

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСАДОК И ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ХАКАСИИ

¹Вит.В. Чагин, кандидат сельскохозяйственных наук

²В.В. Чагин, кандидат биологических наук

¹Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова,
Абакан, Россия

²Министерство сельского хозяйства Российской Федерации,
Москва, Россия

E-mail: chagin2008@gmail.com

Ключевые слова: гербициды, картофель, сорняки, защита растений, биометрические параметры, урожайность, уравнения регрессии

Реферат. Картофелем в Российской Федерации заняты большие площади в хозяйствах различных форм собственности, так как широкий спектр использования культуры определяет особую актуальность её для отрасли. В зависимости от региона и почвенно-климатической зоны технология возделывания в целом и в частности некоторые элементы агротехники могут иметь определенные различия. Неизменным отрицательным биотическим фактором для любой местности, обуславливающим большую долю агротехнологических затрат, остаются сорные растения. Биологическая группа и видовой состав сорняков оказывают существенное влияние на урожайность картофеля. Значительным эффектом, позволяющим снизить отрицательное воздействие фактора, обладают химические средства защиты растений (гербициды). Поэтому целью нашего исследования было изучение влияния различных гербицидных препаратов на засоренность посадок и продуктивность картофеля в условиях степной зоны Хакасии. Опыты закладывали в 2018–2020 гг. на темно-каштановой почве в степной зоне Хакасии. В качестве объекта исследований был выбран среднеранний сорт картофеля сибирской селекции Тулеевский. В исследованиях использовали рекомендованную технологию возделывания картофеля для данной зоны. Гербицидные препараты подбирали для довсходового внесения (Гезагард, Лазурит, Суховей, Торнадо), которые применяли через 20–25 дней после посадки, до массовых всходов растений. В годы исследований гидротермический коэффициент изменялся от 1,68 до 1,85. Использование гербицидов позволило снизить количество однодольных сорняков на 18,9–26,7% и на 38,5–46,1% – двудольных к периоду уборки культуры. Снижение конкуренции с сорными растениями за факторы жизни позволило повысить биометрические показатели картофеля (высоту растения, количество листьев, массу ботвы). Это существенным образом сказалось на повышении хозяйственной продуктивности листьев – от 9,3 до 13,2%. Как следствие повышения эффективности работы ассимиляционного аппарата урожайность возросла на 3,6–6,5 т/га (в максимальном значении на фоне препарата Лазурит). Использование гербицидов на картофеле позволяет повысить уровень рентабельности производства на 22,3–56,4%.

EFFECT OF CHEMICAL CROP PROTECTION AGENTS ON WEED INFESTATION AND POTATO PRODUCTIVITY IN THE STEPPE ZONE OF THE KHAKASSIA REPUBLIC

¹Vit. V. Chagin, PhD in Agricultural Sciences

²V. V. Chagin, PhD in Agricultural Sciences

¹Khakass State University, named after N.F. Katanov, Abakan, Russia

²Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Moscow, Russia

Keywords: herbicides, potatoes, weeds, plant protection, biometric parameters, yield, regression equations.

Abstract. In the Russian Federation, large areas in farms of various forms of ownership are devoted to the potato. The wide range of uses for this crop is particularly relevant to the industry. Cultivation technology in general, particularly some elements of agronomic techniques, may have specific differences depending on the region and the soil and climate zone. An invariable negative biotic factor for any area remains weeds, which account for the agro-technological costs. The biological group and species composition of weeds significantly influence potato yields. Chemical crop protection products (herbicides) have a significant effect in reducing the negative impact of the factor. Therefore, the aim of the study is the effect of different herbicide preparations on weed infestation and potato productivity in the conditions of the steppe zone of the Republic of Khakassia. Experiments were laid from 2018 to 2020 on dark chestnut soil in the steppe zone of the Republic of Khakassia. The authors chose a medium-early potato variety of Siberian selection Tuleevsky as an object of research. The recommended potato cultivation technology for this zone was used in the study. Herbicides were selected for preemergence application (Gezagard, Lazurit, Sukhovey, Tornado), applied 20-25 days after planting, before the mass sprouting of plants. The hydrothermal coefficient changed from 1.68 to 1.85 in the years of research. Using herbicides reduced the number of monocotyledonous weeds by 18,9 - 26,7% and dicotyledonous weeds by 38,5 - 46,1% by the harvest period. Reduction of competition with weeds for life factors allowed increased biometric indicators of potatoes (height of a plant, number of leaves, weight of haulm). The increase of biometric parameters of potatoes has essentially affected the growth of economic productivity of leaves from 9,3 to 13,2 %. The yield of potatoes has increased on 3,6-6,5 t/hectare (at the maximum value at a background of Lazurite preparation) due to the increase of efficiency of work of assimilating apparatus. The use of herbicides on potatoes allows increasing the level of profitability of production by 22,3-56,4%.

