ОСОБЕННОСТИ БИОСИНТЕЗА СУХИХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНЫМИ СОРТАМИ КАРТОФЕЛЯ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Темерева И.В., Смирнова Т.Б.

Реферат. В статье изложен материал по изучению сортовой специфики растений картофеля (Алая Заря, Свитанок, Кормилец, Зекура и Розара) при синтезе сухих веществ на лугово-черноземной почве Омского Прииртышья в условиях естественного плодородия и использования оптимальных доз удобрений ($N_{45}P_{90}$). Полевые опыты проводили в 2008–2010 гг. на опытном поле Омского ГАУ. Опыты – двухфакторные. Повторность – трехкратная. Схема посадки картофеля 70×30 см клубнями весом 80 – 100 г. Размер опытной делянки – $9,6 \text{ м}^2$, опытного участка – 510 м^2 . Сравнительную крахмалистость картофеля экспериментальных сортов отражает ряд: Свитанок (20,3%) > Алая Заря (19,4%) >> Кормилец (16,7%) > Зекура (15,9%) > Розара (15,6%). Интенсивное накопление сухого вещества происходило в клубнях сорта Свитанок как в условиях естественного плодородия, так и на удобренном фоне. Повышение сухих веществ на 2,4– 5,4 % от их исходного содержания в клубнях за счет применения удобрений ($N_{45}P_{90}$) установлена для сортов Алая Заря, Свитанок и Розара. Таким образом, правильный выбор сорта и использование удобрений позволяют получить урожай картофеля с ожидаемыми качественными показателями по сухому веществу и крахмалу.

Ключевые слова: почва, сорт, картофель, удобрения, сухое вещество, крахмал.

Введение. Картофель – ценная продовольственная культура, имеющая большое народно-хозяйственное значение [1]. Содержание сухих веществ и их основного компонента – крахмала в клубнях картофеля, имеет решающее значение для картофелеперерабатывающей промышленности. Крахмал составляет приблизительно 80 % сухого вещества, общее количество которого зависит от сорта картофеля, климатических и почвенных условий его возделывания, агротехники и условий хранения. Крахмал – сложный углевод растительного происхождения, состоящий из двух видов полимерных молекул (амилоза и амилопектин). Их молекулярный состав и строение регулируются генами биосинтеза крахмала через соответствующие белки. Сочетание определенных вариантов таких генов обуславливает сортовую специфику растений картофеля по структуре крахмала в них.

По современным представлениям, сорт и условия его минерального питания относятся к ведущим слагаемым увеличения производства сельскохозяйственной продукции [2,3,4,5,6 и др.]. Ввиду этого, большой интерес представляет изучение в конкретных почвенно-климатических условиях влияния удобрений и сорта на физиологические

процессы, протекающие в растениях в том числе и картофеля [7].

Цель исследований: изучение сортовой специфики растений картофеля при синтезе сухих веществ в условиях естественного плодородия и применения минеральных удобрений на лугово-черноземной почве Омского Прииртышья.

Задачи:

- анализ эффективности биосинтеза сухих веществ различными сортами картофеля в условиях полевого опыта;

- оценка влияния минеральных удобрений на содержание абсолютно сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля в зависимости от их сортовой принадлежности.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проводили на опытном поле Омского государственного аграрного университета в течение 2008–2010 гг. Полевой опыт заложен на лугово-черноземной маломощной малогумусовой тяжелосуглинистой почве.

Содержание элементов питания перед посадкой картофеля представлено в табл. 1.

В схему опыта включены два фактора: сорт (пять сортов) и удобрения: 1) контроль – без применения удобрений; 2) внесение удобрений в дозе $N_{45}P_{90}$ кг д.в./га. Повторность трехкратная. Схема посадки

Таблица 1 – Содержание элементов питания в почве (слой 0–30 см) до посадки картофеля, мг/кг почвы (в среднем три года исследований)

Элемент	Содержание	
	фактическое	Оптимальное (по Ермохину Ю.И.)
N-NO ₃	8,6	32
P (P ₂ O ₅)	105	69 и более
K (K ₂ O)	119	84 и более

картофеля 70 x 30 см клубнями весом 80–100 г. Размер опытной делянки – 9,6 м², опытного участка – 510 м².

