

usloviyakh Krasnoyarskoy lesostepi // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – Т. 30. No. 6. – S. 32-35.

7. Shevchenko S.N., Bisharev A.A. Rezultaty selektsii yarovogo yachmenya v Samarskom NIISKh // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. – 2015. – No. 2 (4). – S. 667-670.

8. Abramova M.V., Sereda G.A., Porkhun R.S., Krotova L.A. Iskhodnyy material dlya selektsii yarovogo yachmenya v usloviyakh Tsentralnogo Kazakhstana // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 11 (145). – S. 5-10.

9. Mergalimov D.B., Bekenova L.V., Shamanin V.P. Rezultaty izucheniya sortov i liniy yarovogo yachmenya v usloviyakh severo-vostoka Kazakhstana // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 7 (129). – S. 36-40.

10. Yusova O.A., Nikolaev P.P. Otsenka novykh perspektivnykh istochnikov povyshennykh

produktivnosti i kachestva zerna yachmenya v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 12. – S. 26-28.

11. Tokhetova L.A., Shermagambetov K., Tautenov I.A. i dr. Iskhodnyy material dlya selektsii yachmenya kormovogo napravleniya: istochniki i donory vysokogo soderzhaniya belka // Issledovaniya, rezultaty. – Almaty. – 2016. – No. 3 (71). – S. 225-231.

12. Rsaliev A.S., Amirkhanova N.T. Vyyavlenie istochnikov ustoychivosti yachmenya k setchatoy pyatnistosti i muchnistoy rose // Izdenister, nətizheler – Issledovaniya, rezultaty. – 2016. – No. 3 (71). – S. 244-250.

Данное исследование финансировано Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант № BR05236500).



УДК 631.811:635.21:631.559(574)

Ю.И. Ермохин, С.К. Абеуов, О.Д. Шойкин
Yu.I. Yermokhin, S.K. Abeuov, O.D. Shoykin

**ОЦЕНКА ДОЛИ УЧАСТИЯ КАЖДОГО ЭЛЕМЕНТА ПИТАНИЯ
В СОЗДАНИИ ПРИБАВКИ УРОЖАЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ОТ NPK
В УСЛОВИЯХ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**THE EVALUATION OF EACH NUTRIENT CONTRIBUTION TO THE FORMATION
OF POTATO TUBER YIELD GAIN CAUSED BY NPK
UNDER THE CONDITIONS OF THE PAVLODAR REGION**

Ключевые слова: картофель, минеральное питание, азот, фосфор, калий, доля участия, прибавка, эффективность, расчет, урожайность.

Методология расчета для первых пяти вариантов в парных и тройных сочетаниях, предложенная Н.Д. Спиваковским (1973), Ю.И. Ермохиным (2004), позволяет оценить доленое участие каждого питательного элемента в формировании прибавки урожая изучаемой культуры. Сравнительная характеристика прибавок

урожая от парных (NP, NK, PK) и тройных (NPK) вариантов расчетными методами раскрывает не только количественную характеристику питательных веществ, но и позволяет по-другому взглянуть на проблему взаимодействия удобрений. Расчетными методами установлено, что за 3 года исследований урожайность картофеля увеличивается от применяемых удобрений на 10,6%. В среднем за годы исследований (2015-2017 гг.) в условиях Павлодарской области максимальный прирост урожая обеспечили фосфорные удобрения на

фоне NK (9,1%), на втором месте оказались азотные удобрения с приростом 5,7% на фоне PK. Незначительный прирост вне зависимости от фона наблюдался по калийным удобрениям (3,7%). Расчет суммы эффектов от удобрительных смесей позволил сопоставить вклад каждого элемента питания в формировании урожайности картофеля.

