

УДК 633.491:631.8:632.95

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, ГЕРБИЦИДА И КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА АЛЬБИТ НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ КАРТОФЕЛЕМ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2019 г. Н. В. Токарева<sup>1</sup>, В. В. Суров<sup>1,\*</sup>, О. В. Чухина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина  
160555 Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2, Россия

\*E-mail: wladimirsurow@rambler.ru

Поступила в редакцию 26.09.2018 г.

После доработки 08.11.2018 г.

Принята к публикации 10.02.2019 г.

В условиях полевого опыта в 2015–2017 гг. на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве Вологодской обл. изучено влияние применения минеральных удобрений, гербицида лазурит, СП и комплексного препарата альбит на урожайность и качество клубней и ботвы столового картофеля сорта Скарб. Показан хозяйственный вынос и вынос элементов питания растениями картофеля для создания 1 т клубней с учетом ботвы в зависимости от изученных факторов. Комплексный препарат альбит снижал негативное действие гербицида на растения картофеля, усиливал ростовые процессы, повышал устойчивость культуры к неблагоприятным погодным факторам, способствуя повышению урожайности клубней на 11–19%, ботвы – на 4–8%, содержания крахмала – на 2–3%, снижению содержания нитратов на 6–35%, увеличению содержания азота, фосфора, калия в клубнях и ботве соответственно на 2–3, 4–11, 1–2%. В среднем вынос азота, фосфора и калия растениями картофеля для создания 1 т клубней с учетом ботвы на удобренном фоне возрастал при применении средств защиты соответственно на 10, 28 и 4%.

*Ключевые слова:* картофель, урожайность, качество клубней, вынос элементов питания, Вологодская обл.

DOI: 10.1134/S0002188119050090

### ВВЕДЕНИЕ

Почвенно-климатические условия Вологодской обл. позволяют получать высокие урожаи клубней картофеля с хорошими показателями качества и потребительскими свойствами. Например, в некоторых хозяйствах региона урожаи достигают 50 т/га [1].

Повышения урожайности картофеля добиваются за счет агротехнических мероприятий, оптимальной системы удобрения и средств защиты растений. Доказано, что применение удобрений существенно влияет на количественные и качественные составляющие урожая клубней [2].

Государственной программой “Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013–2020 годы” предусмотрено увеличение производства продукции, в том числе за счет использования современных технологий и повышения урожайности сельскохозяйственных культур [3].

Установлено, что урожайность клубней картофеля в большей степени определяется условиями азотного питания растений (52%), но велика роль и погодного фактора (30%). На содержание крахмала и нитратов в клубнях влияет комплекс факторов: уровень минерального питания, метеорологические условия в год возделывания, агротехника, окультуренность почвы, влагообеспечение, степень зрелости клубней [4–6].

В целом минеральные удобрения увеличивают урожайность клубней картофеля, но при этом снижается содержание в них крахмала и сухого вещества, увеличивается содержание нитратов, ухудшаются вкусовые качества. Фосфорные удобрения положительно влияют на снижение содержания нитратов в продукции. Увеличение доз азота снижает в клубнях содержание сухого вещества, крахмала, увеличивает содержание нитратов. Отмечено, что азот в ранние сроки образования клубней (сразу после цветения) повы-

шает содержание крахмала в них, а понижает ближе к концу вегетации растений [7, 8].

Результаты проведенных исследований в условиях полевых опытов на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в Вологодской обл. свидетельствуют, что применение только фосфорно-калийных удобрений под картофель оказывало мало влияния на увеличение выноса элементов питания растениями картофеля для создания 1 т клубней с учетом ботвы, а внесение полного минерального удобрения наиболее заметно увеличивало вынос азота и калия. Хозяйственный вынос элементов питания из удобрений и почвы урожаем клубней картофеля возрастал с повышением внесенных доз удобрений [9, 10].

В настоящее время в растениеводстве широкое применение находят препараты – активаторы иммунитета и продуктивности, которые повышают устойчивость сельскохозяйственных культур к различным стрессовым абиотическим и биотическим факторам среды. Действие гербицида лазурит, СП и препарата альбит на основные сельскохозяйственные культуры достаточно хорошо изучено во многих почвенно-климатических условиях РФ и подтверждено результатами полевых опытов. Средняя по стране прибавка урожая клубней картофеля при применении альбита составляет 34%, а добавление альбита к гербицидам обеспечивает прибавку на уровне 16% по сравнению с использованием только гербицидов [11, 12].

Вологодская область – зона избыточного увлажнения. Из-за высокой засоренности сельскохозяйственных угодий необходимо применение средств защиты культурных растений от сорняков. Актуальным остается вопрос эффективности применения в посадках картофеля гербицида лазурит, СП и препарата альбит на фоне удобрений в природно-климатических условиях Вологодской обл., т.к. комплексное действие на культуру данных средств защиты растений в регионе не изучено.