Изучали пять сортов картофеля из них четыре сорта среднераннего срока созревания Алая Заря (Северо-Западный НПЦСХ РК и СибНИИСХ), Кормилец (СибНИИСХ совместно с СибНИИСХиТ), Свитанок Киевский (Украинский НИИ картофельного хозяйства) и Зекура (Германия); один сорт раннеспелый – Розара (Германия). Минеральные удобрения в виде карбамида (N – 46,2%) и суперфосфата двойного гранулированного (P₂O₅ – 43,0 %) при основном внесении. N₄₅P₉₀ – оптимальная доза удобрений, рекомендованная под картофель учеными кафедры агрохимии Омского ГАУ на основании результатов многолетних исследований, рассчитанная на получение прибавки урожая в количестве 6 т/га на лугово-чернозёмной почве при недостатке азота в ней, среднем содержании подвижного фосфора и высоком – обменного калия [8,9].

Погодные условия различались по годам исследований. Высокие температуры воздуха и дефицит осадков за период вегетации культур регистрировался в 2008 и 2010 гг., очень влажный, с пониженным температурным режимом, в 2009 г. [10].

Содержание абсолютно сухого вещества в клубнях картофеля устанавливали гравиметрическим методом в ходе высушивания образцов при 105 °С [11]. Содержание крахмала (К, %) рассчитывали по формуле И. Ермохина [12]:

$K = 0,79 \cdot C - 1,19$, где C – содержание сухого вещества, %.

Анализ и обсуждение результатов. Важное значение при производстве продуктов из картофеля имеют химический состав и морфологические особенности клубней перерабатываемого сырья. Так, с повышением содержания сухих веществ и крахмала в свежем картофеле, естественно, будет увеличиваться выход продукции, что, в свою очередь, положительно скажется на технико-экономических показателях картофелеперерабатывающего производства. Изучение вопроса сортовой специфики в процессе биосинтеза сухого вещества в

Рисунок – Содержание крахмала в клубнях картофеля различных сортов в условиях

клубнях картофеля показало, что среди используемых в опытах сортов картофеля наиболее интенсивно накопление сухого вещества происходит в клубнях сорта Свитанок (табл. 2). Отмеченное явление наблюдается как в условиях естественного, так и искусственно созданного плодородия. Устойчивость результата в годы исследований свидетельствует о том, что он непосредственно связан с особенностями биохимических процессов конкретного сорта.

Наиболее урожайный сорт картофеля Алая Заря, по содержанию сухих веществ ему близок сорт Свитанок, что свидетельствует о высоком качестве товарной продукции этих сортов. Для отдельных сортов (Алая Заря, Свитанок и Розара) установлена возможность повышения сухого вещества на 2,4-5,4% от его исходного содержания в клубнях за счет использования минеральных удобрений в рекомендуемой дозе. Окупаемость 1 т удобрений в опытах прибавкой сухого вещества сортов Алая Заря, Свитанок, Розара в среднем составила 26,7%.

На долю крахмала в составе сухого вещества картофеля приходится в среднем 70% [11]. Сортовые особенности оказывают на данный показатель существенное влияние. Сравнительную крахмалистость картофеля экспериментальных сортов отражает ряд: Свитанок > Алая Заря >> Кормилец > Зекура > Розара (рисунок).

