

УДК 581.132: 635.2 (470 40/43)

DOI

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ, СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ****С. Г. Артамонов<sup>1)</sup>, К. В. Владимиров<sup>2)</sup>**<sup>1)</sup>Чувашский государственный аграрный университет  
428003г. Чебоксары, Российская Федерация<sup>2)</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение, Центр агрохимической службы «Татарский»  
420059, г Казань, Российская Федерация

**Аннотация.** Авторами в статье анализируются результаты экспериментальных данных о степени влияния и реакции картофеля среднераннеспелого сорта Гала на эффективность применения расчетных доз удобрений под запланированный урожай. В результате исследований динамики формирования площади листовой поверхности картофеля на серых лесных почвах лесостепи Среднего Поволжья выявлена ее зависимость от уровня минерального питания. Регулирование биологического круговорота в агроэкосистемах с помощью агрохимических средств позволяет реализовать экологические функции агрохимии в биосфере. На фоне отвальной обработки почвы в фазе полных всходов полевая всхожесть растений картофеля от числа высаженных клубней составила от 98,68% при густоте посадки 71,00 тыс. шт/га до 98-82% – при 40,81 тыс. шт/га. При чизельной обработке почвы на глубину 30-32 см эти показатели составили 70,08 и 40,36 тыс. шт/га или 97,70 и 98,89%. К фазе цветения произошло некоторое уменьшение густоты стояния растений по сравнению числом взошедших. Так при отвальной обработке почвы на 20-22 см уменьшение числа растений составило на 0,34-0,82 тыс. шт/га, и соответственно на 0,31-0,81 тыс. шт./га при чизельной обработке почвы на глубину 30-32 см. Снижение числа растений наблюдалось при обоих способах обработки почвы по мере повышения густоты посадки. Такое явление имело некоторое преимущество при отвальной обработке почвы. Образование клубней является одним из важнейших процессов в жизни картофельного растения, и оно связано с генетической способностью, созданием в процессе роста и развития внутренних физиологических условий, которые приводят к реализации этой способности. Возникновение таких условий зависит, в свою очередь, от возрастных изменений растений и от воздействия условий внешней среды.

**Ключевые слова:** листовая поверхность, фотосинтетический потенциал (ФП), картофель, урожайность, крахмал, витамин С, нитраты.

**Введение.** Одним из наиболее важных задач современного земледелия является выбор оптимальной густоты посадки картофеля. От правильного решения этой задачи зависит величина и качество урожая, а оптимальная густота стояния растений после всходов зависит от многих факторов – от вида культуры, скороспелости сорта, влагообеспеченности, минерального питания и многих других факторов.

На фоне отвальной обработки почвы в фазе полных всходов, полевая всхожесть растений картофеля от числа высаженных клубней составила от 98,68% при густоте посадки 71,00 тыс. шт/га до 98-82% - при 40,81 тыс. шт./га. При чизельной обработке почвы на глубину 30-32 см эти показатели составили 70,08 и 40,36 тыс. шт./га или 97,70 и 98,89%. К фазе цветения произошло некоторое уменьшение густоты стояния растений по сравнению числом взошедших. Так при отвальной обработке почвы на 20-22 см уменьшение числа растений составило на 0,34-0,82 тыс.шт./га, и соответственно на 0,31-0,81 тыс. шт./га при чизельной обработке почвы на глубину 30-32 см. Снижение числа растений наблюдалось при обоих способах обработки почвы по мере повышения густоты посадки. Такое явление имело некоторое преимущество при отвальной обработке почвы. Аналогичная картина наблюдалась и по показателям выживаемости растений к уборке. Значительного влияния на сохранность растений к уборке от густоты стояния растений нами не обнаружено. Однако способ подготовки оказывал некоторое влияние на этот показатель. На варианте чизельной обработки почвы сохранность растений имела преимущество над отвальной обработкой (табл.1).

**Цель исследований** заключалась в выявлении и обосновании степени влияния картофеля среднераннеспелого сорта Гала на эффективность применения расчетных доз удобрений под запланированный урожай в зависимости от густоты посадки, способа обработки почвы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**В задачи исследований входило:**

изучить формирование продуктивности картофеля в зависимости от густоты посадки, способа обработки почвы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Материалы и методы исследований.** Экспериментальная работа была проведена в 2016-2018 гг. на серых лесных почвах лесостепи Среднего Поволжья. Почва участка серая лесная легкосуглинистая с содержанием гумуса 4,7 - 4,8 %, фосфора 256-285 мг/1000 г и 217 – 241 мг/1000 г почвы, pH – 4,7 - 5,1.

В качестве объекта исследования был использован сорт Гала, который характеризуется высокой потенциальной продуктивностью.

Для решения поставленных задач был заложен опыт:

**Схема опыта:**

Фактор А. Способ основной обработки почвы

- А1. Отвальная вспашка  
 А2. Чизельная вспашка  
 Фактор Б. Густота посадки, тыс. шт. на 1 га  
 Б1. 40,81 тыс. шт. на 1 га  
 Б2. 47,33 тыс. шт. на 1 га  
 Б3. 56,80 тыс. шт. на 1 га  
 Б4. 71,00 тыс. шт. на 1 га

Общая площадь элементарной делянки – 102 м<sup>2</sup>, а учетной – 60 м<sup>2</sup>. Повторность – трехкратная, размещение вариантов – систематическое.

В период проведения полевых опытов проводили соответствующие наблюдения, учеты и лабораторно-полевые анализы.

