем высаживали на опытном участке рядами на глубину 12-15 см, на расстоянии 70-75 см между рядами, а между клубнями – 30-35 см.

Рассаду томата высаживали в грунт, оставляя между рядами 50 см, расстояние между растениями – 50 см.

После посадки растения обильно поливали. Дальнейший уход за выращиваемыми овощами состоял из рыхлений почвы и прополки сорняков.

Удобрения для вариантов № 2, 6 вносили перед посадкой овощей в виде комплексного азотно-фосфорного-калийного удобрения в форме общего азота ( $N_2^{\circ} - 16 \pm 1$ ), общих фосфатов ( $P_2O_5^{\circ} - 16 \pm 1$ ) и калия (в пересчете на  $K_2O_2^{\circ} - 16 \pm 1$ ).

Указанное удобрение разработано отечественным производителем, является одним из наиболее доступных и включает все три основных элемента питания, необходимые для нормальной жизнедеятельности растений. В соответствии с рекомендациями, указанными на товарной упаковке

рекомендуемое (оптимальное) количество вносимых удобрений для овощной продукции составило 30 г/м<sup>2</sup>.

При этом за нулевое количество вносимых удобрений (варианты без удобрений) мы условно приняли фоновое содержание соответствующих химических веществ в почве без внесения дополнительного количества удобрений.

Уборку урожая томатов проводили во второй половине августа 2017 года (по мере созревания). Уборку урожая картофеля проводили 04 сентября 2017 года.

#### **Расчет урожайности и оценка результатов**

Расчет урожайности осуществлялся делением валового сбора, определяемого в физическом (первоначально оприходованном) весе овощной продукции на ее площадь уборки.

Результаты урожайности овощей по вариантам в соответствии со схемой вариантов полевого эксперимента представлены в табл. 2.

Результаты сравнения средней урожайности овощей в зависимости исследуемых факторов представлены на рис. 2.

Представленные выше данные позволяют сделать вывод о том, что использование бобовой культуры в качестве предшественника в севообороте в сочетании с инокуляцией бактериями *Rhizobium* является наиболее эффективной технологией увеличения урожайности овощей, выращиваемых в условиях личного подсобного хозяйства.

При этом в естественных условиях бобовые растения, используемые в качестве предшественника в севообороте позволяют увеличить урожайность овощей в среднем на 42° (по сравнению с контрольным данными вариантов № 1 и 5). Инокуляция семян бобовых культур эффективными селекционными штаммами клубеньковых бактерий *Rhizobium* повышает этот показатель до 76°.

Результаты сравнения средней урожайности овощей в зависимости от исследуемых факторов свидетельствуют также и о некоторой невосприимчивостью картофеля к атмосферному азоту, накопленному в почве благодаря бобовой культуре – предшественнику. Данное утверждение согласуется с данными литературных источников, посвященных проблеме повышения урожайности овощей [7, с. 86; 2, с. 114; 1, с. 23 и др.].

#### **Выводы**

Собственными исследованиями в настоящей работе исследовано влияние бобовой культуры – предшественника на повыше-

ние урожайности и экологической чистоты овощей. Определена эффективность применения инокуляции семян бобовой культуры бактериями *Rhizobium* при выращивании овощей. Доказано, что использование бобовой культуры в качестве предшественника в сочетании с инокуляцией бактериями *Rhizobium* при выращивании овощной продукции способствует максимальной симбиотической фиксации азота атмосферы. Данное обстоятельство обеспечивает высокую урожайность без применения азотных удобрений или при минимальном их количестве.

Установлено, что использование бобовой культуры в качестве предшественника в сочетании с инокуляцией бактериями *Rhizobium* является наиболее эффективной и экономически обоснованной технологией увеличения урожайности и экологической чистоты овощей, выращиваемых в условиях личного подсобного хозяйства.

Результаты проведенных опытов свидетельствуют, что в естественных условиях бобовые растения, используемые в качестве предшественника в севообороте позволяют увеличить урожайность овощей в среднем на 42°. Инокуляция семян бобовых культур эффективными селекционными штаммами клубеньковых бактерий *Rhizobium* повышает этот показатель до 76°.

По сравнению с технологией использования удобрений в условиях личного подсобного хозяйства данная биотехнология позволяет на 33,3° увеличить урожайность.

Из вышеуказанного следует, что применение удобрений позволяет увеличить урожайность, однако при этом значительно понижается экологическая чистота овощной продукции.

В результате проведенных исследований установлено, что использование бобовой культуры – предшественника, инокулированного штаммами клубеньковых бактерий *Rhizobium* позволяет не только увеличить урожай овощей, выращенных на частном приусадебном участке, но и улучшить их экологические качества.

Принимая во внимание вышеизложенное, мы полагаем, что в Республике Беларусь назрела насущная необходимость массового производства инокулянта для ручной обработки семян бобовых культур бактериями *Rhizobium* в упаковках емкостью от 10 до 100 мл (В данном случае мы учитываем расход препарата на единицу площади (100 мл на гектар посева), срок и условия хранения (2-3 месяца в сухом и темном помещении при температуре 5–8°C) и продажи его частным лицам для выращивания высококачественной и экологически чистой овощной продукции в условиях личного подсобного хозяйства.