Keywords: *potato, mineral nutrition, nitrogen, phosphorus, potassium, contribution, yield gain, efficiency, calculation, yielding capacity.*

The calculation methodology for the first five variants in paired and triple combinations proposed by N.D. Spivakovsky (1973), Yu. Yermokhin (2004) makes it possible to evaluate the contribution of each nutrient in the formation of yield gain of the studied crop. The comparative charac-

teristics of yield gains from paired (NP, NK, PK) and triple (NPK) variants by calculation methods reveal not only the quantitative characteristics of nutrients but also enable to consider differently the problem of fertilizer interaction. During the three years of the research, the yield of potatoes has been increasing from the applied fertilizers by 10.6%. On average, over the years of the research (2015-2017) under the conditions of the Pavlodar Region, the maximum yield gain was provided by phosphorus fertilizers against the background of NK (9.1%); nitrogen fertilizers were in the second place with the gain of 5.7% against the background of PK. An insignificant gain, regardless of the background, was observed for potassium fertilizers (3.7%). The calculation of the accumulated effects of fertilizer mixtures made it possible to compare the contribution of each nutrient to the formation of potato yield.

Ермохин Юрий Иванович, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина г. Омск, Российская Федерация, e-mail: yui.ermokhin@omgau.org.

Абеуов Серик Кайкенович, к.с.-х.н., зав. кафедрой агротехнологии, Торайгыров Университет, Республика Казахстан, г. Павлодар, e-mail: abeuov.s@mail.ru.

Шойкин Олжас Даулетжанович, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г. Омск, Российская Федерация, e-mail: od.shoykin@omgau.org.

Yermokhin Yuriy Ivanovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation, e-mail: yui.ermokhin@omgau.org.

Abeuov Serik Kaykenovich, Cand. Agr. Sci., Head, Agro-Technology Chair, Toraighyrov University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan, e-mail: abeuov.s@mail.ru.

Shoykin Olzhas Dauletzhanovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation, e-mail: od.shoykin@omgau.org.

Введение

Показатели производства и применения минеральных удобрений в Казахстане и странах государств (СНГ) выглядят на фоне снижения химизации в целом несколько парадоксально. Главной неоспоримой задачей агрохимии является установление потребности сельскохозяйственных растений в питательных элементах, точнее, в удобрениях в каждом отдельном случае, в целях обеспечения планируемого валового производства продукции растениеводства, снижения плодородия и деградации почв. Вследствие недостатка питательных элементов необходимо следовать по пути интенсификации технологии возделывания сельскохозяйственных культур, который не представляется возможным без использования удобрений.

При использовании пашни в условиях ограниченного внесения удобрений, несоблюдения севооборотов, нарушения принятой зональной агротехники создается отрицательный баланс питательных элементов, который нужно воспол-

нить расчетной нормой удобрений исходя из наличия запасов подвижных соединений в почве [1-3].

В системе применения удобрений необходимо учесть действие одних элементов на поступление других, или может произойти обратная картина, что приведет к дисбалансу элементов питания в почве. Важность поддержания оптимального состава питательных веществ в почве является значимым звеном применения того или иного удобрения в определенных соотношениях.

Обладая системой критериев диагностики питания растений, можно контролировать обеспеченность минеральным питанием, судить о степени плодородия почвы, о качестве приемов внесения и эффективности удобрений. Подбор оптимального соотношения удобрений позволяет положительно влиять на питательный режим почвы, остаточное количество элементов в пожнивных и корневых остатках, использующихся

повторно в силу биохимических процессов, происходящих в почве.

Таким образом, восполняются вынос питательных элементов с продукцией и побочные потери из почвы (процессы выщелачивания, миграция питательных веществ в нижние слои почвы, эрозийные процессы, улетучивание в атмосферу и т.п.), следовательно, регулируется почвенное плодородие.

Для определения доз минеральных удобрений в расчете на запланированный урожай количество условно-доступных питательных веществ должно исходить из количественного выноса элементов питания на единицу продукции. Поэтому использование упрощенного расчетного метода оценки доли элемента в создании прибавки урожая имеет большое производственное значение [4-8].

Цель работы – расчет критерия оценки эффективности элементов питания под картофель на основе изучения экспериментальных доз удобрений.

