

УДК 633.491

UDC 633.491

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)4.1.1 General farming, crop production
(agricultural sciences)**УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ И КАЧЕСТВО
КЛУБНЕЙ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНО
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ****POTATO YIELD AND TUBER QUALITY IN
CONDITIONS OF RADIOACTIVELY
CONTAMINATED SANDY SOILS**

Анищенко Валерий Александрович
аспирант
РИНЦ SPIN-код: 1244-3665
ngsos-vniia@yandex.ru

Anishchenko Valery Alexandrovich
graduate student
RSCI SPIN-code: 1244-3665
ngsos-vniia@yandex.ru

Воробьева Людмила Алексеевна
канд. с.-х. н.
РИНЦ SPIN-код: 8346-4845
*Новozybkovskaya SХОС – филиал ФНЦ «ВИК им.
В.Р. Вильямса», Россия, 243020, Брянская область,
Новozybkovskiy район, п. Опытная станция*

Vorobyova Lyudmila Alekseevna
Cand.Agr.Sci.
RSCI SPIN-code: 8346-4845
*Novozybkov AES – branch of FSC «All-Russia Williams
Fodder Research Institute», Russia, 243020, Bryansk
region, Novozybkovsky district, Experimental station*

Смольский Евгений Владимирович
д. с.-х. н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 5507-3447
sev_84@mail.ru
*Брянский ГАУ, Россия, 243365, Брянская область,
Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а*

Smolsky Evgeny Vladimirovich
Dr.Sci.Agr., assistant professor
RSCI SPIN-code: 5507-3447
sev_84@mail.ru
*Bryansk SAU, Russia, 243365, Bryansk region,
Vygonichsky district, s. Kokino, Sovetskaya 2a*

В статье приводятся результаты экологической реакции картофеля, сорта Бриз на изменяющиеся условия среды и применения макроудобрения, которая выражается в количественных и качественных показателях в период 2021-2023 годов в условиях радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Брянской области. Установили среднюю изменчивость урожайности клубней по годам исследований под действием изменяющихся условий среды, применение макроудобрения достоверно повышало урожайность клубней картофеля в 2,0-2,4 раза в сравнении с контролем. Наибольшую окупаемость 1 кг д. в. макроудобрения прибавкой урожая клубней картофеля получили при применении дозы N90P45K90, которая равна 38,1 кг. На контрольном варианте максимальное содержание крахмала 12,0 % получено в засушливых условиях среды, установили незначительную изменчивость показателя по годам исследования. Выявили тенденцию повышения содержания крахмала в клубнях картофеля и выхода крахмала с посевов картофеля под действием совершенствование технологического приёма применения макроудобрения. Обнаружили тенденцию повышения содержания нитратов и снижения содержания ¹³⁷Cs в клубнях картофеля под действием макроудобрения

The article presents the results of the ecological reaction of potatoes, Breeze variety to changing environmental conditions and the use of macrofertilization, which is expressed in quantitative and qualitative indicators in the period 2021-2023 in the conditions of radioactively contaminated sod-podzolic sandy soils of the south-west of the Bryansk region. The average variability of the yield of tubers over the years of research under the influence of changing environmental conditions was established, the use of macrofertilization significantly increased the yield of potato tubers by 2.0-2.4 times in comparison with the control. The highest payback of 1 kg of in. macrofertilization by increasing the yield of potato tubers was obtained using a dose of N90P45K90, which is equal to 38.1 kg. In the control case, the maximum starch content of 12.0% was obtained in dry conditions of the environment, a slight variability of the indicator was established over the years of the study. They revealed a tendency to increase the starch content in potato tubers and the yield of starch from potato crops under the influence of improving the technological technique for using macrofertilization. A tendency was found to increase the nitrate content and decrease the ¹³⁷Cs content in potato tubers under the influence of macrofertilization

Ключевые слова: КАРТОФЕЛЬ, УСЛОВИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, УРОЖАЙНОСТЬ,

Keywords: POTATO, ENVIRONMENTAL
CONDITIONS, YIELD, STARCH, RADIOACTIVE

Введение. В конкретных почвенно-климатических условиях современного земледелия наибольшее практическое значение имеет производство достаточного количества продукции растениеводства высокого качества для обеспечения продовольственной безопасности России. Картофель – очень ценная культура, которую активно используется в пищевой, фармацевтике, химической, целлюлозно-бумажной промышленности РФ.

