ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Е. Л. ИОНАС

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 20.09.2021)

Повышение эффективности применения удобрений в земледелии является одной из задач системы удобрения. Эффективность применения удобрений является качественной характеристикой системы удобрения. Для оценки эффективности применения удобрений используют показатели агрономической, экономической и энергетической эффективности. Систему удобрения разрабатывают и осуществляют в тесной взаимосвязи со всем комплексом технологических приемов по возделыванию сельскохозяйственных культур.

В связи с этим система удобрения картофеля должна строиться таким образом, чтобы обеспечить оптимальное минеральное питание растений с начала прорастания клубней и до окончания вегетации. Достичь этого можно благодаря оптимизации фона питания, соотношения элементов питания в удобрении, видов и способов их внесения.

В исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» изучена эффективность различных систем удобрения для среднепозднего сорта картофеля Вектар на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в северо-восточной части Беларуси, обеспечивающая высокую продуктивность клубней. Дана экономическая оценка различных систем удобрения с применением новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме и регуляторов роста при возделывании картофеля.

Для среднепозднего сорта Вектар в системе удобрения рекомендуется применение Нутриванта плюс (картофельный) на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ при трехкратной обработке в дозе 2 кг/га, обеспечивающей урожайность клубней (41,8 т/га) и использование микроудобрения МикроСтим В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ в дозе 1,3 л/га при урожайности клубней (39,6 т/га). Рекомендуемые системы удобрения обеспечивают получение высокой прибыли (2377,45 и 2251,58 USD/га) и рентабельности (87,34 и 87,28 %).

Ключевые слова: картофель, сорт, система удобрения, урожайность, экономическая эффективность.

Increasing the efficiency of fertilizer use in agriculture is one of the tasks of fertilization system. Fertilizer efficiency is a qualitative characteristic of a fertilizer system. To assess the effectiveness of the use of fertilizers, indicators of agronomic, economic and energy efficiency are used. The fertilization system is developed and implemented in close relationship with the entire range of technological methods for the cultivation of agricultural crops.

In this regard, the potato fertilization system should be designed in such a way as to ensure optimal mineral nutrition of plants from the beginning of tuber germination until the end of the growing season. This can be achieved by optimizing the nutritional background, the ratio of nutrients in the fertilizer, the types and methods of their introduction.

In the studies of Belarusian State Agricultural Academy, the effectiveness of various fertilization systems for the medium-late variety of Vektar potatoes on sod-podzolic light loamy soil in the northeastern part of Belarus, providing high productivity of tubers, was studied. An economic assessment of various fertilization systems with the use of new forms of complex fertilizers for the main application and foliar dressing, micronutrient fertilizers in a chelated form and growth regulators in potato cultivation is given.

For the medium-late variety Vektar in the fertilization system, it is recommended to use Nutrivant plus (potato) against the background of increased doses of fertilizers $N_{130}P_{90}K_{150}$ with three-fold treatment at a dose of 2 kg / ha, which ensures the yield of tubers of 41.8 t / ha, and MicroStim B, Cu micronutrient fertilizer against the background of $N_{120}P_{70}K_{130}$ at a dose of 1.3 l / ha with the yield of tubers of 39.6 t / ha. Recommended fertilization systems provide high profit (2377.45 and 2251.58 USD / ha) and profitability (87.34 and 87.28 %).

Key words: potatoes, variety, fertilization system, yield, economic efficiency.

Введение

Главным отличием современных технологий является системное и точное выполнение технологических операций с целью получения продукции запланированного количества и качества, что, в свою очередь, достигается высокой наукоемкостью внедряемых технологий.

Высокая эффективность удобрений отмечена только при применении их в определенной научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенно-климатических условий, особенностей питания отдельных культур и чередования их в севооборотах, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов [1].

Систему удобрения разрабатывают и осуществляют в тесной взаимосвязи со всем комплексом технологических приемов по возделыванию сельскохозяйственных культур. В условиях интенсивных технологий возделывания культур возрастает роль строгого соблюдения технологической дисциплины, агротехнических требований и экологических ограничений. Высокий уровень агротехники, начиная с обработки почвы до уборки урожая, – это необходимое условие эффективного использования удобрений [1–3].