Объекты и методы

Почвы опытного участка ТОО «Уштерек и К» малогумусные каштановые, с легким механическим составом, мощность гумусового горизонта 20-22 см на период закладки опыта в 2015-2017 гг. Повторность в опытах четырехкратная в рендомизированном порядке. Размер делянок в зависимости от схемы опыта составил 48 м². Почвы опытных участков малогумусированные (1,7-1,9%) с содержанием нитратного азота 13,2 мг/кг, низкой обеспеченностью подвижного фосфора 28,4 мг/кг и высоким обменным калием 424 мг /кг. Эксперимент проводился на картофеле сорта зарубежной селекции ГАЛА.

Потребность картофеля в элементах питания – по диагностической пятивариантной схеме (1. Контроль. 2. NP. 3. NK. 4. PK. 5. NPK). Доза внесенного каждого элемента питания в полевых опытах была по 45 кг/га д.в. В этих дозах отражена способность путем математических расчетов оценить долю участия азота, фосфора и калия в создании прибавки урожайности.

Экспериментальная часть

В многолетнем опыте с картофелем изучалось действие азота, фосфора и калия, внесенного по 45 кг д.в/га в парных и тройных сочетаниях по прибавкам урожая (табл.). С помощью расчетных методов оценки долевого участия каждого элемента питания произошло значительное уточнение вклада азотно-фосфорно-калийного удобрения по фонам PK, NP, NK и тройного сочетания NPK по максимальным прибавкам клубней картофеля [4-14].

Таблица

Урожайность клубней картофеля на вариантах без удобрений и от их использования в различных комбинациях (средние данные за 2015-2017 гг.)

Вариант опыта	Урожайность на контроле и прибавки по вариантам, т/га
Без удобрений	30,3
P ₄₅ K ₄₅	31,7
N ₄₅ P ₄₅	32,3
N ₄₅ K ₄₅	30,7
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	33,5

Нами установлена схема эффективности элементов питания на различных фонах под картофель.

Расчет 1:

$$N(\text{на фоне PK}) = NPK - PK = 33,5 - 31,7 = 1,8 \text{ т/га}$$

$$P(\text{на фоне NK}) = NPK - NK = 33,5 - 30,7 = 2,8 \text{ т/га}$$

$$K(\text{на фоне NP}) = NPK - NP = 33,5 - 32,3 = 1,2 \text{ т/га}$$

$$\text{Сумма} = 5,8 \text{ т/га}$$

Оценить участие каждого элемента питания или его вклад в создании урожайности является приемлемым с помощью экспериментальных математических расчетов. Данный способ оценки азотно-фосфорно-калийных удобрений широко используется в агрохимии, представляющий собой довольно простой и объемлемый метод.

Из расчетов показателей становится ясным, что урожайность (33,5 т/га) от совместного внесения NPK в дозах 45 кг д.в/га не совпадает с суммой вычислений прибавки (расчет 1) вклада каждого элемента питания. В целом доля каждого питательного элемента проявилась в разной степени с суммарным показателем урожайности 5,8 т/га с прибавкой по отношению к варианту N₄₅P₄₅K₄₅, где разница составила 2,6 т/га. Данные расчетов свидетельствуют, что на урожайность оказывает влияние не только количественная сторона элементов питания в почве, но и качественная – ионное равновесие [4, 9, 14, 15].

За трехлетний период изучения действия удобрений опытного поля в урожайности произошло значительное изменение. Так, фосфор на фоне NK обеспечил наибольшую прибавку – в среднем на 9,1%. Увеличил урожайность, соответственно, и азот, где прибавка составила 5,7% на фоне PK. Ниже всего эффективность проявили калийные удобрения (3,7%) независимо от фона N₄₅P₄₅ (рис. 1).