Картофель является одной из важнейших культур сельскохозяйственного производства России, позволяющих обеспечивать продовольственную безопасность страны. По данным Росстата, в последние 3 года в хозяйствах всех категорий РФ произошло снижение площадей под картофелем на 10,3%, в Хакасии – на 23%, при этом урожайность культуры в зависимости от года колеблется от 13,2 до 15,7 т/га в среднем по республике. Одним из существенных факторов, ограничивающих величину урожайности культуры, является засоренность посадок однолетними и многолетними сорняками, особенно в начальный период роста и развития культуры, когда растения особенно уязвимы к отрицательному воздействию сорной растительности. Защита растений картофеля в начальный период роста от сорняков и засорителей возможна различными способами и методами, начиная с широко распространенного агротехнического и заканчивая высокоэффективным, относительно малозатратным химиче-

ским, позволяющим в течение длительного времени сдерживать новые волны появления сорной растительности в посадках картофеля [1–15].

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, содержит огромное количество гербицидов различных препаративных форм и производителей, показывая высокую насыщенность данного сегмента рынка для сельскохозяйственного производства. Однако, согласно отчетам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Хакасия, при возделывании картофеля гербициды не используются, что указывает на актуальность проводимых исследований. Подбор препаратов для борьбы с сорняками является особенным пунктом агрономических изысканий, обосновывающих подбор технологии возделывания культуры в конкретной почвенно-климатической зоне [16, 17].

Цель нашего исследования – изучить влияние различных гербицидных препаратов на засоренность посадок и продуктивность картофеля в условиях степной зоны Хакасии.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объекта исследований был выбран среднеранний сорт картофеля сибирской селекции Тулеевский, который обладает целым рядом положительных характеристик, начиная с хороших вкусовых качеств и заканчивая высокой экологической пластично-

месячных значений (15,1 °С). В июне 2020 г. средняя температура была самой низкой при условии 3-6-кратного превышения количества осадков (139,8 мм). В остальные месяцы зафиксированы практически одинаковые показатели во все годы исследования, при этом количество осадков значительно варьировало в зависимости от календарного года.

В 2018 г. сумма температур выше 10 °С составила 1934,1 °С, при этом гидротермический коэффициент находился на уровне 1,68. В 2019 г. отмечается снижение суммы температур выше 10 °С на 93,3 °С при одновременном возрастании гидротермического

Таблица 1

Показатели среднемесячной температуры и количества осадков.

Метеостанция «Хакасская», Республика Хакасия

Indicators of average monthly temperature and precipitation. Khakasskaya meteorological station, Republic of Khakassia

Год	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь	
	t °С	мм	t °С	мм	t °С	мм	t °С	мм	t °С	мм
2018	9,3	63,9	20,6	22,4	19,1	24,3	18,7	108,4	10,7	79,2
2019	9,9	16,2	17,4	50,1	18,8	108,2	18,2	80,7	11,4	40,1
2020	15,1	21,4	15,1	139,8	19,3	66,9	17,9	67,7	10,3	41,4

стью. Гербицидные препараты, используемые для борьбы с сорняками, были подобраны в следующем составе: Гезагард, КС (500 г/л), Лазурит, СП (700 г/кг), Суховой, ВР (150 г/л), Торнадо 500, ВР (500 г/л), при этом особенность применения каждого препарата была регламентирована сопровождающей инструкцией.

Почва опытного участка – темно-каштановая легкосуглинистая. Содержание гумуса в пахотном горизонте составило 2,8% при рН 8,0, что указывает на слабощелочную реакцию почвы.

Погодные условия в зоне проведения исследований в зависимости от года и месяца имели определенные особенности (табл. 1). В целом май в 2018 и 2019 гг. мало отличался по температурным показателям, однако в 2020 г. отмечается значительное превышение средне-

коэффициента до 1,85. В последний год исследований сумма температур выше 10 °С имела максимальное значение – 2187,3 °С при гидротермическом коэффициенте 1,72.

