

6. Курбанов, Р. Ф. Влияние эфлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е.С. Лыбенко. – Текст: электронный // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-efflyuenta-na-rost-i-razvitie-yarovogo-yachmenya-v-usloviyah-severo-vostoka-nечерноземной-zony-rossii> (дата обращения: 20.12.2021).

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва, 2012. – 352 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Afanasev V.N. Analiz sostoianiia i puti snizheniia ekologicheskoi nagruzki selskokhoziaistvennogo proizvodstva na prirodnuu sredu // AgroEkolnzheneriia. – 2003. – No. 75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-i-puti-snizheniya-ekologicheskoy-nagruzki-selskokozyaystvennogo-proizvodstva-na-prirodnuyu-sреду> (data obrashcheniia: 10.12.2021).

2. Wentzel, S., Joergensen, R. (2016). Effects of biogas and raw slurries on grass growth and soil microbial indices. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 179. DOI: 10.1002/jpln.201400544.

3. Karaeva, Iu.V. Vozmozhnosti primeneniia effluenta biogazovoi ustanovki / Iu.V. Karaeva,

S.S. Timofeeva, M.F. Gilfanov // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2020. – No. 2 (50). – S. 68-74. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-2-68-74.

4. Trine, S., Dragicevic, I., Linjordet, R., et al. (2018). Recycling of biogas digestates in plant production: NPK fertilizer value and risk of leaching. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 7. DOI: 10.1007/s40093-017-0188-0.

5. Biogazovyi effluent – osnova organicheskogo zemledelii / R.F. Kurbanov, A.V. Sozontov, E.S. Lybenko, I.V. Marakulina // Ekonomicheskaiia bezopasnost agropromyshlennogo kompleksa: problemy i napravleniia obespecheniia: sbornik nauchnykh trudov I Natsionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Kirov, 31 ianvaria 2021 goda. – Kirov: Viatskii GATU, 2021. – S. 178-181.

6. Kurbanov R.F., Sozontov A.V., Lybenko E.S. Vliianie effluenta na rost i razvitie iarovogo iachmenia v usloviakh Severo-Vostoka Nечерноземной зоны Rossii // Permskii agrarnyi vestnik. – 2021. – No. 3 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-efflyuenta-na-rost-i-razvitie-yarovogo-yachmenya-v-usloviyah-severo-vostoka-nечерноземной-zony-rossii> (data obrashcheniia: 20.12.2021).

7. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia) / B.A. Dospikhov. – Moskva, 2012. – 352 s.



УДК 635.21:631.559.2:631.8(574.25)
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-11-17

С.К. Абеуов, О.Д. Шойкин, В.А. Камкин
S.K. Abeuov, O.D. Shoykin, V.A. Kamkin

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ РАСТЕНИЙ И ВЕЛИЧИНОЙ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

RELATIONSHIP BETWEEN PLANT CHEMICAL COMPOSITION AND POTATO YIELD VALUES ON THE CHESTNUT SOILS OF THE PAVLODAR REGION

Ключевые слова: картофель, минеральное питание, азот, фосфор, урожайность, уровни связи, питание, химический состав, азотно-фосфорные удобрения, уравнения регрессии.

Представлены результаты многолетних исследований по изучению действия минеральных удобрений под картофель сорта Гала в условиях Павлодарской области Республики Казахстан. При этом были установлены

высокие связи между химическим составом растения картофеля по азоту, фосфору и калия в определенные фазы роста и развития культуры. В почве и растениях ежесекундно происходят различные химические и биохимические процессы превращения веществ. От того, как происходят процессы и как они протекают, зависит продуктивность растений (y), так как она есть функция химического состава (x) листьев – $y = f \cdot x$. Теоретические основы растительной диагностики базируются на