**Результаты исследований и их обсуждение.** По данным результатов исследований авторами выявлено, что на фоне отвальной обработки почвы в фазе полных всходов, полевая всхожесть растений картофеля от числа высаженных клубней составила от 98,68% при густоте посадки 71,00 тыс. шт./га до 98-82% – при 40,81 тыс. шт./га. При чизельной обработке почвы на глубину 30-32 см эти показатели составили 70,08 и 40,36 тыс. шт./га или 97,70 и 98,89%. К фазе цветения произошло некоторое уменьшение густоты стояния растений по сравнению числом взшедших. Так, при отвальной обработке почвы на 20-22 см уменьшение числа растений составило на 0,34-0,82 тыс.шт./га, и соответственно на 0,31-0,81 тыс. шт./га при чизельной обработке почвы на глубину 30-32 см. Снижение числа растений наблюдалось при обоих способах обработки почвы по мере повышения густоты посадки. Такое явление имело некоторое преимущество при отвальной обработке почвы. Значительного влияния на сохранность растений к уборке от густоты стояния растений нами не обнаружено. Однако способ подготовки оказывало некоторое влияние на этот показатель. На варианте чизельной обработки почвы сохранность растений имело преимущество над отвальной обработкой (табл.1).

Таблица 1 – Число растений картофеля сорта Гала в зависимости от способа обработки почвы и площади питания, 2016-2018 гг.

Густота посадки, тыс. шт. на 1 га	Всходы		Цветение		Уборка	
	число растений, тыс. шт. на 1 га	полевая всхожесть, %	число растений, тыс. шт. на 1 га	% от взшедших	число растений, тыс. шт. на 1 га	Сохранность к уборке, %
<b>Отвальная вспашка</b>						
40,81	40,33	98,82	39,99	99,16	39,69	98,42
47,33	46,76	98,80	46,29	99,00	45,99	98,36
56,80	56,11	98,78	55,54	98,98	55,13	98,25
71,00	70,06	98,68	69,24	98,83	68,79	98,19
<b>Чизельная вспашка</b>						
40,81	40,36	98,89	40,05	99,22	39,89	98,83
47,33	46,78	98,84	46,34	99,06	46,22	98,81
56,80	56,12	98,80	55,56	99,00	55,31	98,56
71,00	70,08	97,70	69,27	98,84	69,00	98,46

По данным результатов исследований авторами выявлено, что число стеблей в зависимости от площади питания в расчете на 1 растение менялось, но не существенно.

Нормы посадки картофеля не оказали закономерного влияния на заражаемость посевов болезнями, хотя с повышением числа растений повлияли на увеличение пораженных растений фитофторозом и ризоктониозом (табл. 2).

Таблица 2 – Развитие болезней на посадках картофеля в зависимости от обработки почвы и густоты посадки, 2016-2018 гг.

Густота посадки, тыс. шт. на 1 га	Отвальная вспашка		Чизельная вспашка	
	фитофтороз, %	ризоктониоз, %	фитофтороз, %	ризоктониоз, %
40,81	1,52	0,27	1,34	0,22
47,33	1,65	0,32	1,45	0,28
56,80	2,83	0,34	2,64	0,32
71,00	3,30	0,40	3,04	0,38

Так, по мере увеличения густоты посадки с 40,81 до 71,00 тыс. шт/га число растений, пораженных фитофторозом, повысилось в варианте с отвальной обработкой почвы осенью и фрезерованием весной на 0,13-1,78%. Обработка почвы чизельным орудием осенью на глубину 30-32 см и фрезерование весной на глубину 14-16 см снизили поражение растений фитофторозом на 0,18-0,26%. Обобщение полученных данных по величине ассимиляционного аппарата показывает, что наличие максимальной листовой поверхности – это не единичное условие для формирования высокого урожая картофеля.

В период вегетации растений в зависимости от агротехнических, метеорологических и биологических факторов существенно зависели размер и динамика развития листовой поверхности. Из данных таблицы 3 следует, что площадь листьев растений картофеля изменялась в большей степени от площади питания растений и несколько в меньшей – от способа обработки почвы.

Таблица 3 – Площадь листьев посадок картофеля в зависимости от обработки почвы и густоты посадки, 2016-2018 гг.

Способ основной обработки почвы	Густота посадки, тыс. шт. на 1 га	Фаза развития				
		всходы	бутонизация	цветение	начало отмирания ботвы	перед уборкой
Отвальная вспашка	40,81	9,84	25,82	27,16	24,54	17,00
	47,33	10,09	37,17	39,42	29,92	18,95
	56,80	10,12	40,68	42,53	37,04	18,40
	71,00	10,10	46,84	50,60	41,76	19,21
Чизельная вспашка	40,81	10,06	36,04	38,84	28,16	19,71
	47,33	10,38	38,84	40,49	30,02	20,34
	56,80	10,27	41,56	43,64	38,21	21,44
	71,00	10,71	46,86	49,66	42,42	18,88

В фазе полных всходов различия в величине площади листьев по вариантам опыта не были существенными. Так, при отвальной обработке почвы площадь листьев растений картофеля в зависимости от густоты посадки составила от 9,84 до 10-12 тыс. м<sup>2</sup>/га, а при обработке чизельными орудиями – от 10,06 до 10,71 тыс. м<sup>2</sup>/га.

При густоте посадки 71 тыс. шт./га растения достигли в фазе полного цветения максимальной величины площади листьев 50,60 и 49,66 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Высокая фотосинтетическая активность листьев – еще не достаточное условие для получения высокого урожая. Важнейшим фактором продукционного процесса является фотосинтетический потенциал посевов. Он отражает напряженность работы ассимилирующей поверхности, как за межфазные периоды, так и за весь период вегетации.