Опыты закладывали согласно общепринятым методикам в четырехкратной повторности с рендомизированным размещением делянок. Общая площадь делянки составила 28,7, учетной – 25 м². Посадку картофеля проводили в конце первой декады мая. Гербициды вносили через 20–22 дня после посадки, до появления массовых всходов, при расходе рабочей жидкости 300 л/га. Количественный и качественный учет сорняков в посадках картофеля осуществляли на площадках в рядках лентой 25 x 100 см (0,25 м²) во всех повторностях через каждые 20 дней по методике НИИКХ [18]. Площадь листовой поверхности определяли по методике Н.Ф. Коняева [19],

фотосинтетический потенциал – по методике А.А. Ничипоровича [20]. Качественные показатели клубней определяли в ГСАС «Хакасская»: содержание сухого вещества – методом высушивания, крахмала – на весах Парова и по Эверсу, сахаров – по Бертрану, аскорбиновой кислоты – по Мурри, нитратов-ион-селективным методом [21].

Математическую обработку данных полевых опытов проводили по Б.А. Доспехову [22] с использованием пакета прикладных программ Field Expert [23].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сорная растительность в посадках, особенно в первые фазы развития картофеля, отрицательно сказывается на оптимальном прохождении фенологических фаз. При этом если в начальный период происходят отклонения от оптимального развития, то, как правило, впоследствии можно наблюдать значи-

тельное снижение продуктивности как по количественному составу клубней, так и по весовому показателю. Одно из главных условий получения хорошего урожая картофеля – защита растений в критические периоды от отрицательного влияния сорняков, которое для картофеля особенно негативно в первые сроки – от всходов до бутонизации – цветения. В 2018–2020 гг. на опытном участке проводили довсходовую обработку посадок картофеля гербицидами Гезагард, Лазурит, Суховой и Торнадо.

На опытных делянках определяли численность и биологические группы сорных растений в течение практически всего вегетационного периода (3 учета) (табл. 2).

Учет сорных растений начали через 4 недели после внесения гербицидов. Как и следовало ожидать, после обработок гербицидными препаратами количество сорных растений значительно снизилось, на что указывают показатели их количества. По влиянию на однодольные сорняки выделился препарат

Таблица 2

Количество сорных растений в посадках картофеля сорта Тулеевский в зависимости от вида гербицида (2018–2020 гг.)

The number of weeds in plantings of potato variety Tuleevsky depends on the type of herbicide (2018-2020).

Вариант	Доза препарата, кг(л)/га	Срок обработки	Биологическая группа сорняков	Снижение засоренности, % к контролю		
				1-й учет	2-й учет	3-й учет
Контроль (без обработки)	-	-	Однодольные	(11,4)	(15,5)	(10,5)
			Двудольные	(28,5)	(97,3)	(112,8)
Гезагард	2	До всходов	Однодольные	28,6	22,4	18,9
			Двудольные	96,9	79,2	41,4
Лазурит	0,8	До всходов	Однодольные	44,3	48,9	23,3
			Двудольные	79,8	68,3	46,1
Суховой	2	До всходов	Однодольные	49,9	58,6	21,3
			Двудольные	82,6	71,7	38,5
Торнадо	2	До всходов	Однодольные	52,1	25,2	26,7
			Двудольные	68,9	56,1	39,1

Примечание. В контроле в скобках указана численность (шт/м²) сорняков.

Торнадо – 52,1% к контролю, на двудольные – Гезагард с эффективностью до 96,9%. Ко второму учету отмечены определенные изменения в количестве сорняков. Эффективно сдерживал рост и развитие однодольных сорняков препарат Суховей – 58,6% к контрольному варианту, снижение количества двудольных сорняков на 79,2% отмечено в варианте с препаратом Гезагард. К третьему учету отмечается определенное снижение эффективности препаратов. По группе однодольных самым эффективным к концу периода вегетации оказался препарат Торнадо – снижение на 26,7%, а по двудольным – Лазурит, где к уборке урожая фиксировалось на 46,1% меньше сорняков относительно контрольного варианта.