Цель работы – изучение в условиях полевого опыта влияния минеральных удобрений, гербицида лазурит, СП и препарата альбит на урожайность основной и побочной продукции картофеля, содержание в клубнях крахмала и нитратов, а также влияния данных факторов на хозяйственный вынос и вынос элементов питания растениями картофеля из удобрений и почвы для создания 1 т клубней с учетом ботвы.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2015–2017 гг. в полевом опыте на учебно-опытном поле Вологод-

ской ГМХА, которое расположено в 20 км к западу от г. Вологды около д. Марфино Вологодского р-на.

По данным Вологодского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, агрометеорологические условия роста и развития сельскохозяйственных культур в 2015–2017 гг. отличались от средних многолетних показателей. В весенний период 2015 г. отмечены повышенные температуры воздуха. Особенно теплая погода (на 4–7°C выше нормы) с обильными осадками отмечена во 2-й и 3-й декадах мая. Летние периоды 2015 и 2017 гг. оказались самыми прохладными за последние несколько лет, с большим количеством пасмурных дней и неравномерным распределением осадков. В 2015 г. особенно холодной оказалась 2-я декада июля – средняя температура воздуха была на 3–4°C ниже климатической нормы (13.3–15°C). За вегетационный период 2015 г. (май–сентябрь) сумма эффективных температур составила 1455°C (на 204°C выше среднего многолетнего показателя), среднесуточная температура воздуха составила 14.3°C, количество осадков превышало среднемноголетнюю норму на 4%.

Весенне-летний период 2016 г. характеризовался повышенным температурным режимом (в среднем на 5–6°C выше нормы) с дефицитом осадков. Прохладную погоду отмечали лишь в первой декаде июня. В течение июня–июля наблюдали неравномерное выпадение осадков. Теплый август (на 2–5°C выше нормы) сопровождался обильными осадками. Сумма эффективных температур за период вегетации картофеля в 2016 г. составила 1569°C (на 318°C выше среднего многолетнего показателя), что на 114°C выше по сравнению с 2015 г., среднесуточная температура воздуха составила 17.8°C.

В 2017 г. весна началась рано, но была затяжной с продолжительными возвратами холодов. Пониженный температурный фон со средней месячной температурой воздуха на 2–4°C ниже многолетней нормы сохранялся с мая по первую декаду июля включительно. За вегетационный период 2017 г. сумма эффективных температур составила 1171°C (на 80°C ниже средней многолетней), что было на 284°C меньше, чем за 2015 г. и на 398°C меньше, чем за 2016 г., среднесуточная температура воздуха составила 12.4°C, количество осадков превышало среднемноголетнюю норму на 29%.

Для опыта был выбран районированный в Вологодской обл. среднеспелый столовый картофель сорта Скарб. На территории области сорт районирован с 2006 г., характеризуется высокой урожайностью и товарностью до 97% [13].

Почва опытного участка – дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая, мощность пахотного слоя составляет 20–22 см. Пахотный слой почвы перед закладкой опыта (2015 г.) имел следующую агрохимическую характеристику:  $pH_{KCl}$  5.1 (слабокислая реакция среды), содержание подвижного  $P_2O_5$  (по Кирсанову) – 280, подвижного  $K_2O$  – 160 мг/кг почвы, гумуса (по Тюрину) – 2.1%. По основным агрохимическим показателям пахотного слоя почва опытного участка характерна для большинства сельскохозяйственных угодий Вологодской обл. [14].

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (без прополки и средств защиты растений), 2 – контроль (ручная прополка), 3 – контроль (обработка гербицидом лазурит, СП), 4 – контроль (лазурит, СП + препарат альбит), 5 – N125P50K225, 6 – N125P50K225 + ручная прополка, 7 – N125P50K225 + лазурит, СП, 8 – N125P50K225 + лазурит, СП + препарат альбит.

Доза удобрения N125P50K225 рассчитана по методике Ю.П. Жукова на планируемую среднюю урожайность клубней 25 т/га [15]. Осенью под яблечную вспашку вносили фосфорно-калийные удобрения ( $P_{сд}$  в физическом весе 1.02 ц/га и  $K_x$  в физическом весе 3.75 ц/га). Весной при проведении предпосевной культивации вносили азотное удобрение ( $N_{аа}$  из расчета 3.68 ц/га).

Площадь одной делянки составляла 28 м<sup>2</sup> (5 м × 5.6 м). В двухфакторном полевом опыте изучали: фактор А – доза удобрения (N125P50K225), фактор Б – гербицид лазурит, СП или гербицид совместно с комплексным препаратом альбит, а также АБ – взаимодействие изученной дозы удобрения с одним или двумя препаратами.

Для определения эффективности расчетной дозы удобрения в сочетании с принятыми в практику гербицидом и комплексным препаратом растения обрабатывали в фазе всходов картофеля: лазурит, СП – 1.0 кг/га, альбит – 0.04 л/га. Норма расхода рабочего раствора баковой смеси – 300 л/га.

Гербицид лазурит, СП (д.в. метрибузин, 700 г/кг) является универсальным средством борьбы с сорняками на полях картофеля избирательного действия, не оказывает негативного влияния на культурные растения. Комплексный препарат альбит (д.в. – поли-*beta*-гидроксимасляная кислота из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*, препаративная форма – текучая паста) по рекомендациям производителя обладает достоинствами антидота, контактного биологического фунгицида и стимулятора роста, в баковых смесях хорошо совместим с пестицида-

ми. Альбит повышает устойчивость растений к засухе и другим неблагоприятным факторам среды, нейтрализует стрессовое действие химических пестицидов и удобрений.