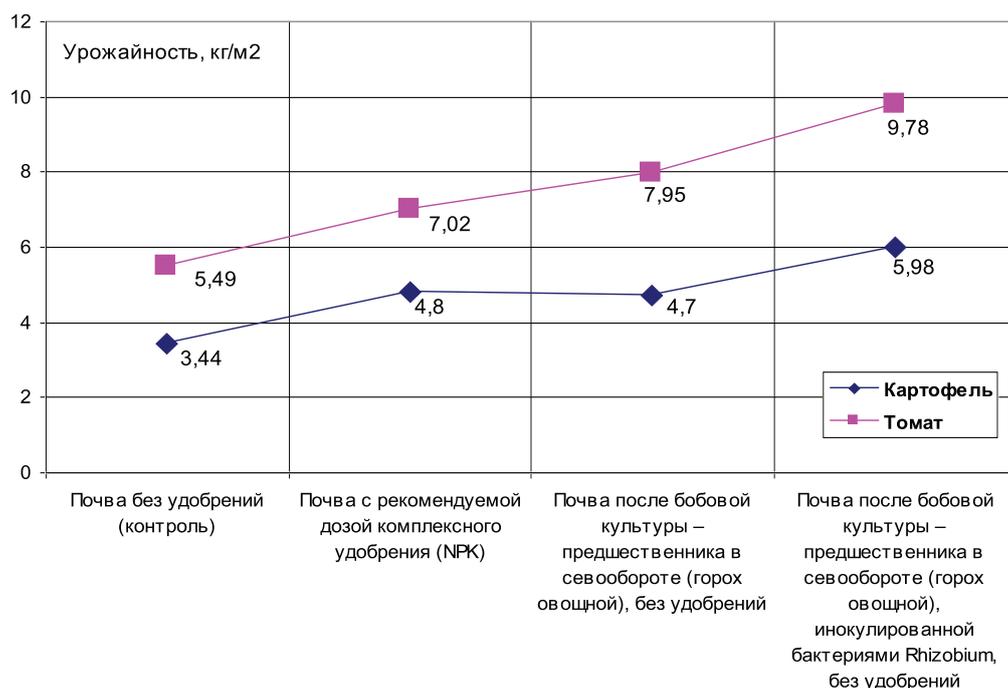


Рис. 2. Результаты сравнения средней урожайности овощей в зависимости от исследуемых факторов

Таблица 2

Результаты урожайности овощей по вариантам

№ варианта	Объект исследования	Исследуемый фактор	Урожай в повторениях, кг/м <sup>2</sup>	Средний урожай, кг/м <sup>2</sup>
1	Картофель	Почва без удобрений (контроль)	3,36	3,44
			3,52	
2	Картофель	Почва с рекомендуемой дозой комплексного удобрения (NPK)	4,7	4,80
			5,0	
3	Картофель	Почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), без удобрений	4,68	4,70
			4,72	
4	Картофель	Почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), инокулированной бактериями Rhizobium, без удобрений	5,46	5,98
			5,92	
5	Томат	Почва без удобрений (контроль)	6,5	5,49
			5,45	
6	Томат	Почва с рекомендуемой дозой комплексного удобрения (NPK)	6,78	7,02
			7,26	
7	Томат	Почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), без удобрений	8,4	7,95
			7,49	
8	Томат	Почва после бобовой культуры – предшественника в севообороте (горох овощной), инокулированной бактериями Rhizobium, без удобрений	10,12	9,78
			9,45	

Представляется, что использование экологического земледелия позволит максимально мобилизовать биологический потенциал культуры, сорта, почвенно-природных ресурсов, интегрировано приме-

нять удобрения и биологические средства защиты растений, использовать энергоресурсосберегающие технологии обработки почв. На первый план выступают качество получаемой продукции, охрана окружаю-

щей среды от загрязнения агрохимикатами с максимальным использованием природных веществ и соединений.

#### Список литературы

1. Вавилов П.П. Бобовые, азот и проблема растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат. – 1983. – 255 с.
2. Гукова М.М. Биологическая фиксация атмосферного азота и фосфорное питание бобовых растений / М.М. Гукова, П.И. Арбузова / Докл. Моск. с.-х. акад. им. Тимирязева. – 1968. – Вып. 139. – 243 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агроприздат. – 1985. – 351 с.
4. Дринча В. Инокуляция семян бобовых культур / В. Дринча, Е. Кубеев // Журнал Perfect Agriculture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.perfectagro.ru/pdf/tehnolog/tehnolog\\_6.html](http://www.perfectagro.ru/pdf/tehnolog/tehnolog_6.html). – Дата доступа: 10.10.2016.
5. Карманов С.Н. Урожай и качество картофеля / С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов. – М.: Россельхозиздат. – 1988. – 167 с.
6. Кожеков Д.С. Негативные последствия применения высоких норм азотных удобрений / Д.С. Кожеков, Р.А. Воронина. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 126 с.
7. Персикова Т.Ф. Продуктивность бобовых культур при локальном внесении удобрений: монография / Т.Ф. Персикова. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – 2002. – 204 с.
8. Признаки недостатка основных элементов питания у растений / Зеленый сад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greengarden.pp.ua/priznaki-nedostatka-osnovnyh-elementov-pitaniya-u-rastenij>. – Дата доступа: 10.10.2016.