Поэтому в условиях радиоактивного загрязнения, низкого естественного плодородия песчаных почв и изменяющихся условий среды необходима разработка и внедрение в производство адаптированных технологий, применимых к конкретным почвенно-климатическим условиям, которые обеспечивают получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур на основе ресурсосберегающих и экологических систем земледелия [1-6].

Цель работы – изучить роль изменяющихся условий среды и элемент технологии возделывания картофеля в формировании в условиях радиоактивно загрязненных почв легкого гранулометрического состава юго-запада Брянской области продуктивности и качества клубней.

Материалы и методы исследования. В период 2021-2023 годов исследовали в условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв и радиоактивного загрязнения территории юго-запада Брянской области изучали экологическую реакцию картофеля на изменяющиеся условия окружающей среды и применения макроудобрения, которая выражается в количественных и качественных характеристиках сельскохозяйственной культуры.

Почва опытного участка характеризовалась повышенным содержанием гумуса, очень высоким подвижного фосфора, средним подвижного

калия, была среднекислой. Плотность загрязнения ^{137}Cs в период исследований – 560-700 кБк/м².

Объект исследования – картофель, сорт Бриз.

Схема применения макроудобрения: 1. Контроль (без применения макроудобрения); 2. Навоз 40 т + N90P45K90; 3. Навоз 40 т + N120P60K120. В качестве минеральной части макроудобрений использовали аммиачную селитру, простой суперфосфат и калий хлористый, в качестве органической части – подстилочный навоз КРС.

По данным метеорологического поста Новозыбковской СХОС агроклиматические ресурсы контрастно различались в период исследований, 2021 год исследований был избыточно влажным, 2022 год – слабо засушливым, 2023 года – засушливым.

Агротехника в опытах при возделывании картофеля общепринятая для Нечерноземной зоны РФ.

Показатели качества клубней картофеля определяли общепринятыми методами исследования: содержание крахмала – с антроновым реактивом, нитраты – ионометрически, накопление ^{137}Cs – используя УСК «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс-2000».

Полученные результаты обрабатывали методами математической статистики – дисперсионным и вариационным анализами.

Результаты и обсуждения. В конкретных природных условиях при производстве картофеля, валовый сбор продукции и её качество зависит от спектра применяемых элементов технологии. Сорт, агротехника, средства защиты растения, система удобрения и другие элементы технологии действуют в единой связи, как между собой, так и с погодными условиями, поэтому изменения погоды или любого элемента технологии будет влиять на эффективность возделывания картофеля.

В условиях Российской Федерации широкий набор почвенных, климатических условий окружающей среды, которые влияют на продуктив-

ный потенциал территории интенсивного картофелеводства, поэтому как показывают исследования ученых необходимо подобрать и совершенствовать свой набор элементов технологии, сумма которых будет наиболее эффективной в конкретном месте производства картофеля [1-6]

В условиях Вологодской области 2015–2017 годов на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве показано, что препарат альбит способствует повышению урожайности клубней на 11–19% [1].

В условиях органического земледелия в северной лесостепи Тюменской области на чернозёме выщелоченном тяжелосуглинистом установлено, что использование сидерации повышает урожайность сортов картофеля до 21,7-22,0 т/га [2].

В условиях Центрального региона России на дерново-подзолистой суглинистой почве показано, что оптимальные сочетания технологических приемов позволяют формировать урожайность клубней картофеля на уровне 54,2 т/га [3].

В условиях Московской области на дерново-подзолистой супесчаной почве совершенствование агроприемов позволило получить прибавку урожая клубней картофеля – 4,0 т/га [4].

В условиях Красноярской лесостепи внесение в почву вермикомпоста в дозе 5 т/га способствует формированию максимальной продуктивности картофеля [5].

Посадке 12-15 мая в условиях лесостепи Челябинской области на черноземе выщелоченном среднесуглинистом при использовании макроудобрений в дозе N172P242K244 создаёт наиболее благоприятные условия для формирования урожайности на уровне 40 т/ га [6].

В период исследований условия среды контрастно различались по годам, если 2021 год по гидротермическим условиям был избыточно влажным, то 2022 год – слабо засушливым, а 2023 год – засушливым. Урожайность клубней картофеля, как количественный показатель экологической реакции

сельскохозяйственной культуры на изменяющиеся условия окружающей среды и совершенствования элемента технологии, была различной. Максимальная урожайность 9,5 т/га клубней картофеля в условиях контрольного варианта была получена в слабо засушливых условиях среды, установили среднюю изменчивость урожайности клубней по годам исследований под действием изменяющихся условий среды, коэффициент вариации равен 19,1 % (табл. 1).