В период вегетации проводили учет различных биометрических параметров растений картофеля для определения влияния снижения количества сорных растений в посадках картофеля при внесении различных видов гербицидов (табл. 3). Основными параметрами учета были высота растений, количество листьев и масса ботвы, которые имели определенные различия в зависимости от препарата, который влиял косвенно, через снижение засоренности и увеличение количества доступных культурному растению питательных веществ.

Все препараты, используемые в посадках картофеля, позволили значительно повысить высоту растений за счет снижения конкуренции с сорняками. В сравнении с контрольным вариантом высота культурных растений увеличивалась от 2,3 (Гезагард) до 4,3 см (Лазурит), что указывает на их эффективность.

Количество стеблей – один из важных показателей для формирования большего количества клубней растениями картофеля. На делянках, обработанных гербицидами, отмечалось небольшое увеличение количества стеблей – на 0,3–0,4 шт. в сравнении с кон-

трольным вариантом. При этом никаких существенных различий между вариантами с препаратами не выявлено.

Важным показателем, положительно сказывающимся на процессе протекания фотосинтеза, является количество листьев. В контрольном варианте данный показатель находился на уровне 26,7 листа на растение, а в вариантах с препаратами наблюдалось его повышение до уровня 28,8–30,6 шт. на растение, что является статистически достоверным относительно контроля при проведении соответствующих расчетов.

В период бутонизации растения, делянки которых обрабатывали гербицидами, формировали наибольшую массу ботвы, на что указывает повышение высоты растений, количества стеблей и листьев. Величина показателя массы ботвы с куста растения картофеля сорта Тулеевский минимальное значение имела в контрольном варианте – 278,5 г, наименьшая прибавка (на 18,2 г) отмечена в варианте, где использовался Гезагард, наибольшая (50,9 г) – Лазурит, остальные препараты показали промежуточные значения.

Одним из важных показателей результативности формирования урожая является площадь листовой поверхности. Большая площадь листовой поверхности обеспечивает лучшее усвоение фотосинтетически активной радиации (ФАР) в процессе фотосинтеза. Этот показатель на всех делянках опыта в начальный период практически не различался по причине небольшой площади проективного покрытия всех растений, включая сорняки. В период бутонизации отмечается наиболее значительное увеличение площади листовой поверхности – до 24,8 тыс. м²/га при использовании гербицида Лазурит (21,9 тыс. м²/га в контроле). К периоду массового цветения площадь листовой поверхности картофеля сорта Тулеевский превысила 30 тыс. м²/га с максимальным значением (32,7 тыс. м²/га) при об-

Таблица 3

Биометрические показатели и урожайность картофеля сорта Тулеевский (среднее за 2018–2020 гг.)

Biometric indices and yields of potato variety Tuleevsky (average for 2018–2020)

Вариант	Высота, см	Количество основных стеблей, шт.	Количество листьев, шт.	Масса ботвы, г	Урожайность, т/га	Прибавка	
						т/га	%
Контроль (без обработки)	21,6	3,4	26,7	278,5	24,5	-	-
Гезагард	23,9	3,7	29,5	296,7	29,9	5,4	22,0
Лазурит	25,9	3,8	30,6	329,4	31,0	6,5	26,5
Суховой	24,7	3,7	28,8	301,6	28,1	3,6	14,7
Торнадо	24,0	3,7	28,9	312,6	28,4	3,9	15,9
НСР _{0,5}	0,9	0,1	0,7	10,3	0,9	-	-

работке делянки препаратом Лазурит. Замеры листовой поверхности перед уборкой урожая выявили значения от 13,5 до 15,9 тыс. м²/га с сохраняющейся тенденцией, что и в период вегетации.

Существенным показателем роста и развития растений картофеля является не только площадь листовой поверхности, но и эффективность функционирования листового аппарата в период вегетации. За данное условие отвечает показатель фотосинтетического потенциала (ФСП). В контрольном варианте фотосинтетический потенциал находился на уровне 1703,3 тыс. м² • сут/га. В вариантах с применением химических средств защиты растений от сорняков происходит увеличение значения показателя ФСП: Суховой – 1773,0, Торнадо – 1809,0, Гезагард – 1865, и Лазурит – 1905,8 тыс. м² • сут/га.

На эффективность работы листового аппарата в период вегетации указывает параметр хозяйственной продуктивности листьев (ХПЛ), выраженный в тоннах клубней на площадь листовой поверхности. При использовании гербицидов в посадках картофеля наблюдается повышение данного параметра до уровня 1,41–1,46 т/тыс. м²/га (от 9,3 до 13,2%), тогда как в контрольном варианте значение показателя находилось на уровне 1,29 т/тыс. м²/га.