роли элементов питания в формировании урожая, начиная с ранних фаз развития. Согласно тезису Ю.И. Ермохина область теории заключается в знании потребности растений, а главной заботой практики является удовлетворение этих потребностей. Данные полевых опытов с удобрениями позволили авторам получить связи от низкого до оптимального между уровнем содержания элементов питания в картофеле, что подтверждается высокими коэффициентами корреляции ($r = 0,79$ по азоту и $r = 0,94$ по фосфору). Если содержание азота выше оптимальных 4,78% в фазу 7 листьев и 4,97% в фазу цветения, то характер связи приобретает иное значение, и уравнение описывается в виде квадратичной параболы ($Y \text{ т/га} = -11,592x^2 + 108,12x - 216,48$).

Keywords: *potatoes, mineral nutrition, nitrogen, phosphorus, yielding capacity, relation levels, nutrition, chemical composition, nitrophosphates, regression equations.*

This paper discusses the research findings on mineral fertilizer effect on Gala variety potato yields under the con-

ditions of the Pavlodar Region of the Republic of Kazakhstan. High relationship was found between the chemical composition of potato plants regarding nitrogen, phosphorus and potassium at certain plant growth and development stages. Various chemical and biochemical processes of substance transformation go on continuously in soil and plants. The productivity of plants (y) depends on the course of the processes since it is a function of leaf chemical composition (x): $y = f \times x$. The theory of plant diagnostics is based on the role of nutrients in crop formation from the early development stages. According to Yu.I. Ermokhin, the theory lies in the knowledge of the plant requirements, and the main concern of practice is to meet these requirements. The experiment data allowed obtaining relationships from low to optimal between the nutrient content in a potato plants which was confirmed by high correlation coefficients ($r = 0.79$ regarding nitrogen and $r = 0.94$ regarding phosphorus). If the nitrogen content is higher than the optimal 4.78% at 7-leaf stage and 4.97% at florescence stage, then the nature of the relationship takes on a different meaning and the equation is described in a quadratic parabola form ($Y \text{ t ha} = -11.592x^2 + 108.12x - 216.48$).

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

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

Камкин Виктор Александрович, к.б.н., ассоц. профессор (доцент), НАО Торайгыров Университет, г. Павлодар, Республика Казахстан, e-mail: vikkamkin@gmail.com.

Abeuov Serik Kaykenovich, Cand. Agr. Sci., 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.

Kamkin Viktor Aleksandrovich, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Toraighyrov University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan, e-mail: vikkamkin@gmail.com.

Введение

Исследование корреляционных связей химического состава растений и условий их минерального питания приобретает все большее развитие не только в России и Казахстане, но и в дальнем зарубежье [1, 2].

Картофель является одной из основных овощных культур Северного и Северо-Восточного Казахстана. Многочисленные исследования показывают, что сбалансированное питание растений путем использования минеральных удобрений и различных стимуляторов роста является ключевым фактором высоких и стабильных урожаев [2-5]. Существенные различия в почвенно-климатических условиях различных регионов, в том числе Северного Казахстана в области картофелеводства, требуют постоянного изучения питания картофеля в зависимости от региона произрастания [6, 7].

В Казахстане особое внимание уделяется аграрному направлению. Уровень и качество жиз-

ни его населения постоянно и интенсивно меняются [6]. Население Павлодарской области обеспечивается картофелем лишь на 70-75% за счет местного производителя. Каждый год потребность в картофеле растет, поэтому возникает необходимость в ввозе недостающего объема. Обеспечение национальной продовольственной безопасности республики является приоритетом государственной политики. В связи с этим создание сбалансированного питания сельскохозяйственных культур с целью получения экологически качественной растениеводческой продукции – один из решающих факторов в обеспечении продовольственной безопасности страны.

В настоящее время для увеличения картофелеводства в регионе необходимо использовать сорта местной селекции с более высокими хозяйственными признаками [4, 6], это позволит создавать конкуренцию сортам зарубежных производителей, заполнивших местный рынок.