Под системой удобрения следует понимать комплекс научно обоснованных агротехнических и организационных мероприятий по рациональному применению удобрений под сельскохозяйственные

культуры с учетом биологических особенностей растений, почвенно-климатических и агротехнических условий, состава и свойств удобрений.

Повышение эффективности применения удобрений в земледелии является одной из задач системы удобрения. Эффективность применения удобрений является качественной характеристикой системы удобрения. Для оценки эффективности применения удобрений используют показатели агрономической, экономической и энергетической эффективности [1].

В связи с этим система удобрения картофеля должна строиться таким образом, чтобы обеспечить оптимальное минеральное питание растений с начала прорастания клубней и до окончания вегетации. Достичь этого можно благодаря оптимизации фона питания, соотношения элементов питания в удобрении, видов и способов их внесения [4, 5].

В настоящее время большое внимание уделяется внедрению энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Существенно повысить урожайность и снизить затраты на удобрения можно за счет оптимизации минерального питания, совместного их применения с микроэлементами и регуляторами роста.

Цель исследований – усовершенствовать систему удобрения среднепозднего картофеля сорта Вектар для дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в северо-восточной части Беларуси, обеспечивающую высокую продуктивность клубней и дать экономическую оценку различных систем удобрения, с применением новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме и регуляторов роста при возделывании картофеля.

Основная часть

Опыты с картофелем сорта Вектар проводились в 2014–2016 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Сорт Вектар столового назначения, урожайный (до 67,3 т/га), содержание крахмала в клубнях 13,8–19,2 %, вкусовые качества хорошие, пригоден для изготовления чипсов. Устойчив к картофельной нематоде; высокоустойчив к антракнозу, ризоктониозу клубней, засухе; относительно устойчив к фитофторозу листьев, парше обыкновенной. Пригоден для выращивания на всех типах почв, устойчив к механическим повреждениям [6].

Размер общей делянки опыта – 25,2 м², учетной – 16,8 м², повторность четырехкратная. Посадку картофеля проводили в 2014 году 12 мая и в 2015 и 2016 годах – 6 мая четырехрядной картофелесажалкой КСМ – 4, семенными клубнями 35–55 мм. Густота посадки – 47,6 тыс. клубней на 1 га.

Горецкий район расположен на территории Оршанско-Могилевского плато, за исключением северо-восточной части, где берут начало покатые склоны Смоленско-Московской возвышенности, и представлен район волнистой платообразной равнины, сильно расчлененной долинами рек и ручьев, густой сетью глубоких оврагов и балок с выступающими в ряде мест моренными грядами в виде пологих холмов.

В большинстве своем (более 85 %) почвы на территории Горецкого района дерново-подзолистые. По гранулометрическому составу они распределяются следующим образом: суглинистые – 85,4 %, супесчаные – 13,0 %, песчаные – 1,6 %. Основную долю почв в районе составляют дерново-подзолистые суглинистые почвы, 86 % которых используются под пашню [7].

Почва опытного участка по степени агрохимической окультуренности по годам исследований относится к среднеокультуренной ($I_{ок} = 0,73$).

В целом май 2014 года характеризовался теплой погодой на фоне повышенного количества атмосферных осадков. В июне месяце температура воздуха была приближена к среднемноголетним значениям, но с недостаточным количеством атмосферных осадков. Однако это не повлияло отрицательно на рост и развитие растений, так как в первый период жизни картофель относительно мало нуждается в воде. Июль характеризовался благоприятной для картофеля теплой погодой и с достаточным количеством выпавших осадков. В целом в августе и сентябре наблюдалась аналогичная ситуация по температурным условиям. Количество осадков в первой декаде августа составило только 2,6 мм, при норме 28 мм. Однако во второй и в третьей декадах количество атмосферных осадков превышало среднемноголетнее значение на 8,0 и 29,9 мм, соответственно. Начало сентября месяца характеризовалось теплой и сухой погодой, что создало благоприятные условия для уборки картофеля.

Несмотря на относительно сухой период вегетации (особенно в июне и августе месяцах), но с комфортной температурой воздуха, погодные условия 2015 года благоприятствовали достижению

самой высокой урожайности среднепозднего картофеля сорта Вектар по всем вариантам опыта. Это подтверждает устойчивость сорта к засухе и, как мы выявили, возможность получения высоких урожаев.