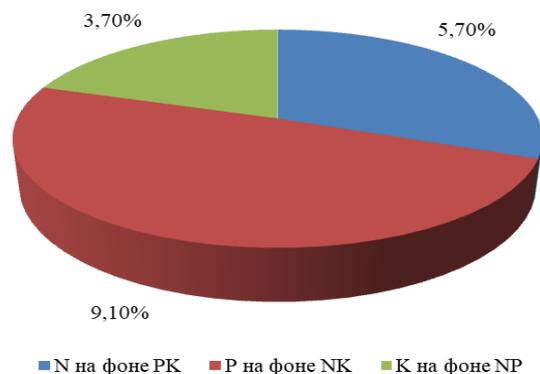


Рис. 1. Долевое участие каждого элемента питания в форме гистограммы в создании прибавки урожая, %

Ясно, что внесением удобрений можно, в известной мере, сгладить различные условия питания по разным предшественникам и получать высокий и устойчивый урожай клубней при сбалансированном содержании питательных элементов в почве, выражающееся равенством:

$$P_2O_5 \text{ мг/100 г} \approx 10 \cdot N-NO_3 \approx K_2O \text{ мг/100 г. (1)}$$

Из данного равенства следует, что на почвах баланс питания сельскохозяйственных культур

можно получить за счет определенного соотношения элементов питания при условии, если на одну часть нитратного азота приходится 10 частей фосфора и калия [3, 9, 14, 16].

Сложная ситуация оценки действия удобрений как по отдельности, так и совместно наталкивает на создание новой обстановки взаимодействия удобрений в целом. Трудно согласиться с данными математических расчетов NPK-PK действие азота → NPK-NK фосфора → NPK-NP калия, что прибавка урожайности принадлежит только отдельному элементу питания. Добавление азотного удобрения к фону PK или фосфорного к NK изменяет эффективность фона удобрений, а разница между NPK и фоном удобрения принадлежит не только отдельному элементу, но и PK, NK и NP [3, 4, 15].

Полевыми опытами с удобрениями разработаны некоторые аспекты взаимодействия между азотом, фосфором и калием как источниками питания, позволяющие учитывать вклад в урожайность того или иного элемента при парных и тройных сочетаниях [9, 14, 15].

Проведя необходимые расчеты, получим, что прибавка, равная 10,2%, получена за счет тройного использования минеральных удобрений в опыте с картофелем. Наибольшую прибавку показал фосфор на фоне азота-калия, азота и калия в отдельных сочетаниях (9,1%). Несколько ниже эффективность проявил азот с прибавкой 5,7%. На последнем месте оказался калий с прибавкой 3,7% в независимости от фона NP. Проведенная характеристика действия каждого элемента в формировании прибавки урожая позволяет рассчитать среднюю эффективность по отдельности азотного удобрения на фоне P и K, фосфорного на фоне N и K и калийного на фоне N и P (расчет 2).

Эффективное действие удобрений в наших опытах позволяет, в зависимости от соотношения минеральных доз, получить увеличение урожая картофеля на 10,2%. В основу расчета прибавки урожая положено среднее влияние на урожайность как отдельных пар удобрений, так и совокупного сочетания, оценивая условия пи-

тания с помощью удобрений и производимых расчетов среднего влияния N на фоне P и K, эффективности P на фоне N и K, а также K на фоне N и P по отдельности (расчет 2).

Расчет 2:

$$\begin{aligned}
 N_{P,K} &= \frac{1}{2}(NP + NK - PK) = \\
 &= \frac{1}{2}(2,0 + 0,4 - 1,4) = \frac{1,0}{2} = 0,5 \text{ м/га} \\
 P_{N,K} &= \frac{1}{2}(NP + PK - NK) = \\
 &= \frac{1}{2}(2,0 + 1,4 - 0,4) = \frac{3,0}{2} = 1,5 \text{ м/га} \\
 K_{N,P} &= \frac{1}{2}(NK + PK - NP) = \\
 &= \frac{1}{2}(0,4 + 1,4 - 2,0) = \frac{-0,2}{2} = -0,1 \text{ м/га} \\
 \hline
 &\text{Сумма} = 1,9 \text{ т/га}
 \end{aligned}$$

Во всех вариантах опыта расчеты показали среднюю величину прибавки урожая клубней картофеля от применяемых удобрений. Следует от полученной суммы средней прибавки по азоту (NP+NK), фосфору (NP+PK), калию (NK + PK) отнять в первом случае PK – 1,4, во втором и третьем – соответственно, NK – 0,4 и NP – 2,0 и полученные показатели разделить на 2.