Правильное установление доз оптимального соотношения элементов минерального питания в растениях, рецептуры применения под определенную продовольственную культуру, определения положительного или отрицательного эффекта имеют все более важное значение [2]. Потребность картофеля в элементах минерального питания меняется в соответствии со способами его выращивания, сортов, поступления элементов питания с помощью различных дозировок удобрений, используемых в севообороте.

Способность накапливать в своих органах значительное количество минеральных элементов является биологическими особенностями картофеля, который нуждается в повышенной доступности в элементах питания.

«Голодание» растения, вызванное отсутствием того или иного элемента, – это не мгновенный взрыв, а процесс, протекающий длительное время в жизнедеятельности изучаемой культуры. При химической диагностике необходимо определение не одного, а нескольких элементов, чтобы учесть степень сбалансированности питания [1].

В настоящее время недостаточно изучены параметры улучшения минерального питания картофеля на каштановых почвах Павлодарской области.

Цель и задачи исследования – установить взаимосвязь между процентным содержанием азота и фосфора в разные фазы развития и урожаем клубней картофеля.

Объекты и методы

Исследования проводились на опытных полях ТОО «Уштерек и К» Республики Казахстан с культурой картофеля сорта Гала в 2015-2016 гг. Изучаемый опыт проведен на каштановой почве, включающий агротехнические мероприятия, дозировки удобрений и метеословия.

Опыты заложены на основании рабочей программы исследований с картофелем в 2015-2016 гг. Картофель высажен в чистый пар. Опыт был заложен в 4-кратной повторности с размещением делянок в четыре яруса. Площадь отдельной делянки составляла 48 м². Перед посевом вносили азотные (NH₄NO₃), фосфорные (фосфорнокислый аммоний) и калийные удобрения (KCl). Почва малогумусовая каштановая с легким гранулометрическим составом.

Для диагностики растительных образцов брали 4-5-й лист сверху главного стебля. Анализ

проводили стандартными методами в ФГБУ ЦАС «Омский». N, P определяли после мокрого озоления по Гинзбург и Щегловой; N – методом индофенольной зелени; P₂O₅ – по Денеже в модификации Малюгина и Хреновой.

Экспериментальная часть

Пока агрономическая химия не изучила законов метаболизма растений и не предложила уже более 180 лет назад нового приема управления процессом питания, использование минеральных удобрений, урожаи культур ни в одной стране не отличались ни высоким уровнем, ни стабильностью. Современные сельхозтоваропроизводители убеждены, что урожаи все более зависят от удобрений.

Как показали последние открытия в области сельского хозяйства [5, 7, 8], увеличение валовой продукции за счет внесения минеральных удобрений можно сравнить с появлением новой продукционной страны. Тем не менее это практически осуществимо лишь при условии использования удобрений с учетом почвенных параметров и физиологических потребностей растений. Контролирование физиологических процессов и показателей растения на протяжении вегетационного периода с учетом особенностей потребностей питания на отдельных фенофазах и в конкретных экологических условиях позволяет экономически эффективно и безопасно применять удобрения для получения запланированного урожая с высокой биологической ценностью [1].

Контроль питания растений должен проводиться в соответствии с фенологической стадией, а также по этапам органогенеза, а не по календарным датам.

В современном овощеводстве и картофелеводстве имеются различные подходы к вопросу о способах внесения удобрений. Тем не менее все методические подходы соответствуют главному принципу: «Питать растение, а не только удобрять почву». Обеспечить нормальный рост и развитие картофеля возможно только за счет соответствия параметров минерального питания физиологическим потребностям растительного организма с учетом конкретной его фенофазы [2, 7].

На основании математических связей между составом листьев картофеля в вегетацию и урожаем клубней картофеля предлагают фор-

мулы для уточнения доз удобрений и прогноза питательных элементов [8, 9].