Уборку и учет урожайности растений картофеля во все годы исследований осуществляли в первой декаде сентября (табл. 3).

Значительное снижение количества сорных растений различных видов и групп позволило растениям картофеля сорта Тулеевский повысить продуктивность относительно контрольного варианта, где она составляла 24,5 т/га. При использовании гербицидов Суховой и Торнадо показатели урожайности находились на одном уровне, прибавка к контролю – 14,7–15,9%. Использование Лазурита и Гезагарда позволило сформировать урожайность картофеля на уровне 29,9 и 31,0 т/га соответственно. От контроля данные варианты отличались на 5,4–6,5 т/га, что является значительной прибавкой продуктивности и в процентном выражении составляет от 22 до 26,5%. Согласно статистическим расчетам, урожайность клубней сорта Тулеевский на 42,4% зависит от погодных условий, на 33,7% – от вида гербицида и на 23,9% определяется взаимодействием факторов.

Химический состав клубней картофеля является хорошим индикатором использования определенного элемента агротехники. В контрольном варианте содержание сухого вещества и крахмала составляло 21,4 и 16,2% соответственно. Применение гербицидов для борьбы с сорной растительностью по-

зволило получить значения данных параметров как ниже контрольного варианта, так и несущественно выше. По сухому веществу пределы составили от 20,9 до 21,6, а по крахмалу – 15,9–16,2%. Накопление аскорбиновой кислоты клубнями незначительно выше контрольного варианта зафиксировано при обработке препаратами Гезагард и Суховей, в остальных вариантах – на уровне контроля. Минимальное количество нитратов обнаружено на делянках без обработок гербицидами – 71 мг/кг, а при их использовании содержание нитратов повышалось до 75–89 мг/кг клубней, что значительно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК), которая составляет 250 мг/кг по сырым клубням картофеля.

С использованием статистических методов исследования для анализа взаимосвязи показателей количества сорной растительности различных биологических групп в посадках картофеля и урожайностью были

казателями урожайности картофеля и засоренностью посадок, где $s_r = 0,063-0,079$ и $t_r = 3,77-9,58$ при $t_{0,5} = 2,2$.

Использование различных препаратов в посадках картофеля позволяет значительно снизить затраты на получение продукции, что приводит к снижению её себестоимости. Обработка гербицидами способствует уменьшению влияния такого биотического фактора, как сорняки и засоренность посадок.

Анализ результатов расчетов экономической эффективности позволил установить стоимость дополнительного урожая, которая составила от 43,75 до 59,33 тыс. руб / га. Величина дополнительного чистого дохода достигала 31,48–48,75 тыс. руб / га. Уровень рентабельности производства картофеля при использовании гербицидов значительно выше (на 22,3–56,4%) варианта без обработок (138,1%), что указывает на необходимость их применения в посадках картофеля в весенний период в степной зоне Хакасии.

Таблица 4

Взаимосвязь засоренности посадок и урожайности картофеля сорта Тулеевский

Relationship between weed infestation and yield of potato variety Tuleevsky

Вариант	Доза препарата, кг(л)/га	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции, r
Контроль (без обработки)	-	$Y = 232,6 + -1,68 \cdot X$	- 0,921
Гезагард	2	$Y = 191,0 + -2,16 \cdot X$	- 0,769
Лазурит	0,8	$Y = 46,34 + -0,22 \cdot X$	- 0,880
Суховей	2	$Y = 73,56 + -0,59 \cdot X$	- 0,897
Торнадо	2	$Y = 101,1 + -0,95 \cdot X$	-0,933

вычислены уравнения регрессионного типа (табл. 4).

Данные уравнения позволяют в дальнейшем осуществлять прогноз получения определенного количества урожая при различном уровне засорения посадок картофеля в условиях степной зоны Хакасии. Выявленные зависимости показали высокую обратную парную корреляцию (при $P < 0,05$) между по-

ВЫВОДЫ

1. Использование гербицидов в посадках картофеля в условиях степной зоны Хакасии способствует снижению численности однодольных и двудольных сорняков на 18,9–26,7 и 38,5–46,1% соответственно к периоду уборки урожая.