Загущение посадок вызывало также увеличение величины фотосинтетического потенциала (ФП) во все сроки определения. Такая тенденция наблюдалась и при подсчете суммы ФП за вегетацию. Так, при густоте посадки 40,81 и 47,33 тыс. клубней при отвальной вспашке почвы они были выше и составили 3233 и 3263 тыс. м<sup>2</sup>/га. При посадке 56,80 и 71,00 тыс. шт/га показатели фотосинтетического потенциала были выше при чизельной вспашке почвы и составили 3586 и 3881 тыс. м<sup>2</sup> дней/га (табл. 4).

Таблица 4 – Фотосинтетический потенциал посадок картофеля в зависимости от обработки почвы и густоты посадки, тыс. м<sup>2</sup> дней/га, 2016-2018 гг.

Способ основной обработки почвы	Густота посадки, тыс. шт. на 1 га	Всходы-бутонизация	Бутонизация-цветение	Цветение-начало отмирания ботвы	Начало отмирания ботвы - уборка	Сумма за вегетацию
Отвальная вспашка	40,81	693	383	1603	554	3233
	47,33	669	401	1547	646	3263
	56,80	651	388	1726	693	3458
	71,00	695	426	1840	854	3815
Чизельная вспашка	40,81	721	374	1476	454	3025
	47,33	780	396	1421	520	3117
	56,80	848	426	1637	675	3586
	71,00	853	434	1839	755	3881

Вода имеет большое значение для возделывания полевых культур, в том числе и картофеля. Имеется в виду, не только количество осадков, но и распределение их в течение вегетационного периода. При орошении можно обеспечить растений водой в наиболее важные для него моменты, поэтому при современном уровне агротехники оно имеет большое значение для дальнейшей интенсификации производства картофеля. Получение гарантированных высоких урожаев картофеля возможно только при наличии влаги в почве. В связи с этим во всех странах развитого картофелеводства большое внимание уделяется организации орошения.

Цель обзора – обобщить опыт выращивания картофеля при орошении в разных странах, выявить эффективность полива в зависимости от способов орошения, поливных и оросительных норм от агротехнических условий, определить влияние орошения на урожай и качество клубней.

Трансформация веществ в почве и растениях тесно связана с ее влажностью, так как вода является обязательной составной частью всех тканей растительного организма, обеспечивает их тургорное состояние, способствует стабилизации температуры почвы и растений.

Одним из важнейших задач современного земледелия является создание благоприятного водного режима в почве.

Общий расход влаги по вариантам наших исследований в среднем за три года существенно не отличался и составил 2546,8-2784,4 т на 1 га (табл. 5).

На варианте с густотой посадки 40,81 тыс. шт./га отмечался наибольший коэффициент водопотребления, в расчете на одну тонну клубней – 107,9 т. По мере повышения густоты посадки хотя и несколько увеличивался общий расход влаги на единицу площади, но коэффициент водопотребления снижался.

Таблица 5 – Суммарный расход воды и коэффициент водопотребления картофеля сорта Гала в зависимости от фона питания, в среднем за 2016-2018 гг.

Основная обработка почвы	Густота посадки, тыс. шт./га	Расход воды на 1 га, т	Коэффициент водопотребления, т/т
Отвальная вспашка	40,81	2546,8	107,9
	47,33	2784,4	107,6
	56,80	2780,2	92,9
	71,00	2796,2	91,8
Чизельная вспашка	40,81	2546,8	94,4
	47,33	2784,4	83,4
	56,80	2780,2	84,3
	71,00	2796,2	84,7

В наших опытах общая сухая масса растений картофеля интенсивно нарастала до самой уборки более интенсивно, особенно во вторую половину вегетации, за счет накопления сухой массы клубней.

Возникновение таких условий зависит в свою очередь от возрастных изменений растений и от воздействия условий внешней среды.

Таблица 6 – Сухая масса надземной части растений картофеля в зависимости от способа обработки почвы и густоты посадки, г/м<sup>2</sup>, 2016-2018 гг.

Густота посадки, тыс. шт. на 1 га	Фаза развития				
	всходы	бутонизация	цветение	начало отмирания ботвы	перед уборкой
Отвальная вспашка почвы					
40,81	84,69	247,21	315,32	357,75	324,51
47,33	76,22	257,13	356,20	401,95	360,19
56,80	101,2	285,94	401,66	465,21	431,50
71,00	116,8	324,87	459,28	584,04	493,30
Чизельная вспашка почвы					
40,81	87,02	235,06	323,354	367,50	332,95
47,33	94,17	265,15	355,77	418,65	379,95
56,80	105,28	300,61	415,20	484,31	419,42
71,00	119,79	377,32	492,09	589,52	529,79

Образование клубней у растений картофеля практически началось на всех вариантах в одно и то же время, которое совпало с фазой образования бутонов, однако каких-то четких закономерностей по вариантам не наблюдалось. Хотя и при более высокой густоте стояния в начальный период наблюдалось некоторое опережение начала формирования клубней. Особенно оно было явным уже в последующей фазе. Так, в фазе

цветения масса клубней под кустом была выше при меньшем числе растений. К уборке наступала резкая дифференциация и при густоте посадки 71,00 тыс. штук масса урожая под кустом составила лишь 71-74 % по сравнению с кустами, выросшими при густоте посадки 40,81 тыс. клубней на 1 га.