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что в фазу 7 листьев опытные дозы внесения азота от 45 до 135 кг д.в/га по фону P₄₅K₄₅ повышали содержание общего азота в ботве картофеля от 4,20 до 4,83%, т.е. на 19,0% (табл. 1).

Так, в таблице 1 приводятся данные полевого опыта, характеризующие зависимость урожайности картофеля и величинами общего азота в листьях культуры в период онтогенеза от низкого (4,06% N – фаза 7 листьев, 3,62% – фаза цветения) до оптимального, соответственно, 4,78; 4,87% N имеют реальный смысл, т.к. наблюдается прямая зависимость между этими параметрами (табл. 2).

Таблица 1
Изменение величины урожайности картофеля и динамики азота (% на сухое вещество) в растениях в зависимости от уровня питания (среднее за 2015-2016 гг.)

Дозы удобрений, кг д.в/га	Урожайность картофеля, т/га	Фаза 7 листьев		Фаза цветения	
		N, %	увеличение, %	N, %	увеличение, %
Контроль	31,3	4,06	-	3,62	-
P ₄₅ K ₄₅	33,4	4,20	3,4	3,77	4,1
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	34,4	4,35	7,1	4,81	32,9
N ₉₀ P ₄₅ K ₄₅	35,3	4,78	17,7	4,87	34,5
N ₁₃₅ P ₄₅ K ₄₅	35,5	4,83	19,0	4,91	35,6
НСР _{0,5}	0,67				

Незначительный характер повышения урожайности был при азоте – 4,83% при 35,5 т/га, в фазу цветения данный показатель составил 4,91%.

Таблица 2
Тесная коррелятивная связь между содержанием азота в растениях (x, %) и продуктивностью культуры картофеля (y, т/га)

Рассматриваемый период развития	Математические уравнения	r
7 листьев	$Y = 4,89x + 12,30$ (1)	0,78
Цветение	$Y = 2,30x + 23,78$ (2)	0,79

Математическая обработка данных химического анализа листьев и урожайности показала, что по азоту выше 4,78% (таблица 1 – фаза 7 листьев, N – 4,83%) и выше 4,87% (фаза цветения, N – 4,91%) характер связи сопровождается уравнением криволинейной регрессии (уравнения (3)-(4):

$$Y_{m/га} = -11,592x^2 + 108,12x - 216,48; \quad \eta = 0,98 \quad (3)$$

$$Y_{m/га} = -4,1372x^2 + 37,82x - 50,95; \quad \eta = 0,87 \quad (4)$$

Результаты исследований показали, что величина урожая тесно связана с содержанием общего азота в растениях в соответствующие

фазы 7 листьев и цветения. Данная прямолинейная зависимость выражается математическими уравнениями (1) и (2). Урожай картофеля в среднем за годы исследований при внесении доз удобрений равнялся 33,4; 34,4; 35,3 и 35,5 т/га.

Высокая сходимость результатов в прямолинейной зависимости изучаемых факторов свидетельствует о их равноценности. На каштановых почвах можно использовать данные уравнения для определения потребности в минеральных удобрениях для азотного питания. Учет корреляций позволяет до уборки культуры предвидеть урожай от низких показателей до оптимальных уровней [1, 3].

Установленные закономерности связи «химический состав органа-индикатора – урожай» закладывают глубокий теоретический смысл данных закономерностей и их прикладное значение.

О том, насколько изменяется уровень азотного питания в процессе органогенеза картофеля, свидетельствуют уравнения (1)-(2).

Анализ уравнений показал, что с повышением содержания общего азота в фазу 7 листьев на 0,1% будет увеличиваться норма урожайности на 0,48 т/га, а в период цветения – на 0,23 т/га.