Применение минеральных удобрений N₄₅P₉₀ с целью повышения крахмалистости

Таблица 2–Урожайность картофеля и содержание абсолютно сухого вещества в клубнях в зависимости от сорта и удобрений

Сорта	Урожайность, т/га		Сухое вещество, %	
	контроль	прибавка к контролю на фоне N ₄₅ P ₉₀	контроль	прибавка к контролю на фоне N ₄₅ P ₉₀
Алая Заря	25,4	+5,4	26,0	+2,9
Свитанок	22,8	+5,2	27,2	+2,4
Кормилец	23,4	+4,2	22,6	+1,3
Зекура	21,0	+5,4	21,4	+0,6
Розара	21,1	+4,0	21,3	+5,4
НСР ₀₅ -1,6			НСР ₀₅ -1,8	

Таблица 3 – Выход крахмала картофеля различных сортов при использовании удобрений, т/га

Сорт	Контроль	Прибавка к контролю на фоне N ₄₅ P ₉₀
Алая Заря	5,0	+1,7
Свитанок	4,6	+1,6
Кормилец	3,9	+1,0
Зекура	3,3	+1,0
Розара	3,3	+1,7
НСР ₀₅		1,4

клубней было оправдано для сорта Розара ($t_p > t_t$, при $P = 0,95$). У сортов Алая Заря и Свитанок отмечена тенденция к росту содержания крахмала в клубнях при возделывании картофеля на лугово-черноземной почве в условиях искусственно созданного плодородия, что, как и в случае с сортом Розара, свидетельствует о стимуляции процессов органического синтеза углеводов в растениях картофеля при оптимизации условий его минерального питания.

Анализируя выход крахмала с 1 га без применения удобрений (табл.3), сорта Свитанок и Алая Заря можно рассматривать как наиболее целесообразные варианты сырья для производства картофельного крахмала.

Так, пользуясь данными таблицы 3, легко подсчитать, что для получения крахмала в количестве, эквивалентном сформированному сортом Алая Заря на 1 гектаре, потребуется возделывание сортов Зекура и Розара на площади 1,5 гектара. Сорта Кормилец, Зекура и Розара, характеризующиеся более низким выходом крахмала, могут быть рекомендованы к использованию в спиртовой (спирт, си-

вушные масла), пищевой промышленности (картофель сушёный, быстрозамороженный, картофельные хлопья, чипсы, картофельная крупа и др.), а также в качестве корма в животноводстве.

Использование минеральных удобрений в опыте привело к достоверному повышению выхода крахмала с 1 га в вариантах с сортами Алая Заря и Свитанок, главным образом, за счет повышения урожайности культуры. Рост анализируемого показателя у сорта Розара, согласно полученным данным, следует связывать с индивидуальной реакцией процессов биосинтеза, характерных для сорта, на внесение минеральных удобрений.

Выводы. Таким образом, проведенные исследования являются подтверждением возможности целенаправленного воздействия на процесс получения урожая картофеля с ожидаемыми качественными показателями по абсолютно сухому веществу и крахмалу за счет правильного выбора сорта и использования удобрений в дозах с доказанной эффективностью.

Литература

1. Шанина Л.И. Полевые культуры Западной Сибири : учеб. пособие / Л.И. Шанина; Ом. гос. аграр. ун-т. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2003. – 504 с.
2. Бурлака В.В. Картофелеводство Сибири и Дальнего Востока / В.В. Бурлака. – М.: Колос, 1978. – 208 с.
3. Писарев Б.А. Сортовая агротехника картофеля / Б.А. Писарев: Интенсивная технология – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 155-160.
4. Каликинский А.А. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от сорта и удобрений / А.А. Каликинский, Т.Е. Комарова // Сортовая отзывчивость сельскохозяйственных культур на удобрения: сб. науч. тр. – Горки, 1971. – С. 3-17.
5. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений / Э.Л. Климашевский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.
6. Воронкова Н.А. Биологические ресурсы и их значение в сохранении почвенного плодородия и повышении продуктивности агроценозов Западной Сибири: монография / Н.А. Воронкова; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014 – 188 с.
7. Воронкова Н.А. Качество растениеводческой продукции при длительном применении удобрений в севообороте/ Н.А. Воронкова, С.В. Куликов// Пищевая промышленность: состояние, проблемы, перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 14-15 октября 2009 г./Оренбургский гос. ун-т.- (Оренбург, 2009. – С. 319-322.
8. Ермохин Ю.И. Оптимизация минерального питания и качества урожая картофеля и овощных культур: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04. / Ю.И. Ермохин. – Омск, 1983. – 437 с.
9. Ермохин Ю.И. Сортовая агрохимия картофеля при возделывании на лугово-черноземной почве Омского Прииртышья / Ю.И. Ермохин, И.В. Темерева // Вестник Омского ГАУ. – 2016. – №3 (23). – С. 58 - 63.
10. Темерева И.В. Физиологические и агрохимические характеристики различных сортов картофеля при возделывании на лугово-черноземной почве / И.В. Темерева // Вестник Омского ГАУ. – 2016. – №2 (22). – С. 50 - 55.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Ермохин Ю.И. Почвенно-растительная оперативная диагностика «ПРОД – ОмСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур : монография / Ю.И. Ермохин ; Ом. гос. аграр. ун-т. – Омск : Изд-во ОмГАУ, 1995. – 208 с.