В первой половине вегетации сухая масса растений картофеля накапливалась за счет надземной массы. В этот период пластические вещества, образуемые в процессе фотосинтеза, расходуются на рост отдельных органов растения и организма в целом. В репродуктивный период роста и развития растения накапливают массу и концентрируют их в основной продукции.

Накопление сухого вещества в клубнях также зависит от уровня их биологического созревания. Для изучения ценотического взаимодействия в полевых условиях закладывались опыты с посадками картофеля разной густоты на единице площади опытных делянок, во все фазы развития определяли общую сухую биомассу растений (табл.7).

С начала вегетационного периода значительного ценотического взаимодействия растений в посевах картофеля не наблюдалось. С увеличением количества растений на 1 м<sup>2</sup>, общая сухая биомасса во второй половине вегетации также прямолинейно росла, затем наступало время, когда зависимость биомассы от числа растений в посадках становилась менее линейной. Хотя сухая масса одного растения являлась максимальной при небольшой густоте посадки. В дальнейшем масса одного растения увеличивалась незначительно, видимо сказывалось ценотическое взаимодействие растений.

При этом в посадках картофеля ценотическое взаимодействие наступало примерно при одной и той же биомассе, независимо от возраста растений.

До определенной густоты ценоза, зависимость была линейной. Чем больше в ценозе растений, тем больше разность по сравнению с биомассой незагущенных растений, т.е. без ценотического взаимодействия. В наших опытах такое явление просматривалось при густоте посадки 56,80 и 71,00 тыс. клубней на 1 га.

При рассмотрении агроклиматических ресурсов необходимо начать с ресурсов радиации, так как солнечная радиация является энергетической основой всего живого. Однако до середины 20 века этот фактор в качестве агроклиматического не исследовался, поэтому в работах по агроклиматологии и агрометеорологии разработки по солнечной радиации представлены слабо. Роль радиации в жизнедеятельности растений долго оставалась невыясненной. Даже бытовало мнение, будто радиация не влияет на урожайность сельскохозяйственных культур, так как для растений радиация имеется в избытке, и она даже вызывает водный стресс.

Таблица 7 – Общая сухая масса растений картофеля в зависимости от способа обработки почвы и густоты посадки, г с 1 м<sup>2</sup>, 2016-2018 гг.

Густота посадки, тыс. шт. на 1 га	Фаза развития				
	всходы	бутонизация	цветение	начало отмирания ботвы	перед уборкой
Отвальная вспашка почвы					
40,81	84,69	296,55	484,62	588,33	796,59
47,33	76,22	315,25	529,98	645,27	877,87
56,80	101,2	356,94	575,42	725,97	1029,86
71,00	116,8	415,79	654,36	896,00	1102,14
Чизельная вспашка почвы					
40,81	87,02	286,12	489,61	602,60	872,07
47,33	94,17	326,93	533,39	670,57	976,05
56,80	105,28	375,49	591,96	754,07	1078,96
71,00	119,79	473,36	698,17	918,44	1189,77

В наших опытах средневзвешенная за вегетацию величина ЧПФ при отвальной вспашке почвы составила от 3,11 при густоте посадки 40,81 тыс. до 3,70 г/м<sup>2</sup> в сутки при густоте 56,80 тыс. клубней на 1 га.

Общая сухая масса и ее суточный прирост увеличивались по мере повышения густоты посадки картофеля. Естественно, поэтому и повышался коэффициент использования ФАР, с увеличением числа растений на единице площади.

Конечным результатом процесса роста и развития растений является урожайность клубней, состояние посадок картофеля и основные показатели продуктивности изучаемого сорта. Сорт возделываемого картофеля по-разному формировал урожайность по годам, так как отличались условия вегетационных периодов. Наибольшая урожайность 32,99 т/га формировалась в 2018 году, когда условия вегетационного периода были более благоприятными для формирования урожайности картофеля.

Результаты учета урожайности картофеля по вариантам наших опытов сведены в табл. 8.

Запланированные урожаи были получены при обоих способах обработки почвы.

Наивысшая чистая урожайность клубней у обоих вариантов обработки почвы 26,50 т/га при отвальной вспашке и 29,56 т/га при чизельной вспашке обеспечивались при густоте посадки 56,80 тыс. клубней на 1 га.

Таблица 8 – Урожайность картофеля в зависимости от густоты посадки, т/га, 2016 -2018 гг.

Густота посадки, тыс. шт. на 1 га	2016 г.	2017 г.	2018 г.	средняя	Отклонение от контроля	
					т/га	%
Отвальная вспашка						
40,81	20,52	24,86	25,42	23,60	-6,40	21,33
47,62	23,78	26,80	27,06	25,88	-4,12	13,73
56,80	26,94	32,23	30,56	29,91	-0,09	0,3
71,00	27,45	32,29	31,58	30,44	+0,44	1,47
Чизельная вспашка						
40,05	22,54	30,93	27,38	26,95	-3,05	10,16
47,62	25,26	29,82	34,32	29,80	-0,20	0,67
56,80	27,64	34,61	36,66	32,97	+2,97	9,9
71,00	29,75	33,47	35,75	32,99	+2,99	9,96

	2016 г	2017 г	2018 г
НСР <sub>05</sub> -для делянок первого порядка	1,41 т	6,52 т	0,86 т
НСР <sub>05</sub> -для делянок второго порядка	0,76 т	2,78 т	0,44 т
НСР <sub>05</sub> - А	0,71 т	3,26 т	0,43 т
НСР <sub>05</sub> - В	0,54 т	1,96 т	0,31 т
НСР <sub>05</sub> - АВ	1,06 т	3,79 т	3,49 т

Важный показатель продуктивности посевов сельскохозяйственных культур – коэффициент хозяйственной эффективности урожая (*К<sub>хоз.</sub>*), выражающий отношение массы хозяйственной части урожая к величине общей массы. В наших исследованиях увеличение густоты посадки до 71,00 тыс. клубней на 1 га снижало показатель хозяйственного коэффициента.