2. Применение химических средств защиты растений от сорняков косвенно обеспечивает значительное увеличение надземной вегетативной массы растений картофеля и эффективности её функционирования, в результате чего фотосинтетический потенциал повышается на 69,7–202,5 тыс. м²•сут/га, хозяйственная продуктивность листьев – на 9,3–13,2%.

3. Защита картофеля от сорняков на начальном этапе оказывает благоприятное воздействие на накопление урожая за счет снижения конкуренции в период роста. Наибольшую прибавку сформировали растения в варианте

с обработкой препаратом Лазурит – 31,0 т/га, что превышает контроль на 6,5 т/га, в остальных вариантах прибавка составила от 14,7 до 22%. При этом урожайность картофеля зависела на 42,4% от погодных условий года и на 33,7% от вида гербицида.

4. Наиболее экономически эффективным гербицидом в посадках картофеля сорта Тулеевский оказался Лазурит, который максимально увеличил величину дополнительного чистого дохода – до 48,75 тыс. руб/га и при этом повысил уровень рентабельности на 56,4%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бирюкова М.В. Эффективность применения гербицидов на посадках картофеля // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2017. – № 19. – С. 82–84.
2. Гаврилец Н.В. Влияние применения регуляторов роста на урожайность и качество раннего картофеля // Инновации и продовольственная безопасность. – 2015. – № 4 (10). – С. 45–48.
3. Галеев Р.Р. Особенности производства картофеля в Западной Сибири. – Новосибирск, 2017. – 116 с.
4. Галеев Р.Р., Чагин В.В. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество картофеля в сухостепной зоне Республики Хакасия // Вестник НГАУ. – 2010. – №2(14). – С. 13–15.
5. Иванова Н.В. Влияние современных гербицидов на урожайность и качество картофеля // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – №9(213). – С. 122–125.
6. *Картофель в России* / под ред. А. В. Коршунова. – М.: ООО «Достижения науки и техники в АПК», 2003. – 968 с.
7. Котиков М.В. Эффективность применения нового гербицида почвенного действия Артист на посадках картофеля // Защита и карантин растений. – 2019. – № 6. – С. 18–19.
8. Рубцов Л.М., Асеева Т.А. Изменение сорного компонента в посадках картофеля под влиянием гербицидов // Защита и карантин растений. – 2019. – № 7. – С. 44–46.
9. Середя Г.М. Комбинированные гербициды почвенного действия в посадках картофеля // Защита растений. – 2018. – № 42. – С. 38–43.
10. Смур В.В., Шпанев А.М. Результативность разных способов защиты посадок картофеля от сорной растительности по предшественнику многолетние травы // Достижение науки и техники АПК. – 2018. – № 3 (Т. 32). – С. 83–87.
11. Hadi M.R., Taheri R., Balali G.R. Effect of iron and zinc fertilizers on the accumulation of Fe and Zn ions in potato tubers // Journal of Plant Nutrition. – 2014. – Vol. 38 (2). – P. 202–211.
12. Genetic mapping of quantitative trait loci for tuber-cadmium and zinc concentration in potato reveals associations with maturity and both overlapping and independent components of genetic control / M.F. Mengist, S. Alves, D. Giffin [et al.] // Theoretical and Applied Genetics. – 2018. – Vol. 131 (4). – P. 929–945.
13. Collis J.S. The Worm forgives the plough. Vol. 1: While following the Plough; Vol. 2: Down to Earth. - Middlesex (England): Penguin Books, 1988. – 363 p.

14. Evenson R.E. *Research and Extension in Agricultural Development*. - San Francisco: International Center for Economic Growth Publication, 1992. – 54 p.
15. Kallen S.A. *The Farm*. – Edina (Minnesota): ABDO & Daughters, 1997. – 24 p.
16. Токарева Н.В., Суров В.В., Чухина О.В. Влияние минеральных удобрений, гербицида и комплексного препарата Альбит на урожайность, качество и вынос элементов питания картофелем в Вологодской области // *Агрохимия*. – 2019. – № 5. – С. 56–65.
17. Ханкишиев Э.Я., Агаев Ф.А. Эффективность применения гербицидов на картофеле // *Защита и карантин растений*. – 2019. – № 4. – С. 32–33.
18. *Методика определения засоренности в посадках картофеля*. – М.: Изд-во ВНИИКХ, 2007. – 38 с.
19. Коняев Н.Ф. Математический метод определения площади листьев растений // *Доклады ВАСХ-НИИЛ*. – 1970. – № 9. – С. 43–46.
20. Ничипорович А.Ф. Фотосинтетическая деятельность в посевах сельскохозяйственных культур. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 231 с.
21. Ермаков А.И. *Методика биохимических исследований*. – М.: Колос, 1979. – 268 с.
22. Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта*. – М.: Агропромиздат, 1985. – 365 с.
23. Акимова О.И., Акимов Д.Н. Использование статистических методов обработки опытных данных при выполнении студенческих научных работ // *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. – 2016. – № 18. – С. 76–78.