Посадку и уборку картофеля проводили вручную, учет урожайности – сплошным методом. Урожай клубней и ботвы приведен к стандартной влажности 75%. Образцы растений для дальнейшего агрохимического анализа отбирали за день до сплошной уборки. Клубни и ботву брали со всех повторений (10 кустов с каждой делянки), затем формировали средние пробы. В отобранных образцах определяли содержание следующих элементов: азот – по ГОСТ 13496.4-93 [16], фосфор – по ГОСТ 26657-97 [17], калий – по ГОСТ 30504-97 [18]. Содержание крахмала в клубнях определяли в соответствии с ГОСТ 26176-91 [19], нитратов – по ГОСТ 13496.19-2015 [20]. Повторность опыта трехкратная, размещение делянок систематическое.

Статистическая обработка полученных результатов проведена методом двухфакторного дисперсионного анализа при помощи программы Excel и по методам [21].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что растения картофеля наиболее требовательны к элементам питания в период клубнеобразования (конец бутонизации–цветение). В этот период происходит накопление до 75% конечного урожая. В опытных вариантах фаза цветения в 2015 г. наступила на 2–3 нед раньше средних многолетних показателей при прохладной и пасмурной погоде (на 1–4°C ниже нормы), что явилось одной из причин недобора урожая клубней по сравнению с 2016 г. [22]. В 2017 г., в целом в Вологодской области, наблюдали опасное агрометеорологическое явление – переувлажнение верхних слоев почвы. Недостаточное количество солнечных дней и пониженный температурный режим в первой половине лета 2017 г. (недобор тепла) и теплый август с дефицитом осадков значительно сказались на урожайности картофеля. Кроме этого, лето было на редкость дождливым, что существенно повлияло на действие гербицида. Фактическая средняя урожайность клубней картофеля сорта Скарб за 2015–2017 гг. исследований приведена в табл. 1.

В целом 2017 г. был неблагоприятным для сельскохозяйственного производства в регионе. Запасы продуктивной влаги в почве на протяжении практически всего вегетационного периода значительно превышали оптимальные показатели, создавая дефицит кислорода в зоне образова-

**Таблица 1.** Влияние минеральных удобрений, гербицида и препарата альбит на урожайность клубней картофеля, т/га

Вариант	Год			Среднее	Прибавка к абсолютному контролю	
	2015	2016	2017		т/га	%
1. Контроль (без прополки и СЗР)	26.7	27.5	17.7	24.0	—	—
2. Контроль (ручная прополка)	27.9	31.7	22.6	27.4	3.4	14
3. Контроль (лазурит, СП)	27.5	30.7	21.3	26.5	2.5	11
4. Контроль + лазурит, СП + альбит	29.6	34.3	22.9	28.9	5.0	21
5. NPK	36.6	38.5	28.0	34.4	10.4	44
6. NPK + прополка вручную	38.4	41.8	28.4	36.2	12.3	51
7. NPK + лазурит, СП	37.7	41.7	28.5	36.0	12.0	50
8. NPK + лазурит, СП + альбит	42.5	46.7	32.2	40.5	16.5	69
<i>HCP</i> <sub>05</sub> *	A = 1.6 Б = 1.0 АБ = 0.6	A = 1.6 Б = 1.0 АБ = 0.6	A = 1.5 Б = 0.9 АБ = 0.6			

Примечание. Нумерация вариантов та же в табл. 2–7.

\* Фактор А – удобрения, фактор Б – препарат, фактор АБ – удобрения + препарат. То же в табл. 2–7.

ния клубней. Как следствие, на фоне недостатка тепла происходило частичное вымокание картофеля, что заметнее отразилось на таких восприимчивых к переувлажнению сортах, как изученный сорт. Среднеспелый сорт картофеля Скарб в начальные периоды роста практически не переносит переувлажнения почвы. Период созревания у него наступает на 20–30 сут позже ранних сортов. Очевидно, урожайность клубней в 2015 и 2017 гг. была бы больше при благоприятных климатических условиях в вегетационный период развития культуры. Обильные осадки и недостаток тепла в 2015 г. и особенно в 2017 г. обусловили недобор урожая. Тем не менее, средняя за 3 года исследования урожайность во всех вариантах опыта, за исключением абсолютного контроля, была больше плановой.

В среднем за 3 года наблюдений урожайность в вариантах с прополкой вручную мало отличалась от контроля, но была на 1–3% больше, чем в вариантах с применением гербицида лазурит, СП, как на фоне, так и без внесения удобрений, что еще раз подтвердило факт наличия гербицидного стресса на растения. На удобренном фоне применение только гербицида (вариант 7) незначительно увеличивало урожайность клубней по сравнению с вариантом внесения только минеральных удобрений (вариант 5).