Из расчета 3 следует, что по результатам средней эффективности NPK от фоновых вариантов наблюдались те части прибавки урожая, которые были получены от парных комбинаций.

Расчет 3:

$$\begin{aligned}
 NP &= N_{P,K} + P_{N,K} = \\
 &= 0,5 + 1,5 = 2,0 \text{ м/га} \\
 NK &= N_{P,K} + K_{N,P} = \\
 &= 0,5 + (-0,1) = 0,4 \text{ м/га} \\
 PK &= P_{N,K} + K_{N,P} = \\
 &= 1,5 + (-0,1) = 1,4 \text{ м/га} \\
 \hline
 &\text{Сумма} = 3,8 \text{ т/га}
 \end{aligned}$$

Данный метод расчета 2 вычислений суммы эффективности N от PK, P от NK, K от NP = 1,9 т/га составляет половину от суммы расчетов (3,8 т/га) в отдельных фонах, приведенной в расчете 3.

В расчете 4 представляется средняя эффективность элементов питания по фонам удобрений, где во всех трех случаях вычисляется средний эффект N, P и K на фоне парных сочетаний и отдельного элемента.

Расчет 4:

$$\begin{aligned}
 N_{PK,P,K} &= \frac{1}{3}(NPK + NP + NK - 2PK) = \\
 &= \frac{1}{3}(3,2 + 2,0 + 0,4 - 2 \cdot 1,4) = 0,93 \text{ м/га} \\
 P_{NK,N,K} &= \frac{1}{3}(NPK + NP + PK - 2NK) = \\
 &= \frac{1}{3}(3,2 + 2,0 + 1,4 - 2 \cdot 0,4) = 1,93 \text{ м/га} \\
 K_{NP,N,P} &= \frac{1}{3}(NPK + NK + PK - 2NP) = \\
 &= \frac{1}{3}(3,2 + 0,4 + 1,4 - 2 \cdot 2,0) = 0,33 \text{ м/га} \\
 \hline
 &\text{Сумма} = 3,2 \text{ т/га}
 \end{aligned}$$

Расчет средних прибавок урожая по азоту, фосфору и калию дал 3,2 т/га эффективности составных частей расчета от используемых удобрений, т.е. показатели получаются одинаковыми в сумме.

Сложив количество среднего эффекта азота, фосфора и калия на различных фонах, можно расчленив величину суммы прибавки 3,2 т/га урожая клубней картофеля от NPK на отдельные показатели:

$$\begin{aligned}
 \text{Прибавка от N} &= \frac{0,93 \cdot 100}{30,3} = 3,1\% \\
 \text{Прибавка от P} &= \frac{1,93 \cdot 100}{30,3} = 6,4\% \\
 \text{Прибавка от K} &= \frac{0,33 \cdot 100}{30,3} = 1,1\% \\
 \hline
 &\text{Сумма} = 10,6\%
 \end{aligned}$$

Используя данные показателей, можно оценить урожай по участию элементов питания (N, P, K) в его создании в сумме на 10,6% (рис. 2). При оценке фосфора эффект от его внесения на максимальном уровне (6,4%). Несколько ниже прибавки урожая клубней картофеля отмечены от азотного удобрения с прибавкой 3,1%. Калий способствовал незначительному повышению урожайности (1,1%) независимо от азотно-фосфорных фонов.