Таблица 1 – Экологическая реакции картофеля и агрономическая эффективность его возделывания в изменяющихся условиях среды

Вариант	Год исследования			V, %	Среднее	Окупаемость, кг / кг д.в.
	2021	2022	2023			
Контроль	6,5	9,5	8,9	19,1	8,3	–
Навоз 40 т + N90P45K90	13,5	18,8	18,3	17,3	16,9	38,1
Навоз 40 т + N120P60K120	14,8	21,5	21,1	19,6	19,1	36,1
<i>HCP₀₅</i>	<i>1,3</i>	<i>1,8</i>	<i>1,8</i>	–	2,5	–

Применение макроудобрения в изменяющихся условиях окружающей среды достоверно повышало в 2,0-2,4 раза урожайность клубней картофеля в сравнении с контролем в зависимости от доз макроудобрения и года исследования. Реакция растений картофеля в изменяющихся условиях окружающей среды на применение макроудобрения была различной. В слабо засушливых и засушливых условиях окружающей среды выявили значимое различие между дозами N90P45K90 и N120P60K120 макроэлементов в повышении урожайности клубней картофеля, в условиях избыточной влажности окружающей среды данных закономерностей не обнаружили. Установили, что с увеличением доз макроудобрения в изменяющихся условиях окружающей среды показатель изменчивости урожайности картофеля увеличивается, но остается средней (табл. 1).

Средний показатель, урожайности клубней картофеля периода исследований, охватывает контрастный набор условий окружающей среды, поэтому показатель продуктивности сельскохозяйственной культуры отража-

ет потенциал продуктивности территории юго-запада Брянской области при совершенствовании различных элементов технологии.

В среднем за годы исследования обнаружили значимое от 2,0 до 2,3 раз увеличение урожайности клубней картофеля под действием совершенствования элемента технологии, достоверной разницы в повышении урожайности между исследуемыми дозами не обнаружили.

Агрономическая эффективность выражалась через окупаемость доз макроудобрений прибавкой урожая клубней картофеля. Наблюдалось снижение окупаемости прибавки урожая с повышением доз макроудобрения. Наибольшая окупаемость 38,1 кг клубней картофеля на кг д. в. макроудобрения получена при применении N90P45K90 (табл. 1).

На контрольном варианте максимальное содержание крахмала 12,0 % в клубнях картофеля было получено в засушливых условиях среды, установили незначительную изменчивость показателя по годам исследования, коэффициент вариации равен 1,8 %.

На контрольном варианте максимальный выход крахмала 1131 кг/га посевов картофеля выявили в слабо засушливых условиях среды, установили значительную изменчивость показателя по годам исследований, коэффициент вариации равен 20,5% (табл. 2).

Влияние макроудобрения на изменение содержания крахмала в клубнях картофеля зависело от условий окружающей среды. В условиях избыточного увлажнения и слабо засушливых условиях совершенствование технологического приёма применения макроудобрения не имело результата, обнаружили достоверное различие между дозами N60P45K60 и N90P60K90 в снижении содержания крахмала в клубнях картофеля. В засушливых условиях совершенствование технологического приёма применения макроудобрения достоверно повышает содержания крахмала в клубнях картофеля

Совершенствования технологического приёма применения макро-

удобрения снижает негативные условия среды, применении макроудобрения в дозе N90P45K90 снижает изменчивость показателя выход крахмала до среднего, коэффициент вариации равен 18,1 %. Посевы картофеля формируют продукцию с наибольшим содержанием крахмала на уровне 13,1 % и выходом крахмала 2764 кг/га в засушливых условиях окружающей среды 2023 года исследования при применении макроудобрения в дозе N120P60K120 (табл. 2).

Таблица 2 – Накопление крахмала в клубнях картофеля в изменяющихся условиях среды

Вариант	Год исследования			Среднее	V, %
	2021	2022	2023		
содержание крахмала, %					
Контроль	11,6	11,9	12,0	11,83	1,8
Навоз 40 т + N90P45K90	12,7	12,9	12,9	12,83	0,9
Навоз 40 т + N120P60K120	12,5	12,7	13,1	12,77	2,4
<i>HCP₀₅</i>	<i>0,11</i>	<i>0,10</i>	<i>0,10</i>	–	–
выход крахмала, кг/га					
Контроль	754	1131	1068	984	20,5
Навоз 40 т + N90P45K90	1715	2425	2361	2167	18,1
Навоз 40 т + N120P60K120	1850	2731	2764	2448	21,2

В среднем за годы исследования наблюдали положительное влияние возрастающих доз макроудобрения, обнаружили тренд увеличения содержания крахмала в клубнях картофеля под действием совершенствования элемента технологии.