Для необходимости учет содержания азота в листьях растений картофеля предлагаем проводить по формуле согласно уравнению (2) в фазу цветения:

$$31 \text{ т клубней / га} : N = \frac{31m - 23,78m}{2,3} = 3,13\%;$$

$$33 \text{ т клубней / га} : N = \frac{33m - 23,78m}{2,3} = 4,01\%;$$

$$35 \text{ т клубней / га} : N = \frac{35m - 23,78m}{2,3} = 4,88\%.$$

Следовательно, в данных способах прогноза обеспеченности химическим элементом в растениях имеется большой резерв повышения

эффективности для других ответственных фаз развития культуры. Для этого необходимо материалы анализов подвергнуть математическому анализу, используя параметры двух значимых факторов (например: химический состав растений – N (%), или P (%) с урожайностью).

Влияние макроудобрений (аммофос) в разных дозах с шагом 45-90 кг д.в/га и соотношениях на урожайность картофеля представлено в таблице 3.

При внесении фосфорных удобрений в растениях увеличивалось содержание изучаемого элемента, что выражается в тесной связи между урожайностью культуры и P₂O₅ (%).

Таблица 3

Изменение величины урожайности картофеля и динамики фосфора (% на сухое вещество) в растениях в зависимости от уровня питания (среднее 2015-2016 гг.)

Дозы удобрений, кг д.в/га	Урожайность картофеля, т/га	Фаза 7 листьев		Фаза цветения	
		P ₂ O ₅ , %	увеличение, %	P ₂ O ₅ , %	увеличение, %
Контроль	31,3	0,37	-	0,26	-
P ₄₅ K ₄₅	31,5	0,39	5,4	0,28	7,7
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	34,4	0,42	6,2	0,31	19,2
N ₄₅ P ₉₀ K ₄₅	37,8	0,44	8,9	0,34	30,8
НСР _{0,5}	0,84				

Под влиянием аммофоса увеличивалось содержание фосфора в листьях, где увеличение было в варианте P₄₅-P₉₀ на фоне N₄₅K₄₅ от 0,39 до 0,44 в фазу 7 листьев, то есть содержание изменялось пропорционально изменению доз удобрений.

Зависимость между нормами фосфора в растениях и урожаем картофеля описывается уравнениями (5)-(6) (табл. 4).

Таблица 4

Тесная коррелятивная связь между содержанием фосфора в растениях (x, %) и продуктивностью культуры картофеля (y, т/га)

Рассматриваемый период развития	Математические уравнения	r
7 листьев	y = 93,45x – 4,09 (5)	0,91
Цветение	y = 84,76x + 8,53 (6)	0,94

На основании уравнений (5), (6) можно рассчитать уровень питания фосфором в растениях, определяемый повышением уровня питания на 0,1% фосфора возможный урожай увеличится на 9,3 т/га. Следовательно, в конечную фазу цветения показатель повышения урожайности

составил 8,4 т/га. Данная тесная связь подтверждается высокой корреляцией (r = 0,91, 0,94).

С ведением в практику статистических методов анализа на полевых опытах появилась возможность разработки гибкой системы применения удобрений. Математический подход к диагностике фосфорного питания продовольственной культуры предполагает использование данных многолетних полевых опытов по содержанию P₂O₅ (%) и его изменение в зависимости от доз удобрений с урожаем картофеля.

Расчетные данные прогноза оптимума по фосфору согласно уравнению (6) в конечную фазу составляют для урожайности:

$$32 \text{ т клубней / га} : P = \frac{32m - 8,53m}{84,76} = 0,28\%;$$

$$34 \text{ т клубней / га} : P = \frac{34m - 8,53m}{84,76} = 0,30\%;$$

$$38 \text{ т клубней / га} : P = \frac{38m - 8,53m}{84,76} = 0,35\%.$$

Основное накопление питательных элементов сконцентрировано в начальных стадиях развития культуры. Дальнейшее снижение питательных веществ обусловлено так называемым

ростовым разбавлением. Содержание азота в растениях картофеля в фазу вегетации 7 листьев изменялось от 4,06 до 4,83, фосфора – от 0,37 до 0,44 в годы исследований. Подобная закономерность просматривается и относительно растений в фазу цветения. Аналогичные критерии в растениях в конечную фазу составили 3,62-4,91 и 0,26-0,34 соответственно. Зная еще до уборки урожая концентрацию элементов, можно предполагать ориентировочную урожайность картофеля, используя уравнения связи.