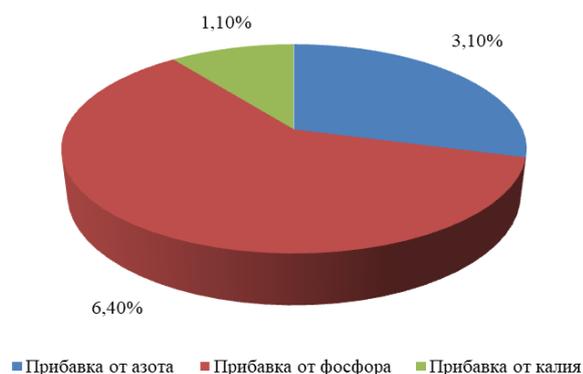


Рис. 2. Прибавки урожая клубней картофеля от основных питательных веществ, %

Так, в полевых опытах с картофелем наибольшая прибавка была получена в лучшем варианте (3,2 т/га) в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ по отношению к контрольному варианту (табл.). Сопоставляя данные расчетов 1 эффективности удобрений на фоне парных комбинаций, отдельных элементов N_{PK} , P_{NK} и K_{NP} (расчет 2), показателей средней эффективности на различных фонах, прослеживается наличие устойчивой связи между этими величинами, имеющими общую величину прибавки урожая, равную 3,2 т/га.

$$\begin{aligned}
 N_{P,K} + P_{N,K} + K_{N,P} &= \\
 &= 1,8 + 1,5 + (-0,1) = 3,2 \text{ т/га} \\
 P_{N,K} + N_{P,K} + K_{N,P} &= \\
 &= 2,8 + 0,5 + (-0,1) = 3,2 \text{ т/га} \\
 K_{N,P} + N_{P,K} + P_{N,K} &= \\
 &= 1,2 + 0,5 + 1,5 = 3,2 \text{ т/га}
 \end{aligned}$$

Таким образом, фосфорные удобрения, внесенные под картофель, влияют наиболее положительно на урожайность клубней картофеля (9,1%). Не менее интересными, но несколько ниже оказались прибавки от азотных удобрений на фоне РК в процентном отношении 5,7. Внесение калийных удобрений приводит к снижению урожайности, на что указывает низкая прибавка (3,7%) независимо от фонов.

Правильность расчетов 2 суммы прибавок 1,9 т/га от N (-NK) + P (-NK) и K (-NP) составит прибавку урожая ровно в половину эффектов, полученных от парных комбинаций $2,0 + 0,4 + 1,4 = 3,8$ т/га (расчет 3). Сумма эф-

фекта от тройного сочетания азотно-фосфорно-калийного удобрений составила 3,2 т/га прибавки урожая по сравнению с контролем.

Следовательно, высокая сходимость результатов оценки каждого элемента питания в создании прибавки урожая свидетельствует об их равноценности. Пятерная схема изучения полевых опытов с удобрениями позволяет изучить эффективность удобрений по отдельности на различных фонах, характеристику количественной стороны питания растений и проблематику взаимодействия удобрений, раскрывающую необходимость качественной стороны питания.

Библиографический список

- Бурлакова, Л. М. Оптимизация минерального питания сахарной свеклы в условиях умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края / Л. М. Бурлакова, А. Б. Совриков. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 5 (67). – С. 5-10.
- Антонова, О. И. Эффективность разных способов применения биопрепаратов Теллура Био, Новосила и Лариксина при возделывании картофеля / О. И. Антонова, Е. М. Комякова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 8 (154). – С. 48-53.
- Ермохин, Ю. И. Почвенно-растительная оперативная диагностика «ПРОД-ОмСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография / Ю. И. Ермохин. – Омск: ОмГАУ, 1995. – 208 с. – Текст: непосредственный.
- Ермохин, Ю. И. Научные принципы и перспективы исследований диагностики питания растений и оптимизация применения удобрений / Ю. И. Ермохин. – Текст: непосредственный // О развитии и совершенствовании методологии фундаментальных и приоритетных прикладных агрохимических исследований: материалы научно-методической конференции (16-17 марта 2004 г.). – Москва: Всерос. науч.-исслед. ин-т им. Д. Н. Прянишникова, 2005. – С. 47-61.

5. Kuisma, P. (2002). Efficiency of split nitrogen fertilization with adjusted irrigation on potato. *Agricultural and Food Science*. 11 (1): 59-74. <https://doi.org/10.23986/afsci.5713>.