В среднем за годы наблюдений доза удобрения N125P50K225 обеспечивала существенную прибавку урожая клубней. В вариантах 5–8 урожай-

ность была больше по сравнению с абсолютным контролем на 44–69%. Внесение NPK без средств защиты растений (вариант 5) повышало урожайность клубней в среднем на 10.42 т/га по сравнению с абсолютным контролем.

Наибольшую прибавку урожайности (в среднем 16.5 т/га) обеспечивал вариант 8: внесение NPK + лазурит, СП + препарат альбит. Причем в вариантах без минеральных удобрений лучший результат был также получен при обработке картофеля баковой смесью лазурит, СП + альбит (вариант 4), где прибавка к контролю составила 5.0 т/га. Вариант с прополкой вручную обеспечивал прибавку к абсолютному контролю на уровне 3.4 т/га, на фоне внесения минеральных удобрений – 12.3 т/га. Наименьшая прибавка урожайности (2.5 т/га) отмечена в варианте с применением только гербицида. Полученные экспериментальные данные прибавок урожайности клубней позволили утверждать, что комплексный препарат альбит снижал негативное действие гербицида на растения картофеля, оказывал влияние на усиление ростовых процессов, повышал устойчивость растений к неблагоприятным погодным факторам. Следует отметить, что препарат активнее работал на удобренном фоне, т.к. прибавка урожайности клубней в варианте 4 по сравнению с вариантом 3 составляла в среднем 10%, в варианте 8 по сравнению с вариантом 7 – 19%.

В среднем за 3 года исследования все экспериментальные варианты обеспечивали существен-

**Таблица 2.** Влияние минеральных удобрений, гербицида и препарата альбит на урожайность ботвы картофеля, т/га

Вариант	Год			Среднее	Прибавка к абсолютному контролю	
	2015	2016	2017		т/га	%
1	8.6	8.8	5.8	7.7	—	—
2	8.8	9.1	6.4	8.1	0.4	5
3	8.6	9.0	6.3	8.0	0.3	4
4	8.9	9.4	6.6	8.3	0.6	8
5	9.3	9.7	8.2	9.0	1.3	17
6	9.7	10.1	8.4	9.4	1.7	22
7	9.5	10.0	8.5	9.3	1.6	21
8	10.1	10.6	9.1	9.9	2.2	29
<i>НСР<sub>05</sub>*</i>	A = 0.4 Б = 0.2 АБ = 0.2	A = 0.4 Б = 0.2 АБ = 0.1	A = 0.5 Б = 0.2 АБ = 0.2			

ную прибавку урожайности клубней картофеля, но лучший результат получен в вариантах с внесением минеральных удобрений. Например, в варианте с внесением только NPK урожайность составляла в среднем 34.4, NPK + прополка – 36.2, NPK + лазурит, СП – 36.0 т/га. Во все годы исследования самая высокая урожайность (в среднем 40.5 т/га) отмечали в варианте NPK + лазурит, СП + альбит, что доказало эффективность применения антидота альбит в баковой смеси с гербицидом в посадках картофеля даже в экстремальных погодных условиях.

Повышение урожайности основной продукции при научно обоснованной системе внесения удобрений и применении средств защиты растений доказано различными полевыми опытами, в том числе и нашими исследованиями, кроме этого увеличивалась и урожайность побочной продукции (табл. 2).

В годы наблюдений на урожайность ботвы картофеля, как и клубней, влияли погодные условия в период вегетации культуры. В более благоприятном 2016 г. во всех исследованных вариантах был получен больший урожай побочной продукции. Положительное действие комплексного препарата альбит подтвердили и фактические данные урожайности ботвы картофеля в среднем за 3 года. В вариантах 3 и 7 с применением только гербицида урожайность ботвы была меньше на 0.1 т/га по сравнению с соответствующими вариантами при ручной прополке, а обработка посадок баковой смесью с препаратом альбит повышала урожайность на 4–8%. Препарат повышал иммунитет растений к заболеваниям и снижал повре-

ждаемость листового аппарата картофеля гербицидом. За период наблюдений максимальные урожаи ботвы (в среднем 9.9 т/га) обеспечивал вариант NPK + лазурит, СП + альбит.

Снижая фитотоксическое действие гербицида лазурит, СП на растения картофеля, комплексный препарат альбит оказывал влияние и на содержание крахмала в клубнях (табл. 3). Известно, что при оптимальном увлажнении в период вегетации картофеля повышается урожай клубней с некоторым снижением их крахмалистости, а в условиях засушливого лета урожайность клубней может снижаться, но с накоплением в них большего количества крахмала, что, как правило, улучшает их вкусовые качества. В условиях нехватки влаги и недостаточном синтезе белковых веществ в 2016 г. крахмалистость клубней оказалась выше, чем в 2015 и 2017 гг.

Клубни столового картофеля сорта Скарб могут накапливать содержание крахмала от низкого до среднего (10–17%). Достаточное фосфорное питание растений картофеля способствует повышению крахмалистости клубней, что подтверждено и нашими исследованиями. Поскольку почва опытного участка очень высоко обеспечена подвижным фосфором, доступным для растений, содержание крахмала в клубнях в среднем за 3 года было практически максимальным для данного сорта (14.7–16.2%).