REFERENCES

1. Biryukova M.V., *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkt-sii sel'skogo khozyaistva*, 2017, No. 19, pp. 82–84. (In Russ.)
2. Gavrilets N.V., *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2015, No. 4 (10), pp. 45–48. (In Russ.)
3. Galeev R.R., *Osobennosti proizvodstva kartofelya v Zapadnoi Sibiri* (Features of potato production in Western Siberia), Novosibirsk, 2017, 116 p.
4. Galeev R.R., Chagin V.V., *Vestnik NGAU*, 2010, No. 2(14), pp. 13–15. (In Russ.)
5. Ivanova N.V., *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2010, No. 9(213), pp. 122–125. (In Russ.)
6. *Kartofel' v Rossii* (Potatoes in Russia), pod red. A.V. Korshunova, Moscow: OOO Dostizheniya nauki i tekhniki v APK, 2003, 968 p.
7. Kotikov M.V., *Zashchita i karantin rastenii*, 2019, No. 6, pp. 18–19. (In Russ.)
8. Rubtsov L.M., Aseeva T.A., *Zashchita i karantin rastenii*, 2019, No. 7, pp. 44–46. (In Russ.)
9. Sereda G.M., *Zashchita rastenii*, 2018, No. 42, pp. 38–43. (In Russ.)
10. Smuk V.V., Shpanev A.M., *Dostizhenie nauki i tekhniki APK*, 2018, No. 3 (T. 32), pp. 83–87. (In Russ.)
11. Hadi M.R., Taheri R., Balali G.R., Effect of iron and zinc fertilizers on the accumulation of Fe and Zn ions in potato tubers, *Journal of Plant Nutrition*, 2014, Vol. 38 (2), pp. 202–211.
12. Mengist M.F., Alves S., Giffin D., Creedon J., McLaughlin M.J., Jones P.W., Milbourne D., Genetic mapping of quantitative trait loci for tuber-cadmium and zinc concentration in potato reveals associations with maturity and both overlapping and independent components of genetic control, *Theoretical and Applied Genetics*, 2018, Vol. 131 (4), pp. 929–945.
13. Collis J.S., *The Worm forgives the plough*, Vol. 1: While following the Plough; Vol. 2: Down to Earth. – Middlesex (England): Penguin Books, 1988, 363 p.
14. Evenson R.E., *Research and Extension in Agricultural Development*, San Francisco: International Center for Economic Growth Publication, 1992, 54 p.
15. Kallen S.A., *The Farm*, Edina (Minnesota): ABDO & Daughters, 1997, 24 p.
16. Tokareva N.V., Surov V.V., Chukhina O.V., *Agrokhimiya*, 2019, No. 5, pp. 56–65. (In Russ.)

17. Khankishiev E.Ya., Agaev F.A., *Zashchita i karantin rastenii*, 2019, No. 4, pp. 32–33. (In Russ.)
18. *Metodika opredeleniya zasorennosti v posadkakh kartofelya* (The method of determining the contamination in potato plantings), Moscow: Izd-vo VNIKKh, 2007, 38 p. (In Russ.)
19. Konyaev N.F., *Doklady VASKhNIL*, 1970, No. 9, pp. 43–46. (In Russ.)
20. Nichipirovich A.F., *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' v posevakh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* (Photosynthetic activity in agricultural crops), Moscow: Sel'khozgiz, 1961, 231 p. (In Russ.)
21. Ermakov A.I., *Metodika biokhimicheskikh issledovaniy* (Methods of biochemical research), Moscow: Kolos, 1979, 268 p. (In Russ.)
22. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta* (Methodology of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, 365 p. (In Russ.)
23. Akimova O.I., *Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova*, 2016, No. 18, pp. 76–78. (In Russ.)