6. Lin S., Sattelmacher, B., Kutzmutz, E., et al. (2004). Influence of Nitrogen Nutrition on Tuber Quality of Potato with Special Reference to the Pathway of Nitrate Transport into Tubers. *Journal of Plant Nutrition*. 27 (2): 341-350. DOI: 10.1081/PLN-120027658.

7. Sebnie, W. (2019). Effects of nitrogen and phosphorus on potatoes production in Ethiopia: a review. *Cogent Food & Agriculture*. 5. DOI: 10.1080/23311932.2019.1572985.

8. Duguma, H., Aga, M. (2019). Role of Nitrogen on Potato Production: A Review. *Journal of Plant Sciences*. 7 (2): 36-42. DOI: 10.11648/j.jps.20190702.11.

9. Ермохин, Ю. И. Оценка доли участия каждого элемента питания в создании прибавки урожая от NPK / Ю. И. Ермохин. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2004. – № 3. – С. 37-38.

10. Соколов, А. В. Роль методов растительной диагностики в решении агрохимических проблем / А. В. Соколов. – Текст: непосредственный // Диагностика потребности растений в удобрениях. – Москва, 1970. – С. 8-10.

11. Магницкий, К. П. Диагностика потребности растений в удобрениях / К. П. Магницкий. – Москва: Моск. рабочий, 1972. – 271 с. – Текст: непосредственный.

12. Спиваковский, Н. Д. Анализ результатов полевого опыта с удобрениями / Н. Д. Спиваковский. – Текст: непосредственный // Химия в сельском хозяйстве. – 1973. – № 5. – С. 31-32.

13. Афендулов, К. П. Удобрения под планируемый урожай / К. П. Афендулов, А. И. Лантухова. – Москва: Колос, 1973. – 240 с. – Текст: непосредственный.

14. Шубин, О. А. Оценка доли участия элементов минерального питания в создании прибавки урожая озимой пшеницы от NPK в условиях лесостепи Западной Сибири / О. А. Шубин,

Ю. И. Ермохин. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2007. – № 1. – С. 56-57.

15. Ермохин, Ю. И. Оценка доли участия элементов питания (N, P, K) в создании прибавки урожая кориандра / Ю. И. Ермохин, В. М. Красницкий, Д. Н. Петров. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2008. – № 4 (43). – С. 16-17.

16. Диагностика потребности культуры картофеля в элементах питания в зависимости от выноса на каштановых почвах / С. К. Абеуов, В. А. Камкин, Б. А. Шалабаев, О. Д. Шойкин. – Текст: непосредственный // Достижения молодых ученых в развитии сельскохозяйственной науки и АПК: материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых / ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солонное Займище, 2019. – С. 174-183.

References

1. Burlakova, L.M. Optimizatsiya mineralnogo pitaniya sakharnoy svekly v usloviyakh umerenno zasushlivoy i kolochnoy stepi Altayskogo kraya / L.M. Burlakova, A.B. Sovrikov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – No. 5 (67). – S. 5-10.

2. Antonova, O.I. Effektivnost raznykh sposobov primeneniya biopreparatov Tellura Bio, Novosila i Lariksina pri vozdeleyanii kartofelya / O.I. Antonova, E.M. Komyakova // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 8 (154). – S. 48-53.

3. Ermokhin, Yu.I. Pochvenno-rastitelnaya operativnaya diagnostika «PROD-OmSKhI» mineralnogo pitaniya, effektivnosti udobreniy, velichiny i kachestva urozhaya selskokhozyaystvennykh kultur: monografiya / Yu.I. Ermokhin. – Omsk: OmGAU, 1995. – 208 s.

4. Ermokhin, Yu.I. Nauchnye printsipy i perspektivy issledovaniy diagnostiki pitaniya rasteniy i optimizatsiya primeneniya udobreniy / Yu.I. Ermokhin // O razvitii i sovershenstvovanii metodologii fundamentalnykh i prioretnykh prikladnykh agrokhimicheskikh issledovaniy: materialy nauchno-

metodicheskoy konferentsii (16-17 marta 2004 g.) – Moskva: Vseros. nauch.-issled. in-t im. D.N. Pryanishnikova, 2005. – S. 47-61.