В целом 2016 год характеризовался теплой погодой, но отличался большим количеством выпавших осадков за вегетационный период картофеля в сравнении с 2014 и 2015 годами.

Схема опыта с картофелем включала следующие варианты: 1. Без удобрений; 2. N₉₀P₆₈; 3. N₉₀P₆₈K₁₃₅ – Фон 1; 4. N₉₀P₆₈K₁₃₅ (АФК – хлорсодержащее); 5. ОМУ – бесхлорное + N₃₉K₅₈ (по НРК экв. вар. 3); 6. N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ – Фон 2; 7. Фон 2 + МикроСтим В, Су; 8. Фон 2 + Нутривант плюс; 9. Фон 2 + Экосил; 10. N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ + Нутривант плюс; 11. Фон 1 + Навоз 40 т/га.

В исследованиях применялись удобрения: карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O). Из комплексных удобрений для основного внесения использовали азотно-фосфорно-калийное (АФК) удобрение марки N:P:K (16:12:24), а также комплексное бесхлорное органоминеральное гранулированное удобрение (ОМУ) для картофеля с содержанием макро- и микро-элементов. Органоминеральное бесхлорное гранулированное удобрение выравняли в эквивалентных дозах по НРК варианту 3, где применялись стандартные формы минеральных удобрений, путем добавления карбамида и сернокислого калия. Для некорневой подкормки использовали комплексное водорастворимое удобрение Нутривант плюс (картофельный) и жидкое комплексное удобрение МикроСтим В, Су, а также регулятор роста Экосил.

Весной согласно схеме опыта, вносили навоз КРС в дозе 40 т/га с содержанием по годам исследований N 0,48–0,52 %, P₂O₅ 0,20–0,22 %, K₂O 0,55–0,59 %.

В течение вегетации проводили фенологические, биометрические наблюдения и учеты.

Экономическая оценка применения удобрений и регуляторов роста проводилась на основе соизмерения таких показателей, как прибыль, себестоимость получаемой продукции, рентабельность производства.

Для оценки системы удобрения используют показатель экономической эффективности применения удобрений. Об экономической эффективности системы удобрения судят на основании чистого дохода (прибыли) и рентабельности применения удобрений. «Показатель рентабельности характеризует возможность осуществления нового цикла производства за счет вырученных средств от реализации продукции и является интегральным в оценке экономической эффективности», – подчеркивает Н. А. Дуктова [8].

Расчет производственных затрат по возделыванию картофеля производился с учетом затрат на оплату труда, семена, ГСМ, электроэнергию и других статей затрат, включаемых в себестоимость продукции растениеводства. Расчеты произведены исходя из среднего значения показателя урожайности картофеля за 2014–2016 гг. согласно ценам 2016 г.

Производственные затраты по вариантам опытов с применением удобрений и регуляторов роста у сорта Вектар колебались в пределах 2321,84–3924,92 USD/га.

Экономическая эффективность среднепозднего картофеля сорта Вектар при различных системах удобрения (среднее за 2014–2016 гг.)

Вариант опыта	Показатели					
	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, USD/га	Производственные затраты, USD/га	Себестоимость, USD/т	Прибыль, USD/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	21,6	2635,20	2118,46	98,08	516,74	24,39
2. N ₉₀ P ₆₈	27,1	3306,20	2321,84	85,68	984,36	42,40
3. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ – Фон 1	32,6	3977,20	2436,58	74,74	1540,62	63,23
4. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК – хлорсодержащее)	38,9	4745,80	2664,59	68,50	2081,21	78,11
5. ОМУ – бесхлорное + N ₃₉ K ₅₈ (по НРК экв. вар. 3)	39,7	4843,40	3924,92	98,86	918,48	23,40
6. N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₃₀ – Фон 2	35,6	4343,20	2498,00	70,17	1845,20	73,87
7. Фон 2 + МикроСтим В, Су	39,6	4831,20	2579,62	65,14	2251,58	87,28
8. Фон 2 + Нутривант плюс	39,9	4867,80	2665,15	66,80	2202,65	82,65
9. Фон 2 + Экосил	39,0	4758,00	2610,33	66,93	2147,67	82,28
10. N ₁₃₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Нутривант плюс	41,8	5099,60	2722,15	65,12	2377,45	87,34
11. Фон 1 + Навоз 40 т/га	40,4	4928,80	2697,62	66,77	2231,18	82,71