13. Гулюк Н.Г. Крахмал и крахмалопродукты / Н.Г. Гулюк, А.И. Жушман, Т.А. Ладур, Е.А. Штыркова. - М.: Агропромиздат, 1985. - 239 с.

Сведения об авторах:

Темерева Ирина Владимировна – старший преподаватель, e-mail: iv.temereva@omgau.org

ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск, Россия

Смирнова Татьяна Борисовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: renpriorhin@yandex.ru
СКИТУ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Омск, Россия

PECULIARITIES OF BIOSYNTHESIS OF DRY SUBSTANCES BY VARIOUS POTATO VARIETIES ON MEADOW AND BLACK SOIL OF OMSK PRIIRTYSHIE

Temereva I.V., Smirnova T.B.

Abstract. The article presents the material on the study of the varietal specificity of potato plants (Alaya Zarya, Svitank, Kormilets, Zekura and Rosara) in the synthesis of dry substances on meadow chernozem soil of Omsk Priirtyshie under conditions of natural fertility and the use of optimal fertilizer doses ($N_{45}P_{90}$). Field experiments were conducted in 2008-2010 on the experimental field of Omsk State University. Experiments are of two-factor. Repeatability is threefold. The scheme for planting potatoes 70×30 cm with tubers weighing 80-100 g. The size of the pilot plot is 9.6 m^2 , the pilot plot is 510 m^2 . Comparative starch content of potato of experimental varieties reflects a number: Svitank (20.3%) > Alaya Zarya (19.4%) >> Kormilets (16.7%) > Zekura (15.9%) > Rosara (15.6%). Intensive accumulation of dry matter occurred in the tubers of the Svitank variety both in conditions of natural fertility and on a fertilized background. The increase in dry substances by 2.4-5.4% of their initial content in tubers due to the application of fertilizers ($N_{45}P_{90}$) is established for the varieties of Alaya Zarya, Svitank and Rosara. Thus, the correct selection of varieties and the use of fertilizers make it possible to obtain a potato crop with the expected quality indices for dry matter and starch.

Key words: soil, variety, potatoes, fertilizers, dry matter, starch.