5. Kuisma, P. (2002). Efficiency of split nitrogen fertilization with adjusted irrigation on potato. *Agricultural and Food Science*. 11 (1): 59-74. <https://doi.org/10.23986/afsci.5713>.

6. Lin S., Sattelmacher, B., Kutzmutz, E., et al. (2004). Influence of Nitrogen Nutrition on Tuber Quality of Potato with Special Reference to the Pathway of Nitrate Transport into Tubers. *Journal of Plant Nutrition*. 27 (2): 341-350. DOI: 10.1081/PLN-120027658.

7. Sebnie, W. (2019). Effects of nitrogen and phosphorus on potatoes production in Ethiopia: a review. *Cogent Food & Agriculture*. 5. DOI: 10.1080/23311932.2019.1572985.

8. Duguma, H., Aga, M. (2019). Role of Nitrogen on Potato Production: A Review. *Journal of Plant Sciences*. 7 (2): 36-42. DOI: 10.11648/j.jps.20190702.11.

9. Ermokhin, Yu.I. Otsenka doli uchastiya kazhdogo elementa pitaniya v sozdanii pribavki urozhaya ot NPK / Yu.I. Ermokhin // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2004. – No. 3. – S. 37-38.

10. Sokolov, A.V. Rol metodov rastitelnoy diagnostiki v reshenii agrokhimicheskikh problem / A.V. Sokolov // Diagnostika potrebnosti rasteniy v udobreniyakh. – Moskva, 1970. – S. 8-10.

11. Magnitskiy, K.P. Diagnostika potrebnosti rasteniy v udobreniyakh / K.P. Magnitskiy. – Moskva: Mosk. rabochiy, 1972. – 271 s.

12. Spivakovskiy, N.D. Analiz rezultatov polevogo opyta s udobreniyami / N.D. Spivakovskiy // Khimiya v sel. khoz-ve. – 1973. – No. 5. – S. 31-32.

13. Afendulov, K.P. Udobreniya pod planiruemyy urozhay / K.P. Afendulov, A.I. Lantukhova. – Moskva: Kolos, 1973. – 240 s.

14. Shubin, O.A. Otsenka doli uchastiya elementov mineralnogo pitaniya v sozdanii pribavki urozhaya ozimoy pshenitsy ot NPK v usloviyakh lesostepi Zapadnoy Sibiri / O.A. Shubin, Yu.I. Ermokhin // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2007. – No. 1. – S. 56-57.

15. Ermokhin, Yu.I. Otsenka doli uchastiya elementov pitaniya (N, P, K) v sozdanii pribavki urozhaya koriandra / Yu.I. Ermokhin, V.M. Krasnitskiy, D.N. Petrov // Plodorodie. – 2008. – No. 4 (43). – S. 16-17.

16. Abeuov S.K. Diagnostika potrebnosti kultury kartofelya v elementakh pitaniya v zavisimosti ot vynosy na kashtanovykh pochvakh / S.K. Abeuov, V.A. Kamkin, B.A. Shalabaev, O.D. Shoykin // Dostizheniya molodykh uchenykh v razvitii selskokhozyaystvennoy nauki i APK: materialy VIII-oy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh. – FGBNU «PAFNTs RAN». – Solenoe Zaymishche, 2019. – S. 174-183.



УДК 635.21:631.563

А.В. Иванов, Ю.Н. Федорова, Л.Н. Федорова
A.V. Ivanov, Yu.N. Fedorova, L.N. Fedorova

ОЦЕНКА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ, ПРИГОДНЫХ НА ПЕРЕРАБОТКУ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА

THE EVALUATION OF POTATO VARIETIES FOR PROCESSABILITY IN THE NORTH-WEST REGION

Ключевые слова: селекция, картофель, сорт, крахмал, витамин С, сухое вещество, клубень, урожайность, пригодность на переработку, продуктивность, товарность.

Keywords: selective breeding, potato, variety, starch, vitamin C, dry matter, tuber, yielding capacity, processability, productivity, marketability.