При возделывании картофеля роль условий среды и действия макроудобрений на изменчивость содержание крахмала в клубнях незначительная. В тоже время обнаружили значительную роль условий среды на изменчивость показателя выхода крахмала, и различное действие, в зависимости от дозы, макроудобрения на изменчивость показателя выхода крахмала, поэтому совершенствую технологический приём применения макроудобрений возможно в некоторой степени сгладить негативные действия агроклиматических условия.

В условиях изменяющихся условий окружающей среды, почв легкого гранулометрического состава, промывного или периодически промывного водного режима, применения несбалансированных и высоких доз азотного удобрения может привести к превышению допустимого уровня нитратов в клубнях картофеля (ПДК для клубней картофеля пищевые цели – 250 мг/кг, а кормовые цели – 300 мг/кг).

На контрольном варианте выявили среднюю изменчивость содержания нитратов в клубнях картофеля под влиянием изменяющихся условий окружающей среды, коэффициент вариации равен 10,2 %. При совершенствовании доз макроудобрения наблюдали незначительную или среднюю изменчивость содержания нитратов в клубнях картофеля, коэффициент вариации колебался от 5,9 до 10,4 % (табл. 3).

Таблица 3 – Загрязнение продукции картофелеводства в изменяющихся условиях среды

Вариант	Год исследований			Среднее	V, %
	2021	2022	2023		
нитраты, мг/кг					
Контроль	143	173	149	155	10,2
Навоз 40 т + N90P45K90	235	222	209	222	5,9
Навоз 40 т + N120P60K120	247	257	210	238	10,4
<i>HCP₀₅</i>	22	23	23	–	–
¹³⁷ Cs, Бк/кг					
Контроль	18	19	36	24	41,6
Навоз 40 т + N90P45K90	18	20	33	24	34,4
Навоз 40 т + N120P60K120	19	21	10	17	35,2
<i>HCP₀₅</i>	4	5	5	–	–

Применение макроудобрения в изменяющихся условиях окружающей среды достоверно повышало в 1,3-1,7 раз содержания нитратов в клубнях картофеля в сравнении с контролем в зависимости от доз макроудобрения и года исследования. Накопление нитратов растением картофеля в изменяющихся условиях окружающей среды при применении макроудобрения

была различной. В слабо засушливых условиях установили достоверную разницу между исследуемыми дозами макроудобрения в накоплении нитратов, в условиях избыточного увлажнения и засушливых условиях данную закономерность не обнаружили. В слабо засушливых условиях при применении макроудобрения в дозе N120P60K120 содержание нитратов в клубнях было 257 мг/кг, что превышало ПДК содержание нитратов в картофеле на пищевые цели (табл. 3).

Обнаружили тенденцию повышения среднего, за годы исследования, содержания нитратов в клубнях картофеля под действием совершенствования элемента технологии.

В условиях радиоактивного загрязнения территории главным показателем использования продукции растениеводства в качестве продуктов питания является уровень содержания ^{137}Cs , допустимый уровень ^{137}Cs для картофеля на пищевые цели – 80 Бк/кг.

При возделывании картофеля установили значительную изменчивость содержания ^{137}Cs в клубнях под влиянием условий среды, коэффициент вариации равен 41,6 %, совершенствования технологического приёма применения макроудобрения не изменяло роль условий среды на накопление ^{137}Cs в клубнях, коэффициент вариации равен 34,4-35,2 %.

На контрольном варианте максимальное содержание ^{137}Cs 36 Бк/кг в клубнях картофеля было получено в засушливых условиях среды, при этом превышение допустимого уровня не обнаружили. Обнаружили, что действие макроудобрения на изменение содержания ^{137}Cs в клубнях картофеля в различных условиях среды разное. В засушливых условиях окружающей среды, выявили значимое снижения накопление ^{137}Cs клубнями картофеля как в сравнении с контролем, так и между исследуемыми дозами макроудобрения, в условиях избыточного увлажнения и слабо засушливых условиях данной закономерности не обнаружили (табл. 3).

Обнаружили тенденцию снижения среднего, за годы исследования,

содержания ^{137}Cs в клубнях картофеля под действием совершенствования элемента технологии.