Во все годы наблюдений минеральные удобрения оказывали существенное влияние на увеличение содержания крахмала в клубнях. Обработка посадок только гербицидом лазурит, СП практически не оказывала влияния на крахмалистость, а

**Таблица 3.** Влияние минеральных удобрений, гербицида и препарата альбит на содержание крахмала в клубнях картофеля, %

Вариант	Год			Среднее	Прибавка к абсолютному контролю	
	2015	2016	2017		% крахмала	%
1	15.1	15.6	13.3	14.7	—	—
2	15.3	15.8	13.1	14.7	0	0
3	15.4	15.9	13.4	14.9	0.2	1
4	15.7	16.0	13.9	15.2	0.5	3
5	15.8	16.2	14.2	15.4	0.7	5
6	16.0	16.5	14.1	15.5	0.8	5
7	16.2	16.7	14.6	15.8	1.1	7
8	16.4	17.0	15.2	16.2	1.5	10
<i>HCP</i> <sub>05</sub> *	A = 0.5 Б = 0.4 АБ = 0.2	A = 0.5 Б = 0.3 АБ = 0.2	A = 0.5 Б = 0.3 АБ = 0.2			

**Таблица 4.** Влияние минеральных удобрений, гербицида и препарата альбит на содержание нитратов в клубнях картофеля, мг/кг сырой массы

Вариант	Год			Среднее	Прибавка к абсолютному контролю	
	2015	2016	2017		мг/кг сырой массы	%
1	88	95	85	89	—	—
2	91	98	87	92	3	3
3	96	104	90	97	8	9
4	84	88	80	84	—5	—6
5	153	160	146	153	64	72
6	161	169	153	161	72	81
7	165	177	160	167	78	87
8	132	143	130	135	46	52
<i>HCP</i> <sub>05</sub> *	A = 18 Б = 6 АБ = 2	A = 18 Б = 5 АБ = 2	A = 18 Б = 6 АБ = 2			

обработка посадок баковой смесью гербицида и препарата альбит существенно увеличивала этот показатель. В среднем за 3 года исследования применение расчетной дозы минеральных удобрений и средств защиты способствовало увеличению содержания крахмала в клубнях до 16.2%, что составило 10% прибавки.

На накопление нитратов в продукции растениеводства могут оказывать прямое или косвенное влияние более 35 факторов, из которых внесение удобрений — наиболее сильнодействующий, но легкоуправляемый. Показано, что во все годы наблюдений применение удобрений и гербицида повышало содержание нитратов в клубнях картофеля (табл. 4). Количество нитратов в

клубнях картофеля всегда больше на начальном этапе их образования и снижается к моменту уборки осенью. Вероятно, по этой причине более удлиненный за счет теплого августа период вегетации картофеля 2017 г., несмотря на прохладную и пасмурную погоду в июне—июле, способствовал снижению количества нитратов в клубнях на момент уборки по сравнению с 2015—2016 гг. В 2016 г. сухая и жаркая погода июня—июля, резко сменившая умеренную в начале июня, и в целом менее растянутый период вегетации растений явились причинами накопления клубнями большего количества нитратов по сравнению с другими годами наблюдений.

**Таблица 5.** Содержание азота, фосфора, калия в клубнях и ботве картофеля, % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Год						Среднее		Прибавка к абсолютному контролю			
	2015		2016		2017				% а.с.в.**		%	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Азот												
1	1.76	1.95	1.84	2.12	1.72	1.90	1.77	1.99	—	—	—	—
2	1.80	2.11	1.98	2.27	1.77	1.94	1.85	2.11	0.08	0.12	4	6
3	1.81	2.13	1.96	2.25	1.76	1.95	1.84	2.11	0.07	0.12	4	6
4	1.83	2.17	2.00	2.30	1.79	1.99	1.87	2.15	0.10	0.16	6	8
5	1.91	2.52	2.01	2.72	1.83	2.34	1.92	2.53	0.15	0.54	8	27
6	1.96	2.57	2.04	2.78	1.85	2.41	1.95	2.59	0.18	0.60	10	30
7	1.97	2.56	2.06	2.80	1.89	2.42	1.97	2.59	0.20	0.60	11	30
8	2.03	2.63	2.08	2.84	1.92	2.48	2.01	2.65	0.24	0.66	13	33
<i>HCP</i> <sub>05</sub> *	А	0.02	0.08	0.04	0.12	0.03	0.06					
	Б	0.01	0.03	0.02	0.07	0.01	0.04					
	АБ	—	—	—	0.01	—	0.02					
Фосфор												
1	0.54	0.62	0.52	0.51	0.55	0.61	0.54	0.58	—	—	—	—
2	0.59	0.64	0.58	0.53	0.57	0.64	0.58	0.60	0.04	0.02	4	3
3	0.60	0.64	0.57	0.52	0.59	0.63	0.59	0.60	0.05	0.02	9	3
4	0.61	0.66	0.59	0.54	0.62	0.66	0.61	0.62	0.07	0.04	13	7
5	0.65	0.70	0.62	0.60	0.64	0.72	0.64	0.67	0.10	0.09	18	15
6	0.70	0.74	0.65	0.63	0.68	0.76	0.68	0.71	0.14	0.13	26	22
7	0.68	0.72	0.64	0.62	0.66	0.75	0.66	0.70	0.12	0.12	22	21
8	0.75	0.77	0.68	0.64	0.72	0.80	0.72	0.74	0.18	0.16	33	27
<i>HCP</i> <sub>05</sub> *	А	0.05	0.03	0.05	0.06	0.06	0.07					
	Б	0.02	0.01	—	—	0.01	—					
	АБ	—	—	—	—	—	—					
Калий												
1	2.51	3.28	2.36	3.78	2.48	3.26	2.45	3.44	—	—	—	—
2	2.54	3.30	2.39	3.84	2.53	3.29	2.49	3.48	0.04	0.04	2	1
3	2.53	3.31	2.38	3.82	2.51	3.28	2.47	3.47	0.02	0.03	1	1
4	2.56	3.33	2.42	3.91	2.54	3.34	2.51	3.53	0.06	0.09	2	2
5	2.69	3.62	2.65	4.10	2.68	3.65	2.67	3.79	0.22	0.35	9	10
6	2.75	3.70	2.72	4.18	2.71	3.75	2.73	3.88	0.28	0.44	11	13
7	2.74	3.69	2.68	4.20	2.72	3.73	2.71	3.87	0.26	0.43	11	12
8	2.77	3.72	2.73	4.31	2.74	3.76	2.75	3.93	0.30	0.49	12	14
<i>HCP</i> <sub>05</sub> *	А	0.07	0.13	0.12	0.14	0.11	0.14					
	Б	0.01	0.02	0.02	0.03	—	—					
	АБ	0.01	—	0.01	—	—	—					