Для характеристики качества выращенных клубней определялись содержание крахмала, витамина С и нитратов в клубнях картофеля.

В наших опытах при отвальной вспашке у изучаемого сорта с увеличением густоты посадки с 40,81 до 71,00 тыс. клубней/га в среднем за три года на 0,3–0,8 % повысилось содержание крахмала в клубнях, при чизельной вспашке почвы соответственно на 0,14-0,82% (рис.1).

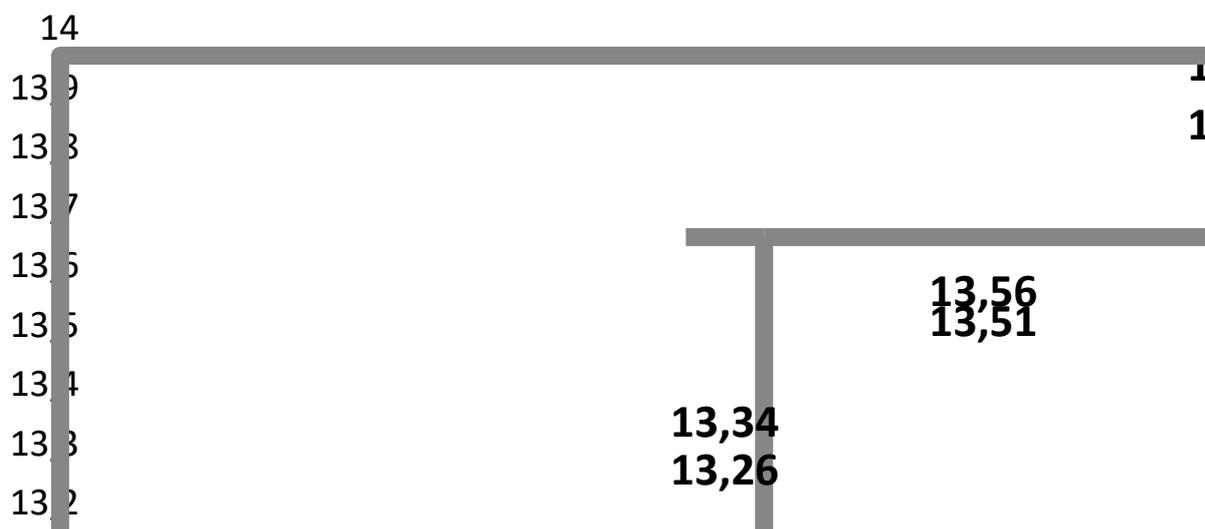


Рис.1. Содержание крахмала в клубнях картофеля в зависимости от способа обработки почвы и густоты посадки %, 2016-2018 гг.

Картофель в клубнях содержит витамины, и его наибольшее содержание нами отмечено в условиях 2016 года, где его содержание в зависимости от обработки почвы и площади питания растений составило 16,00-18,56 мг %.

При отвальной вспашке почвы в клубнях после уборки содержание витамина С составило 14,04-15,12 % (рис. 2).

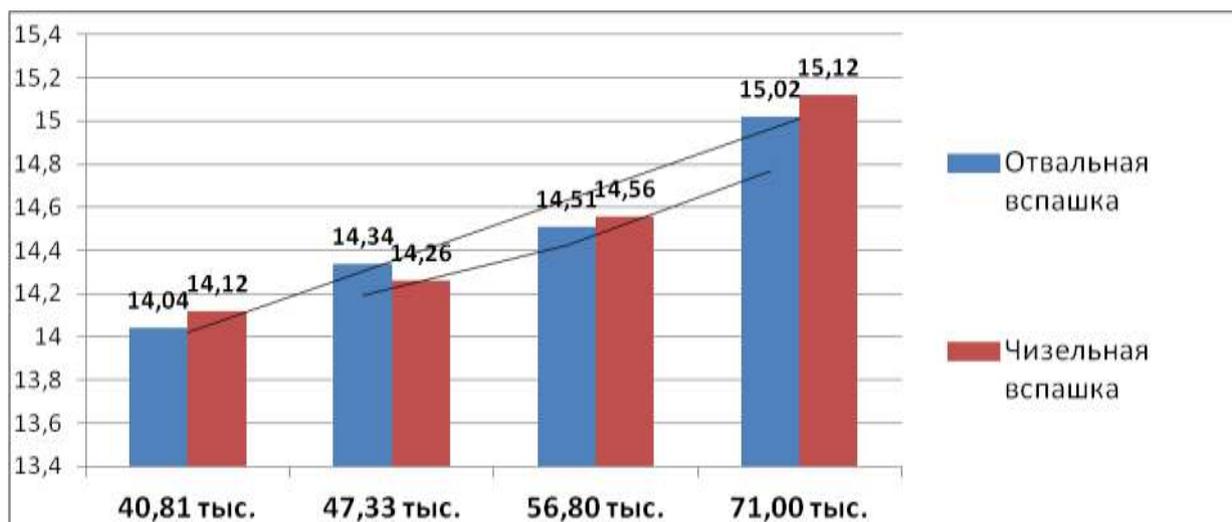


Рис.2. Содержание витамина С в клубнях картофеля в зависимости от способа обработки почвы и густоты посадки, мг %, 2016-2018 гг.