References

1. Shanina L.I. *Polevye kultury Zapadnoy Sibiri: ucheb. posobie*. [Field cultures of Western Siberia: manual]. / L.I. Shanina; Om. gos. agrar. un-t. – Omsk: Izd-vo OmGAU, 2003. – P. 504.
2. Burlaka V.V. *Kartofelevodstvo Sibiri i Dalnego Vostoka*. [Potato growing in Siberia and the Far East]. / V.V. Burlaka. – M.: Kolos, 1978. – P. 208.
3. Pisarev B.A. *Sortovaya agrotehnika kartofelya*. [Varietal agricultural technology of potatoes]. / B.A. Pisarev: Intensivnaya tekhnologiya – M.: Agropromizdat, 1990. – P. 155-160.
4. Kalinkinskiy A.A. *Urozhaynost i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot sorta i udobreniy*. / A.A. Kalinkinskiy, T.E. Komarova // *Sortovaya otzychivost selskokhozyaystvennykh kultur na udobreniya: sb. nauch. tr.* [Productivity and quality of grain of winter wheat, depending on variety and fertilizers. / A.A. Kalinkinsky, T.E. Komarova // Gradual responsiveness of agricultural crops to fertilizers: collection of scientific articles]. – Gorki, 1971. – P. 3-17.
5. Klimashevskiy E.L. *Geneticheskiy aspekt mineralnogo pitaniya rasteniy* Genetic aspect of mineral nutrition of plants / E.L. Klimashevskiy. – M.: Agropromizdat, 1991. – P. 415.
6. Voronkova N.A. *Biologicheskie resursy i ikh znachenie v sokhraneni pochvennogo plodorodiya i povyshenii produktivnosti agrosenozov Zapadnoy Sibiri: monografiya*. [Biological resources and its importance in preserving soil fertility and increasing the productivity of agrocenoses in Western Siberia: monograph]. / N.A. Voronkova; Minobrnauki Rossii, OmGTU. – Omsk: Izd-vo OmGTU, 2014 – P. 188.
7. Voronkova N.A. *Kachestvo rastenievodcheskoy produktsii pri dliitelnom primeneni udobreniy v sevooborote*. // *Pischevaya promyshlennost: sostoyanie, problemy, perspektivy: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 14-15 oktyabrya 2009 g.* (Quality of plant production with long-term application of fertilizers in crop rotation. / N.A. Voronkova, S.V. Kulikov // Food industry: state, problems, prospects: proceedings of International scientific and practical conference, October 14-15, 2009). Orenburgskiy gos. un-t.- Orenburg, 2009.- P. 319-322.
8. Ermokhin Yu.I. *Optimizatsiya mineralnogo pitaniya i kachestva urozhaya kartofelya i ovoschnykh kultur: dis. ... d-ra s.-kh. nauk: 06.01.04.* (Optimization of mineral nutrition and quality of potato and vegetable crops: dissertation for a degree of Doctor of Agricultural sciences: 06.01.04). / Yu.I. Ermokhin. – Omsk, 1983. – P. 437.
9. Ermokhin Yu.I. Varietal agrochemistry of potatoes during cultivation on meadow-chernozem soil of Omsk Priirtyshyia. [Sortovaya agrokhimiya kartofelya pri vozdeylvanii na lugovo-chernozemnoy pochve Omskogo Priirtyshyia]. / Yu.I. Ermokhin, I.V. Temereva // *Vestnik Omskogo GAU. – The Herald Omsk State University*. – 2016. – №3 (23). – P. 58-63.
10. Temereva I.V. Physiological and agrochemical characteristics of various potato varieties when cultivated on meadow-chernozem soil. [Fiziologicheskie i agrokhimicheskie kharakteristiki razlichnykh sortov kartofelya pri vozdeylvanii na lugovo-chernozemnoy pochve]. / I.V. Temereva // *Vestnik Omskogo GAU. – The Herald of Omsk State University*. – 2016. – №2 (22). – P. 50 - 55.
11. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov*. [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of results]. / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – P. 351.
12. Ermokhin Yu.I. *Pochvenno-rastitel'naya operativnaya diagnostika "PROD – OmSKhI" mineralnogo pitaniya, effektivnosti udobreniy, velichiny i kachestva urozhaya selskokhozyaystvennykh kultur: monografiya*. [Soil-and-vegetable operative diagnostics of "PROD-OMSKhI" mineral nutrition, fertilizer efficiency, size and quality of crop yields: monograph]. / Yu.I. Ermokhin ; Om. gos. agrar. un-t. – Omsk: Izd-vo OmGAU, 1995. – P. 208.
13. Gulyuk N.G. *Kрахмал i крахмалопродукты*. [Starch and starch products]. / N.G. Gulyuk, A.I. Zhushman, T.A. Ladur, E.A. Shtyrkova. - M.: Agropromizdat, 1985. – P. 239.

Authors:

Temereva Irina Vladimirovna – Senior Lecturer, e-mail: iv.temereva@omgau.org

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

Smirnova Tat'yana Borisovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: renpriorhin@yandex.ru

Siberian Cossack Institute of Technology and Management (branch) of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University)", Omsk, Russia