Выводы. В результате оценки экологической реакции картофеля на изменяющиеся условия окружающей среды и применения макроудобрения в условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв и радиоактивного загрязнения территории юго-запада Брянской области установили среднюю роль условий среды в изменчивости урожайности клубней картофеля. Наибольшая урожайность клубней картофеля 21,5 т/га получена в слабо засушливых условиях среды при применении макроудобрения в дозе N120P60K120.

Выявили незначительную роль условий окружающей среды в изменчивости показателя содержания крахмала, среднюю в изменчивости показателя содержания нитратов и ^{137}Cs в клубнях картофеля.

Обнаружили тенденцию увеличения содержания крахмала, нитратов и снижения ^{137}Cs в клубнях картофеля в среднем за годы исследования под действием применения макроудобрения.

Литература

1. Токарева, Н. В. Влияние минеральных удобрений, гербицида и комплексного препарата альбит на урожайность, качество и вынос элементов питания картофелем в Вологодской области / Н. В. Токарева, В. В. Суров, О. В. Чухина // *Агрехимия*. – 2019. – № 5. – С. 56-65.
2. Логинов, Ю. П. Урожайность и качество клубней сортов картофеля при выращивании в условиях органического земледелия / Ю. П. Логинов, А. А. Казак, А. С. Гайзатулин // *Овощи России*. – 2023. – № 4. – С. 107-111.
3. Мальцев, С. В. Урожайность и качество картофеля зависят от технологии / С. В. Мальцев, В. Н. Зейрук, К. А. Пшеченков, А. В. Смирнов // *Картофель и овощи*. – 2019. – № 12. – С. 9-11.
4. Киселев, А. И. Урожайность и качество клубней нового сорта картофеля кумач в зависимости от комплекса агроприемов / А. И. Киселев, А. Э. Шабанов // *Картофель и овощи*. – 2020. – № 4. – С. 29-32.
5. Бутенко, М. С. Действие возрастающих доз вермикомпоста на агрохимические свойства почвы, урожайность и качество клубней картофеля / М. С. Бутенко, О. А. Ульянова, А. Н. Халипский, С. В. Хижняк // *Агрехимия*. – 2020. – № 7. – С. 47-56.
6. Васильев, А. А. Влияние сбалансированного питания, протравливания и сроков посадки картофеля на урожайность и качество клубней / А. А. Васильев // *Земледелие*.

– 2021. – № 2. – С. 22-26.

References

1. Tokareva, N. V. Vlijanie mineral'nyh udobrenij, gerbicide i kompleksnogo preparata al'bit na urozhajnost', kachestvo i vynos jelementov pitaniya kartofelem v Vologodskoj oblasti / N. V. Tokareva, V. V. Surov, O. V. Chuhina // *Agrohimiya*. – 2019. – № 5. – S. 56-65.
2. Loginov, Ju. P. Urozhajnost' i kachestvo klubnej sortov kartofelja pri vyrashhivanii v uslovijah organicheskogo zemledelija / Ju. P. Loginov, A. A. Kazak, A. S. Gajzatulin // *Ovoshhi Rossii*. – 2023. – № 4. – S. 107-111.
3. Mal'cev, S. V. Urozhajnost' i kachestvo kartofelja zavisjat ot tehnologii / S. V. Mal'cev, V. N. Zejruk, K. A. Pshechenkov, A. V. Smirnov // *Kartofel' i ovoshhi*. – 2019. – № 12. – S. 9-11.
4. Kiselev, A. I. Urozhajnost' i kachestvo klubnej novogo sorta kartofelja kumach v zavisimosti ot kompleksa agropriemov / A. I. Kiselev, A. Je. Shabanov // *Kartofel' i ovoshhi*. – 2020. – № 4. – S. 29-32.
5. Butenko, M. S. Dejstvie vozrastajushhij doz vermikomposta na agrohimicheskie svojstva pochvy, urozhajnost' i kachestvo klubnej kartofelja / M. S. Butenko, O. A. Uljanova, A. N. Halipskij, S. V. Hizhnjak // *Agrohimiya*. – 2020. – № 7. – S. 47-56.
6. Vasil'ev, A. A. Vlijanie sbalansirovannogo pitaniya, protravlivanja i srokov posadki kartofelja na urozhajnost' i kachestvo klubnej / A. A. Vasil'ev // *Zemledelie*. – 2021. – № 2. – S. 22-26.