Важное значение при производстве картофелепродуктов имеет содержание в клубнях редуцирующих сахаров. Приоритетными характеристиками столовых сортов для потребителей являются средняя и повышенная мучнистость клубней, средняя плотность, отсутствие при варке потемнения мякоти, хорошие и приятные вкусовые качества.

Значительное влияние на уровень редуцирующих сахаров в клубнях оказывают минеральное питание растений, метеорологические условия вегетационного периода и степень вызревания клубней.

В наших исследованиях содержание редуцирующих сахаров в клубнях изучаемого сорта картофеля в период уборки было достаточно стабильное, хотя и отличалось по годам. Так, в сильно переувлажненном 2017-ом году, в конце вегетации, содержание редуцирующих сахаров в клубнях в зависимости от способа подготовки почвы и площади питания растений не превышало 0,09-0,15% к сухой массе, а в 2018 году – 0,10-0,20% к сухой массе.

Содержание редуцирующих сахаров в сухой массе за все годы исследований года составило 0,10-0,17 % (рис. 3).

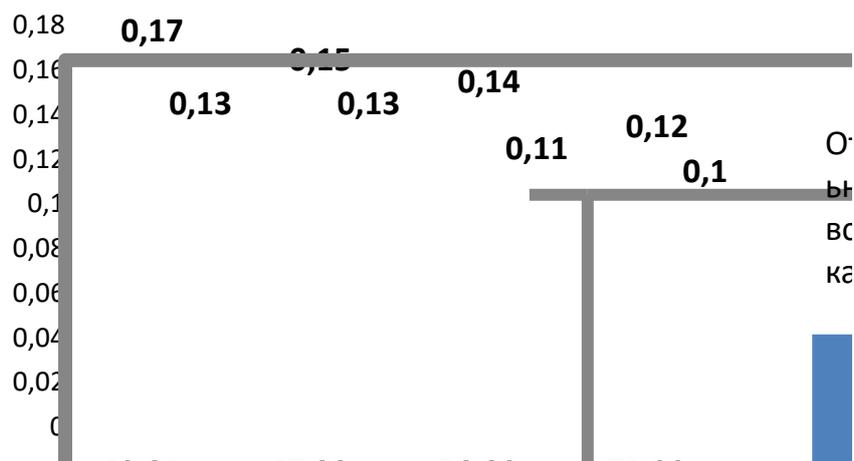


Рис.3. Содержание редуцирующих сахаров в клубнях картофеля в зависимости от способа обработки почвы и густоты посадки, % в сухой массе, 2016-2018 гг.

По вариантам опыта существенной разницы в содержании элементов питания в клубнях нами не отмечено. Однако следует отметить, что их содержание снижалось по мере увеличения числа высаженных клубней на единицу площади. Способ обработки почвы также оказал некоторое влияние на содержание элементов питания в клубнях. Это можно объяснить с более лучшим условием для их потребления растениями картофеля. Более глубокая чизельная вспашка почвы и повышенная густота стояния растений способствовали этому.

Нами выявлено, что использование минеральных удобрений в расчете на получение планируемой урожайности 30 т/га – экономически целесообразно (табл.9). Вариант с густотой посадки 56,80 тыс. клубней на 1 га имел наибольшую окупаемость затрат при обоих способах обработки почвы, и сорт Гала сформировал урожайность 29,91 и 32,97 т/га. Наибольший чистый доход – 153,6 тыс. руб/га получен на этом же варианте при чизельной вспашке почвы, уровень рентабельности составил – 139,4%.

Таблица 9 – Экономическая эффективность при разной обработке почвы и норм посадки картофеля, 2016-2018 гг.

Густота посадки, тыс. шт. на 1 га	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Затраты на производство, руб./га	Условно-чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Уровень рентабельности, %
Отвальная вспашка						
40,81	23,60	188800	92440	96360	3916	104,2
47,52	25,88	207040	102505	104535	3960	101,9
56,80	29,91	239280	109825	129455	3671	117,8
71,00	30,44	243520	118517	125003	3893	105,5
Чизельная вспашка						
40,81	26,95	215600	92705	122895	3439	132,5
47,52	29,80	238400	102792	135608	2583	131,9
56,82	32,97	263760	110170	153590	3341	139,4
71,00	32,99	263920	118873	145047	3603	122,0

**Выводы.** Полученные результаты полевых опытов, лабораторных исследований и производственной проверки позволяют сделать следующее заключение:

1. В среднем за три года наибольшее содержание сухого вещества – 22,81% и крахмала – 13,15% отмечалось на варианте, где вносился калий в дозе  $K_{180}$  кг действующего вещества совместно фоновыми удобрениями. При внесении высоких доз калия ( $K_{150}$  и  $K_{180}$  кг действующего вещества) содержание сухого вещества и крахмала существенно не отличались от показателей на контроле.

2. Густота посадки клубней 56,80 и 71 тыс. клубней на 1 га при совместном использовании минеральных удобрений в расчете на получение планируемой урожайности 30 т/га обеспечила получение максимальной урожайности картофеля 32,99 т/га.

3. Чизельная вспашка почвы и густота посадки 71,00 тыс. клубней на 1 га обеспечивают наибольшее накопление крахмала – 13,94%, витамина С – 15,12 % и наименьшее содержание редуцирующих сахаров в клубнях.