В зависимости от сорта, содержания элементов питания и доз удобрений растения в неодинаковой мере накапливают элементы питания в соответствующие фазы роста из компонентов окружающей среды, что отражается в изменении биомассы картофеля и его химическом составе.

Выводы

1. Определив количество элементного состава в растениях по фазам онтогенеза картофеля, можно выделить варианты с определенным уровнем обеспеченности азотом и фосфором, прогнозировать соответствующую им урожайность на ранних этапах и рекомендовать уравнения связи между основными величинами.

2. Можно отметить, что концентрация азота и фосфора в надземных органах увеличивается по мере изменения дозы удобрения в различных фонах. Прибавка по азоту по отношению к фону составила в фазу 7 листьев 0,15-0,63%, цветения – 1,04-1,14%. По фосфору в аналогичные фазы прибавка 0,03-0,05, в среднем 0,03 соответственно.

3. Таким образом, характер питания по азоту и фосфору картофеля пригоден в целях диагностики уровня обеспеченности данными элементами и прогноза урожайности в процессе развития овощной культуры.

Библиографический список

1. Ермохин, Ю. И. Почвенно-растительная оперативная диагностика «ПРОД-ОмСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография / Ю. И. Ермохин; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Омский государственный аграрный университет. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 1995. – 208 с. – Текст: непосредственный.

2. Ермохин, Ю. И. Показатели связи между химическим составом растений и урожаем пшеницы пятилопастной / Ю. И. Ермохин, О. Д. Шойкин, В. М. Красницкий. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2012. – № 4 (66). – С. 35-37.

3. Антонова, О. И. Эффективность разных способов применения биопрепаратов Теллура Био, Новосила и Лариксина при возделывании картофеля / О. И. Антонова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 8 (154). – С. 48-53.

4. Черемисин, А. И. Изучение влияния применения биопрепаратов и стимуляторов роста на полезную микрофлору и продуктивность картофеля / А. И. Черемисин, В. Н. Кумпан. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13, № 4 (51). – С. 91-95.

5. Антонова, О. И. Состояние показателей плодородия пахотных почв и внесение минеральных удобрений в Алтайском крае / О. И. Антонова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (186). – С. 10-16.

6. Абеуов, С. К. Влияние фосфорных удобрений на урожайность и качество картофеля на каштановой почве / С. К. Абеуов, О. Д. Шойкин, В. А. Камкин. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (40). – С. 15-23.

7. Aбеuov, S., Shoykin, O., Kamkin, V., & Ermokhin, Y. (2021). Indicators of the Relationship Between the Chemical Composition of Plant and Harvest Potatoes. *KnE Life Sciences*, 6(3), 7-14. <https://doi.org/10.18502/kls.v0i0.8912>.

8. Asfary, A., Wild, A., & Harris, P. (1983). Growth, mineral nutrition and water use by potato crops. *The Journal of Agricultural Science*, 100(1), 87-101. doi:10.1017/S0021859600032470.

9. Темерева, И. В. Реакция различных сортов картофеля на естественное плодородие и удобрения при возделывании на лугово-черноземной почве в условиях Омского Прииртышья / И. В. Темерева, Т. Б. Смирнова. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (37). – С. 83-89.