Примечание. В графе 1 — клубни, 2 — ботва.

\*\* а.с.в. — абсолютно сухое вещество.

Очень высокая обеспеченность почвы опытного участка подвижным фосфором, доступным для питания растений, вероятно, способствовала снижению содержания нитратов в полученной продукции. За период исследования расчетная доза минерального удобрения N125P50K225 и

примененные химические средства защиты растений не способствовали накоплению нитратов в клубнях выше предельно допустимой концентрации (250 мг/кг сырой массы), максимально увеличивая их содержание при применении гербицида на 87% (вариант 7). Обработка посадок ком-

**Таблица 6.** Хозяйственный вынос элементов питания из удобрений и почвы урожаем картофеля, кг/га

Вариант	Азот				Фосфор				Калий			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
1	159	173	103	145	49	47	33	43	238	245	157	213
2	172	208	131	170	55	58	42	52	249	277	195	240
3	170	201	124	165	55	55	41	50	245	268	185	233
4	184	225	135	181	60	63	46	56	264	299	200	254
5	233	260	176	223	76	74	59	70	331	354	262	315
6	250	283	182	238	85	84	64	78	354	390	271	338
7	246	284	186	239	81	82	63	75	346	384	273	334
8	282	318	211	270	99	96	76	90	388	433	306	376

плексным препаратом альбит на фоне без удобрений (вариант 4) снижала содержание нитратов в клубнях на 6% по сравнению с абсолютным контролем, а на фоне применения NPK-удобрения этот показатель снижался на 20–35% (вариант 8 по сравнению с вариантами 5–7).

Наряду с продуктивностью важнейшим показателем, отражающим условия возделывания культуры, служит химический состав урожая. Содержание основных элементов питания в клубнях и ботве картофеля на основе химического анализа отобранных образцов в годы исследования представлено в табл. 5. Во все годы наблюдений расчетная доза минерального удобрения существенно увеличивала содержание азота, фосфора и калия в основной и побочной продукции. Картофель — калиелюбивая культура, что подтверждено результатами химического анализа: из 3-х основных элементов питания в ботве и клубнях содержится больше калия. Изученные средства защиты растений в вариантах без внесения минеральных удобрений достоверно увеличивали по сравнению с абсолютным контролем содержание в клубнях и ботве азота, фосфора, калия, соответственно на 4–8, 3–13, 1–2%, на фоне внесения минеральных удобрений прибавка содержания азота и фосфора составила до 33%, калия — до 14%.

Обработка посадок баковой смесью с комплексным препаратом альбит увеличивала содержание в клубнях и ботве азота, фосфора, калия соответственно на 2–3, 4–11, 1–2%. За период наблюдений наиболее заметно препарат увеличил содержание фосфора в полученной продукции, возможно за счет очень высокого его содержания в пахотном слое и доступности его растениям.

Данные фактической урожайности и содержания азота, фосфора, калия в клубнях и ботве картофеля позволили рассчитать величину хозяйственного выноса элементов питания. Хозяй-

ственный вынос имеет значение для расчета затрат (выноса) элементов питания растениями картофеля для создания 1 т клубней с учетом ботвы. Показано, что хозяйственный вынос элементов питания из удобрений и почвы урожаем картофеля заметно возрастал на фоне внесения минеральных удобрений (табл. 6).