4. По экономической эффективности лучшим вариантом является посадка густотой 56,80 тыс. клубней на 1 га при чизельной обработке почвы, что в свою очередь обеспечивает получение наивысшего чистого дохода – 153 тыс. руб./га чистого дохода и рентабельности – 139,4 %.

### Литература

- Беседин, А. Л. Густота посадки различных сортов картофеля на повышенных фонах питания в условиях Марийской АССР / А. Л. Беседин, Л. А. Абрамова // Агротехника и урожай. – 1977. – С. 41-48.
- Вечер, А. С. Физиология и биохимия бульбы / А. С. Вечер, М. М. Гончарик. – Минск : Урожай, 1979. – 300с.
- Владимиров, В. П. Картофель / В. П. Владимиров. – Казань, 1999 – 263 с.
- Власюк, П. А. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества / П. А. Власюк, Н. Е. Власенко, В. Я. Мицко. – Киев, 1979. – 194 с.
- Зарецкая, И. Н. Влияние густоты посадки и плотности стеблестоя на выход элитных клубней массой 25-80 г / И. Н. Зарецкая, Е. Н. Корзникова // Труды Уральского НИИСХ, 1989. – Т. 54. – С. 77-80.
- Измаильский, А. А. Влажность почвы и грунтовая вода / А. А. Измаильский. – Полтава, 1894.
- Молоцкий, М. Я. С учетом стеблестоя / М. Я. Молоцкий, М. Г. Гордиенко // Картофель и овощи, 1987. – № 2. – С. 11-12.
- Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А. А. Ничипорович // Физиология фотосинтеза. – Москва : Наука, 1982. – С. 7-33.
- Ничипорович, А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович // Тимирязевское чтение. – Москва : Издательство АН СССР, 1956. – С. 1 - 93.
- Самуилов Ф. Д. Водный обмен и состояние воды в растениях / Ф. Д. Самуилов. – Казань: Издательство КГУ, 1972. – 283 с.

11. Тоомиг, Х. Г. Связь фотосинтеза, рост растений и геометрической структуры листьев растительного покрова с режимом солнечной радиации на разных широтах / Х. Г. Тоомиг // Ботанический журнал. – 1967. – Т. 52, №5. – С. 606-616.
12. Тоомиг, Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая / Х. Г. Тоомиг. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.
13. Martin R.J. Radiation interception and growth of sugar beet at different sowing dates in Canterbury. - New Zealand Journ. Agr. Res., 1986, v. 29, p. 381-390.
14. Nitsh A. Stickstoff - und Kaliumdungung der Kartoffel / A. Nitsh, K. Klein // Der Kartoffelbau, 1992, N 43. – S. 24-26.
15. Votoupal B. et al. Nektere priciny zmen ve stolni nodnote bramborovych hliz. –Uroda, 1976, r. 24, № 6. – S. 251-253.

#### Сведения об авторах

1. **Артамонов Сергей Геннадьевич**, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; тел. 89033221432;

2. **Владимиров Константин Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела организации применения средств химизации, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр агрохимической службы «Татарский». 420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 120; e-mail: Vladimkv@mail.ru, тел. 89047668973.

#### POTATO PRODUCTIVITY DEPENDING ON PLANTING DENSITY, METHOD OF SOIL TILLAGE IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

**S. G. Artamonov<sup>1</sup>, K. V. Vladimirov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Chuvash State Agrarian University  
428003, Cheboksary, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution "Center of agrochemical service "Tatarskiy"  
420059, Kazan, Russian Federation

**Abstract.** The authors of the article analyze the results of experimental data on the degree of influence and reaction of the mid-early ripe potato variety Gala on the effectiveness of the application of calculated doses of fertilizers for the planned harvest. As a result of studying the dynamics of the formation of the potato leaf surface area on gray forest soils of the forest-steppe of the Middle Volga region, its dependence on the level of mineral nutrition was revealed. The regulation of the biological cycle in agroecosystems with the help of agrochemical means makes it possible to realize the ecological functions of agrochemistry in the biosphere. Against the background of moldboard tillage in the phase of full shoots, the field germination of potato plants from the number of tubers planted ranged from 98.68% at a planting density of 71.00 thousand pcs/ha to 98-82% - at 40.81 thousand pieces/ha. With chisel tillage to a depth of 30-32 cm, these figures were 70.08 and 40.36 thousand pcs/ha, or 97.70 and 98.89%. By the flowering phase, there was a slight decrease in the density of plant standing compared to the number of sprouts. Thus, with moldboard tillage by 20-22 cm, the decrease in the number of plants amounted to 0.34-0.82 thousand pcs/ha, and, accordingly, by 0.31-0.81 thousand pcs/ha with chisel tillage to a depth 30-32 cm. A decrease in the number of plants was observed with both methods of tillage as planting density increased. This phenomenon had some advantage in moldboard tillage. Tuber formation is one of the most important processes in the life of a potato plant, and it is associated with a genetic ability, the creation of internal physiological conditions in the process of growth and development, which lead to the realization of this ability. The occurrence of such conditions depends, in turn, on age-related changes in plants and on the influence of environmental conditions.