References

1. Ermokhin, Iu.I. Pochvenno-rastitelnaia operativnaia diagnostika «PROD-OmSKhl» mineralnogo pitaniia, effektivnosti udobrenii, velichiny i kachestva urozhaiia selskokhoziaistvennykh kultur: monografiia / Iu.I. Ermokhin; Ministerstvo selskogo khoziaistva Rossiiskoi Federatsii, Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. – Omsk: Izdatelstvo FGOU VPO OmGAU. – Omsk: OmGAU, 1995. – 208 s.
2. Ermokhin, Iu.I. Pokazateli sviazi mezhdu khimicheskim sostavom rastenii i urozhajem pustyrnika piatilopastnogo / Iu.I. Ermokhin, O.D. Shoikin, V.M. Krasnitskii // Plodorodie. – 2012. – No. 4 (66). – S. 35-37.
3. Antonova, O.I. Effektivnost raznykh sposobov primeneniia biopreparatov Tellura Bio, Novosila i Lariksina pri vzdelyvanii kartofelia / O.I. Antonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 8 (154). – S. 48-53.
4. Cheremisin, A.I. Izuchenie vliianiia primeneniia biopreparatov i stimulatorov rosta na poleznuiu mikrofloru i produktivnost kartofelia / A.I. Cheremisin, V.N. Kumpan // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – T. 13. – No. 4 (51). – S. 91-95.
5. Antonova, O.I. Sostoianie pokazatelei plodorodiia pakhotnykh pochv i vnesenie mineralnykh udobrenii v Altaiskom kare / O.I. Antonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 4 (186). – S. 10-16.
6. Abeuov, S.K. Vliianie fosfornykh udobrenii na urozhainost i kachestvo kartofelia na kashtanovoi pochve / S.K. Abeuov, O.D. Shoikin, V.A. Kamkin // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 4 (40). – S. 15-23.
7. Abeuov, S., Shoykin, O., Kamkin, V., & Ermokhin, Y. (2021). Indicators of the Relationship Between the Chemical Composition of Plant and Harvest Potatoes. *KnE Life Sciences*, 6(3), 7-14. <https://doi.org/10.18502/kls.v0i0.8912>.
8. Asfary, A., Wild, A., & Harris, P. (1983). Growth, mineral nutrition and water use by potato crops. *The Journal of Agricultural Science*, 100(1), 87-101. doi:10.1017/S0021859600032470.
9. Temereva, I.V. Reaktsiia razlichnykh sortov kartofelia na estestvennoe plodorodie i udobreniia pri vzdelyvanii na lugovo-chernozemnoi pochve v usloviakh Omskogo Priirtyshia / I.V. Temereva, T.B. Smirnova // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 1 (37). – S. 83-89.



УДК 581.16: 635-153

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-17-23

А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев

A.F. Bukharov, D.N. Baleev

КИНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН УКРОПА В УСЛОВИЯХ ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУР

KINETIC PARAMETERS OF DILL SEED GERMINATION UNDER TEMPERATURE GRADIENT CONDITIONS

Ключевые слова: *Anethum graveolens L.*, архитектоника семенника, температура, рост зародыша, прорастание семян, кинетические параметры.

Изучено действие высокотемпературного фактора на рост зародыша и прорастание семян укропа, полученных с разных порядков ветвления. Получены новые данные о ключевых процессах прорастания гетероморфных семян и действию высокотемпературного стрессора на них. Показано, что для наклевывания семени зародышу необходимо развиться еще минимум на 40-50% от своей первоначальной длины. В этот момент он особенно чувствителен к воздействию внешних факторов, которые могут тормозить его рост, а впоследствии оказать влияние на количество проросших

семян. При этом темпы роста зародыша в условиях оптимальной и стрессовой температуры при проращивании существенно различаются в зависимости от места формирования. Действие экстремальной температуры негативно отразилось на темпах роста зародышей как первого, так и второго порядка ветвления. Однако зародыши второго порядка ветвления оказались более чувствительны к действию пониженной и повышенной температуры в процессе прорастания. При отклонении температуры проращивания от оптимальной (20°C) происходило уменьшение скорости прорастания и процента проросших семян. Семена второго порядка более резко реагировали на температурный стресс. Это подтверждает положение о том, что морфологическое недоразвитие зародыша