Хозяйственный вынос элементов питания картофелем менялся по годам наблюдений в зависимости от величины урожая основной и побочной продукции и содержания в ней азота, фосфора, калия, что было особенно заметно при сравнении показателей 2015–2016 гг. и 2017 г. Внесение только расчетной дозы NPK увеличивало по сравнению с абсолютным контролем хозяйственный вынос урожаем азота и калия в среднем в 1.5 раза, фосфора — в 1.6 раза. Наибольший хозяйственный вынос элементов питания урожаем отмечен в удобренных вариантах с обработкой посадок баковой смесью гербицида лазурит, СП и препарата альбит (вариант 8), где по сравнению с абсолютным контролем содержание азота и калия увеличивалось в 1.8 раза, фосфора — в 2.1 раза.

Вынос элементов питания растениями картофеля для создания 1 т клубней с учетом ботвы менялся соответственно хозяйственному вносу по годам наблюдений в зависимости от величины полученного урожая и содержания в почве доступных для питания растений минеральных элементов (табл. 7). В среднем за годы исследования внесение полного минерального удобрения (вариант 5) увеличивало вынос азота растениями картофеля для создания 1 т клубней с учетом ботвы на 8, фосфора — на 11, калия — на 3%. В вариантах без внесения минеральных удобрений, как и при их внесении, прополка посадок вручную и обработка средствами защиты растений в среднем не изменяла величину выноса азота и калия, а вынос фосфора увеличивался при применении



**Таблица 7.** Вынос элементов питания растениями картофеля для создания 1 т клубней с учетом ботвы, кг

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Азот				
1	5.9	6.3	5.8	6.0
2	6.2	6.6	5.8	6.2
3	6.2	6.5	5.8	6.2
4	6.2	6.5	5.9	6.2
5	6.4	6.7	6.3	6.5
6	6.5	6.8	6.4	6.6
7	6.5	6.8	6.5	6.6
8	6.6	6.8	6.5	6.6
Фосфор				
1	1.8	1.7	1.9	1.8
2	2.0	1.8	1.9	1.9
3	2.0	1.8	1.9	1.9
4	2.0	1.8	2.0	1.9
5	2.1	1.9	2.1	2.0
6	2.2	2.0	2.2	2.1
7	2.1	2.0	2.2	2.1
8	2.3	2.1	2.4	2.3
Калий				
1	8.9	8.9	8.9	8.9
2	8.9	8.7	8.6	8.7
3	8.9	8.7	8.7	8.8
4	8.9	8.7	8.7	8.8
5	9.0	9.2	9.4	9.2
6	9.2	9.3	9.5	9.3
7	9.2	9.2	9.5	9.3
8	9.1	9.3	9.5	9.3

препарата альбит на 9% только в удобренных NPK вариантах. В среднем, по сравнению с абсолютным контролем вынос азота, фосфора, калия на удобренном NPK фоне возрастал при применении средств защиты растений соответственно на 10, 28 и 4%.

## ВЫВОДЫ

1. В условиях полевого опыта на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве Вологодской обл. при погодных условиях, значительно отличающихся от средних многолетних показателей, в среднем за 3 года наблюдений самая высокая урожайность клубней (40.5 т/га) и ботвы (9.9 т/га) картофеля сорта Скарб получена в варианте применения N125P50K225 + лазурит, СП + препарат альбит, что доказало эффективность применения антидота альбит в баковой смеси с

гербицидом даже в экстремальных погодных условиях.

2. Применение комплексного препарата альбит в баковой смеси с гербицидом лазурит, СП по сравнению с обработкой посадок только гербицидом повышало урожайность клубней картофеля до 4.5 т/га (на 19%), ботвы – до 0.6 т/га (на 8%).

3. Положительное влияние антидота альбит на качественные показатели изученной культуры подтверждено тенденцией к увеличению крахмалистости клубней на 0.4% (прибавка – 3%) и снижением содержания нитратов в них при применении минеральных удобрений на 35%. Средства защиты растений в вариантах без внесения минеральных удобрений достоверно увеличивали по сравнению с абсолютным контролем содержание в клубнях и ботве азота, фосфора, калия соответственно на 4–8, 3–13, 1–2%, на фоне применения минеральных удобрений прибавка содержания азота и фосфора составила до 33, калия – до 14%. Применение препарата альбит увеличивало содержание азота, фосфора, калия в клубнях и ботве соответственно на 2–3, 4–11, 1–2%.

4. Наибольший хозяйственный вынос элементов питания из удобрений и почвы урожаем картофеля отмечен в удобренных вариантах с обработкой посадок баковой смесью гербицида лазурит, СП и препарата альбит, где по сравнению с абсолютным контролем вынос азота и калия увеличивался в 1.8 раза, фосфора – в 2.1 раза. В среднем вынос азота, фосфора и калия растениями картофеля для создания 1 т клубней с учетом ботвы на удобренном фоне возрастал при применении средств защиты соответственно на 10, 28 и 4%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симаков Е.А. Хозяева родной земли // Картофель и овощи. 2013. № 7. С. 24–26.
2. Чухина О.В., Жуков Ю.П. Урожайность и качество клубней картофеля при применении удобрений в Вологодской области // Агрехимия. 2014. № 6. С. 29–34.
3. Государственная программа “Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013–2020 годы” [Электронный ресурс]. <http://www.vologda-agro.ru/grprogramms>
4. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА, 2005. 302 с.
5. Балабко П.Н., Головков А.М., Хуснетдинова Т.И., Черкашина Н.Ф. Зависимость урожайности картофеля на дерново-подзолистых почвах от применения нетрадиционных органических и минеральных удобрений // АгроЭкоИнфо. 2012. № 1(10).
6. Постников А.Н., Ясин Р.А. Повышение урожайности и качества картофеля при совершенствовании