**Key words:** leaf surface, photosynthetic potential (PP), potatoes, yield, starch, vitamin C, nitrates.

#### References

1. Besedin, A. L. Gustota posadki razlichnyh sortov kartofelya na povyshennyh fonah pitaniya v usloviyah Marijskoj ASSR / A. L. Besedin, L. A. Abramova // Agrotekhnika i urozhaj. – 1977. – S. 41-48.
2. Vecher, A. S. Fiziologiya i biohimiya bul'by / A. S. Vecher, M. M. Goncharik. – Minsk : Urozhaj, 1979. – 300s.
3. Vladimirov, V. P. Kartoffel' / V. P. Vladimirov. – Kazan', 1999 –263 s.
4. Vlasyuk, P. A. Himicheskij sostav kartofelya i puti uluchsheniya ego kachestva /P. A. Vlasyuk, N. E. Vlasenko, V. YA. Micko. – Kiev, 1979. – 194 s.
5. Zareckaya, I. N. Vliyanie gustoty posadki i plotnosti stebelstoya na vyhod elitnyh klubnej massoj 25-80 g / I. N. Zareckaya, E. N. Korznikova // Trudy Ural'skogo NIISKH, 1989. – Т. 54. – S. 77-80.
6. Izmail'skij, A. A. Vlazhnost' pochvy i gruntovaya voda / A. A. Izmail'skij. – Poltava, 1894.

7. Molockij, M. YA. S uchetom steblestoya / M. YA. Molockij, M. G. Gordienko // Kartoffel' i ovoshchi, 1987. – № 2. – S. 11-12.
8. Nichiporovich A. A. Fiziologiya fotosinteza i produktivnost' rastenij / A. A. Nichiporovich // Fiziologiya fotosinteza. – Moskva : Nauka, 1982. – S. 7-33.
9. Nichiporovich, A. A. Fotosintez i teoriya polucheniya vysokih urozhaev / A. A. Nichiporovich // Timiryazevskoe chtenie. – Moskva : Izdatel'stvo AN SSSR, 1956. – S. 1 - 93.
10. Samuilov F. D. Vodnyj obmen i sostoyanie vody v rasteniyah / F. D. Samuilov. – Kazan': Izdatel'stvo KGU, 1972. – 283 s.
11. Tooming, H. G. Svyaz' fotosinteza, rost rastenij i geometricheskoy struktury list'ev rastitel'nogo pokrova s rezhimom solnechnoj radiacii na raznyh shirotah / H. G. Tooming // Botanicheskij zhurnal. – 1967. – T. 52, №5. – S. 606-616.
12. Tooming, H. G. Solnechnaya radiaciya i formirovanie urozhaya / H. G. Tooming. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1977. – 200 s.
13. Martin R.J. Radiation interception and growth of sugar beet at different sowig dates in Canterbury. - New Lealand Jorn. Agrig. Res., 1986, v. 29, r. 381-390.
14. Nitsh A. Stickstoff - und Kaliumdungung der Kartoffel / A. Nitsh, K. Klein // Der Kartoffelbau, 1992, N 43. – S. 24-26.
15. Votoupal B. et al. Nektore priciny zmen ve stolni nodnote bramborovych hliz. –Uroda, 1976, r. 24, № 6. – S. 251-253.

### *Information about the authors*

1. **Artamonov Sergey Gennadievich**, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29, Chuvash Republic, Russia; тел . 89033221432;

2. **Vladimirov Konstantin Vladimirovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department for the organization of the use of chemicals, Federal State Budgetary Institution "Center for Agrochemical Service "Tatarskiy"; 420059, Kazan, st. Orenburg tract, 120; e-mail: Vladimkv@mail.ru, tel. 89047668973.

УДК 633.13:631.816.12

DOI

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ОВСА

**А. А. Артемьев**

*Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –  
филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»,  
430904, Саранск, Российская Федерация*

**Аннотация.** В условиях лесостепи Евро-Северо-Востока РФ на базе Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока проведены исследования по оценке применения азотных удобрений в посевах ярового овса сорта Горизонт. Исследования проводились в 2019-2021 гг. на черноземе выщелоченном среднемощном среднегумусном тяжелосуглинистом. Схема опыта включала 3 варианта с удобрениями: контроль (без удобрений); 60 кг д.в. азота – под предпосевную культивацию (фон); фон + 30 кг д.в. азота в подкормку в кущение. Установлено, что в среднем за три года наибольшая урожайность зерна (3,76 т/га) была получена при внесении наибольшего количества азотных удобрений, что достоверно оказалось на 0,96 т/га больше относительно контроля и на 0,21 т/га относительно дозы азота 60 кг д.в./га. Применение азотных удобрений не зависимо от дозы повышало массу зерна, массу 1000 зерен и выравненность зерна. Максимальными данные показатели (530 г/л, 39,7 г, 92,6 % соответственно) наблюдались при совместном внесении азота под предпосевную культивацию и подкормку. Положительное влияние азота отмечалось в снижении пленчатости зерна (меньше на 1,5-1,6 %) и улучшение структуры растений. При дополнительном внесении азота в подкормку в сравнении с контролем и одноразовым применением азота число продуктивных стеблей возрастало на 3,8-4,9 %, высота растений – на 4,9-7,8 %, длина метелки – на 3,1-7,3 % и ее озерненность – на 2,2-9,6 %. Применение удобрений повышало рентабельность производства овса. Наибольший эффект (91,6 %) получен при внесении 60 кг д.в./га азота. Дальнейшее повышение дозы внесения азота снижало эффективность производства на 5,13 % и увеличивало затраты на возделывание культуры на 1,8 тыс. руб./га.

**Ключевые слова:** овес, минеральные удобрения, урожайность, качество, эффективность.

**Введение.** Известно, что уровень потребления питательных веществ растениями в зависимости от урожая зерновых культур может достигать значительных пределов [10]. В этой связи разработка рациональной системы питания растений является важным фактором раскрытия генетического потенциала того или иного