В варианте с применением азотных и фосфорных удобрений (N₉₀P₆₈) в среднем за 2014–2016 гг. исследований при урожайности картофеля (27,1 т/га), была получена прибыль (984,36 USD/га) и рентабельность (42,40 %). В этом варианте производственные затраты составили (2321,84 USD/га). Вне-

сение калийных удобрений (K_{135}) в форме хлористого калия на фоне $N_{90}P_{68}$ повышало прибыль на 556,26 USD/га и рентабельность на 20,83 %, соответственно (таблица).

Более высокая стоимость комплексного ОМУ бесхлорного, чем хлорсодержащего АФК удобрения, увеличивало затраты на применение удобрений и показатели экономической эффективности при использовании этого удобрения по сравнению с внесением стандартных удобрений в эквивалентных дозах были ниже. Применение бесхлорного органоминерального гранулированного удобрения (ОМУ) обеспечивало прибыль (918,48 USD/га) с рентабельностью (23,40 %).

Внесение до посадки хлорсодержащего АФК удобрения повышало прибыль на 540,59 USD/га и рентабельность на 14,88 % по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений. А в сравнении его с применением ОМУ бесхлорного снижало производственные затраты на 1260,33 USD/га и увеличивало прибыль и рентабельность на 1162,52 USD/га и 54,71 %, соответственно.

Обработка растений картофеля комплексным удобрением Нутривант плюс и регулятором роста Экосил на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ повышали прибыль на (357,45 и 302,47 USD/га), а рентабельность при этом составила (82,65 и 82,28 %), соответственно.

Максимальная урожайность клубней (41,8 т/га), прибыль 2377,45 USD/га и рентабельность 87,34 % в среднем за три года исследований (2014–2016 гг.) у сорта Вектар были получены при применении Нутриванта плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$.

При использовании некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ рентабельность также была высокой и составила 87,28 %, при урожайности клубней картофеля в этом варианте (39,6 т/га).

Заключение

Более высокая стоимость комплексного ОМУ бесхлорного, чем хлорсодержащего АФК удобрения, увеличивало затраты на применение удобрений и показатели экономической эффективности при использовании этого удобрения по сравнению с внесением стандартных удобрений в эквивалентных дозах были ниже. Внесение до посадки хлорсодержащего АФК удобрения повышало прибыль на 540,59 USD/га и рентабельность на 14,88 % по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений.

Максимальная урожайность клубней (41,8 т/га), прибыль 2377,45 USD/га и рентабельность 87,34 % в среднем за три года исследований (2014–2016 гг.) у сорта Вектар были получены при применении Нутриванта плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$.

При использовании некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ рентабельность также была высокой и составила 87,28 %, при урожайности клубней картофеля в этом варианте (39,6 т/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Система применения удобрений: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «агрохимия и почвоведение», «Защита растений и карантин» / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы – Гродно: ГГАУ, 2011. – 418 с.
2. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск: БелНИИПА, 2003. – 176 с.
3. Ефимов, В. П. Система удобрений / В. П. Ефимов, И. Н. Донских, В. П. Царенко; под ред. В. П. Ефимова. – Москва: Колос, 1998. – 287 с.
4. Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки / В. В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1 (42). – С. 244–249.
5. Повышение урожайности раннеспелого сорта картофеля при комплексном применении агротехнологических факторов выращивания / Ю. Р. Ильчук [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск: РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2018. – Т. 26. – С. 214–220.
6. Сорта картофеля / РУП НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству; В. Л. Маханько [и др.]; науч. ред.: С. А. Турко. – Минск, 2015. – 27 с.
7. Агроклиматический справочник по Могилевской области. – Минск, 1966. – 112 с.
8. Хозяйственная и экономическая эффективность возделывания новых и районированных сортов яровой твердой пшеницы / Н. А. Дуктова [и др.] // Вестник БГСХА. – 2019. – №3. – С. 114–118.