- севооборота и систем удобрения // Изв. ТСХА. 2010. Вып. 6. С. 55–60.
7. *Васяев Г.В., Васяева О.* Как удобрения меняют качество картофеля // ФлораПрайс. 2007. № 1.
  8. *Najm A.A., Hadi M.R.H.S., Fazeli F.* Effect of integrated management of nitrogen fertilizer and cattle manure on the leaf chlorophyll, yield, and tuber glycoalkaloids of agria potato // Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2012. V. 43. № 6. P. 912–923.
  9. *Чухина О.В., Суров В.В.* Влияние удобрений и микропрепаратов на урожайность и вынос элементов питания культурами звена полевого севооборота // Плодородие. 2014. № 3 (78). С. 18–22.
  10. *Суров В.В., Чухина О.В., Силина О.А.* Изменение величины хозяйственного выноса азота, фосфора, калия от доз удобрений и биопрепаратов // Современные проблемы агрохимии в условиях поиска устойчивого функционирования АПК при техногенных ситуациях: Мат-лы 50-й междунаро. науч. конф. молод. ученых, специалистов-агрохимиков и экологов. М.: ВНИИА, 2016. С. 213–216.
  11. *Злотников А.К.* Биопрепарат альбит для повышения урожая и защиты растений: опыты, рекомендации, результаты применения // Под ред. Минеева В.Г. М.: Агрорус, 2008. 248 с.
  12. *Злотников А.К., Злотников К.М., Модонкаева А.Э., Гинс В.К., Гинс М.С., Подварко А.Т.* Влияние альбита на качество урожая сельскохозяйственных культур // Защита и карантин растений. 2016. № 2. С. 41–44.
  13. *Чухина О.В., Куликова Е.И., Карбасникова Е.Б.* Семеноводство картофеля с основами сортоведения в Северо-Западной зоне РФ. Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. 100 с.
  14. *Налиухин А.Н., Чухина О.В., Власова О.А.* Почвы опытного поля ВГМХА имени Н.В. Верещагина и их агрохимическая характеристика // Молочн.-хоз. вестн. 2015. № 3 (19). С. 35–46.
  15. *Жуков Ю.П.* Система удобрений в хозяйствах Черноземья. М.: Моск. рабочий, 1983. 144 с.
  16. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ, 2011. 15 с.
  17. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. М.: Изд-во стандартов, 2002. 9 с.
  18. ГОСТ 30504-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометр. метод определения содержания калия. М.: Изд-во стандартов, 1998. 8 с.
  19. ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. М.: Изд-во стандартов, 2002. 9 с.
  20. ГОСТ 13496.19-2015. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов. М.: Стандартинформ, 2016. 27 с.
  21. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
  22. *Токарева Н.В., Суров В.В.* Урожайность, качество и рентабельность производства клубней картофеля при применении удобрений и химических средств защиты на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Молочн.-хоз. вестн. 2017. № 3 (27). С. 65–77.

## Effect of Fertilizer, Herbicide and Complex Preparation Albit on Yield, Quality and Nutrient Removal by the Potato in the Vologda Region

**N.V. Tokareva<sup>a</sup>, V.V. Surov<sup>a,#</sup>, and O.V. Chuhina<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *N.V. Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy  
ul. Shmidta 2, Molochnoe, Vologda 160555, Russia*

<sup>#</sup> *E-mail: wladimirsurov@rambler.ru*

Under conditions of the field test in 2015–2017 on the sod-slightly podzol medium loamy soil of the Vologda region it was studied the influence of the application of mineral fertilizers, the herbicide Lazurite (dry powder) and the complex chemical Albit on the yield and quality of tubers and tops of table potatoes (Scarb variety). The economic removal and the removal of fertilizer elements by a unit of production was shown depending on the studied factors. The complex chemical Albit reduced the negative effect of the herbicide on potato plants, intensified the growth processes in plants, increased the crop resistance to unfavorable weather factors, contributing to an increase in the yield of tubers by 11–19, tops – by 4–8, starch content – by 2–3%, a reduction in nitrates – by 6–35%, an increase in the content of nitrogen, phosphorus, potassium in tubers and tops by 2–3, 4–11, 1–2% respectively. On average, the removal of nitrogen, phosphorus and potassium by potato plants in order to create a unit of basic production, taking into account the secondary one on the fertilized ground, increased by 10, 28 and 4% respectively, with the application of chemical crop protection products.

**Key words:** fertilizer, herbicide, complex preparation albit, yield, quality, nutrient removal, potato, Vologda region.