

## ВЛИЯНИЕ ЗАГУЩЕНИЯ И СРОКОВ ПОСАДКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

**ВАСИЛЬЕВ Александр Анатольевич**, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН

**ГОРБУНОВ Анатолий Константинович**, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН

*Рассмотрены особенности формирования листовой поверхности, фотосинтетического потенциала и урожайности клубней картофеля в зависимости от сроков и густоты его посадки. Задачей исследования являлось изучение фотосинтетической деятельности, урожайности и качества клубней картофеля в зависимости от густоты и сроков посадки. Полевые опыты закладывали в лесостепной зоне Зауралья в 2014–2017 гг. с сортами картофеля Розара (раннеспелый) и Кузовок (среднеспелый). Установлено оптимальное сочетание агроприемов для получения планируемых урожаев картофеля с высоким качеством клубней – посадка 12–15 мая (сорта Кузовок по схеме 75×27 и 75×19 см, а сорта Розара – только 75×19 см). Оптимальный срок посадки обеспечивает наибольший фотосинтетический потенциал картофеля при загущенной схеме посадки (4,18–5,45 млн м<sup>2</sup>/га×дней), что вследствие усвоения от 3,9 до 4,4 % фотосинтетически активной солнечной радиации обеспечивает формирование урожая клубней 40,2–42,8 т/га. Четвертый срок посадки картофеля (5–12 июня), снижая фотосинтетический потенциал на 12,6–21,9 % в зависимости от сорта, КПД ФАР – на 28,4–30,1 %, вызывал уменьшение урожайности на 6,6–7,4 т/га, крахмалистости клубней – на 2,0–2,7 % по сравнению с посадкой 12–15 мая. Количество нитратов в клубнях при этом увеличивалось в 1,93–2,22 раза.*

**Введение.** Картофель (*Solanum tuberosum* L.) справедливо относят к числу важнейших сельскохозяйственных культур, возделывание которых обеспечивает продовольственную безопасность нашей страны [8]. Агроклиматические ресурсы Южного Урала в целом благоприятны для его возделывания и гарантируют получение высоких урожаев и качество клубней. Использование минеральных удобрений на основе расчетно-балансового метода обеспечивает формирование программируемой урожайности клубней 40 т/га на богаре в Челябинской области и на орошении в условиях Оренбуржья [4, 12]. Эффективность удобрения картофеля в значительной степени зависит от особенностей сорта и технологии возделывания. Среди приемов агротехники картофеля наибольшее влияние на реализацию биологического потенциала сортов оказывают сроки посадки и степень загущения посевов [7, 10, 11].

Целью исследований являлось изучение фотосинтетической деятельности, урожайности и качества клубней картофеля различной спелости в зависимости от густоты и сроков посадки.

**Методика исследований.** Полевые опыты проводили в 2014–2017 гг. на экспериментальной базе ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках выполнения государственного задания по теме 151. Опытный участок расположен в лесостепи Челябинской области на преобладающих в регионе выщелоченных черноземах средне-суглинистого гранулометрического состава.

Реакция почвенной среды ( $pH_{\text{сол}}$ ) от 5,2 до 5,8 (ГОСТ 26483-85); содержание гумуса – от 5,9 до 6,3 % (по Тюрину), подвижного фосфора – от 57 до 156 мг/кг (по Чирикову), обменного калия – от 201 до 303 мг/кг (по Чирикову), легкогидролизуемого азота – от 57 до 84 мг/кг (по Тюрину и Кононовой).

Проведение эксперимента осуществляли в рамках классических методик [5, 6]. Закладку опытов проводили по принципу полного факториального эксперимента по схеме 3×2×2. Повторение четырехкратное, делянки (27 м<sup>2</sup>) размещали рендомизированным способом. Для обработки данных применяли метод многофакторного дисперсионного анализа [3].

Схема опыта включала три срока посадки (12–15 мая; 25–29 мая и 5–12 июня), две густоты посадки (49 и 70 тыс. клубней/га) и два сорта (Розара и Кузовок). В качестве предшественника картофеля использовали чистый пар. Для посадки использовали клубни с поперечным диаметром 45–50 мм. Глубина посадки составляла 5–6 см. Заданную на получение планируемой урожайности 40 т/га норму минеральных удобрений (в среднем за годы исследований –  $N_{171}P_{227}K_{259}$ ) вносили вручную накануне посадки картофеля. Технология возделывания картофеля в опыте – общепринятая для данного региона.

Наибольшее увлажнение вегетационного периода отмечалось в 2015 г. (ГТК = 1,60), оптимальные для картофеля условия были





в 2017 и 2014 г. (ГТК = 1,44 и 1,34 соответственно). В то время как условия 2016 г. (ГТК = 0,93) не удовлетворяли биологическим требованиям культуры.

**Результаты исследований.** Температура почвы на глубине 10 см при первом сроке посадки картофеля в среднем за период исследований составила 11,4 °С, при втором – 15,4 °С, при третьем – 16,4 °С. Прогревание почвы сокращало довсходовый период картофеля. Если в варианте посадки 12–15 мая он составлял 20–23 дня, то при посадке в конце мая – 18–22, а при летней посадке – 17–21 день. В результате в среднем по опыту первый срок обеспечивал появление всходов картофеля 5–6 июня, второй – 15–16, третий – 26–27 июня (у раннего сорта Розара на 1 день раньше, чем у среднеспелого сорта Кузовок). Имея такое преимущество, растения картофеля при ранней посадке более эффективно использовали ФАР, содержащиеся в почве влагу и питательные элементы.

Первая динамическая копка (5/VII) показала, что площадь ассимиляционной поверхности листьев картофеля сорта Кузовок в варианте первого срока посадки оказалась на 87,0 % больше, чем при летней посадке и на 31,7 % больше, чем при втором сроке посадки. У сорта Розара преимущество посадки во второй декаде мая по величине листового индекса составило 57,4 и 27,6 % соответственно. В последующих копках разница между различными сроками посадки по величине листовой

поверхности сглаживалась, а в конце вегетации большие значения листового индекса отмечались в вариантах поздней посадки клубней картофеля (рис. 1).

Загущенная схема посадки (75×19 см) картофеля сорта Кузовок обеспечивала формирование площади листьев на 24,9 %, Розара – на 17,7 % больше, чем при густоте посадки 49,3 тыс. клубней на 1 га (75×27 см).

Наибольшей величины листовая поверхность достигала в фазе цветения в варианте загущенной посадки картофеля. У раннего сорта Розара наибольшая площадь листьев при посадке 12–15 мая отмечалась в третьей динамической копке (42,5 тыс. м<sup>2</sup>/га), 25–29 мая – в четвертой (40,6 тыс. м<sup>2</sup>/га), 5–12 июня – в пятой (38,5 тыс. м<sup>2</sup>/га). У среднеспелого сорта Кузовок наибольшая листовая поверхность отмечалась в четвертой динамической копке (5/VIII) в вариантах первого (51,9 тыс. м<sup>2</sup>/га) и второго сроков посадки (49,2 тыс. м<sup>2</sup>/га), а при третьем сроке ее проведения – в пятой копке (46,8 тыс. м<sup>2</sup>/га).

Многофакторный анализ показал, что площадь листьев по состоянию на 5/VII зависела от срока посадки картофеля (вклад фактора – 53,4 %), генотипа (26,3 %) и густоты посадки (15,4 %). По мере созревания растений вклад сорта в общую вариацию этого показателя усиливался и достигал максимума в конце вегетации (73 %). Аналогичная закономерность прослеживалась и по густоте посадки, которая в период с 25 июля по 15 августа определяла от

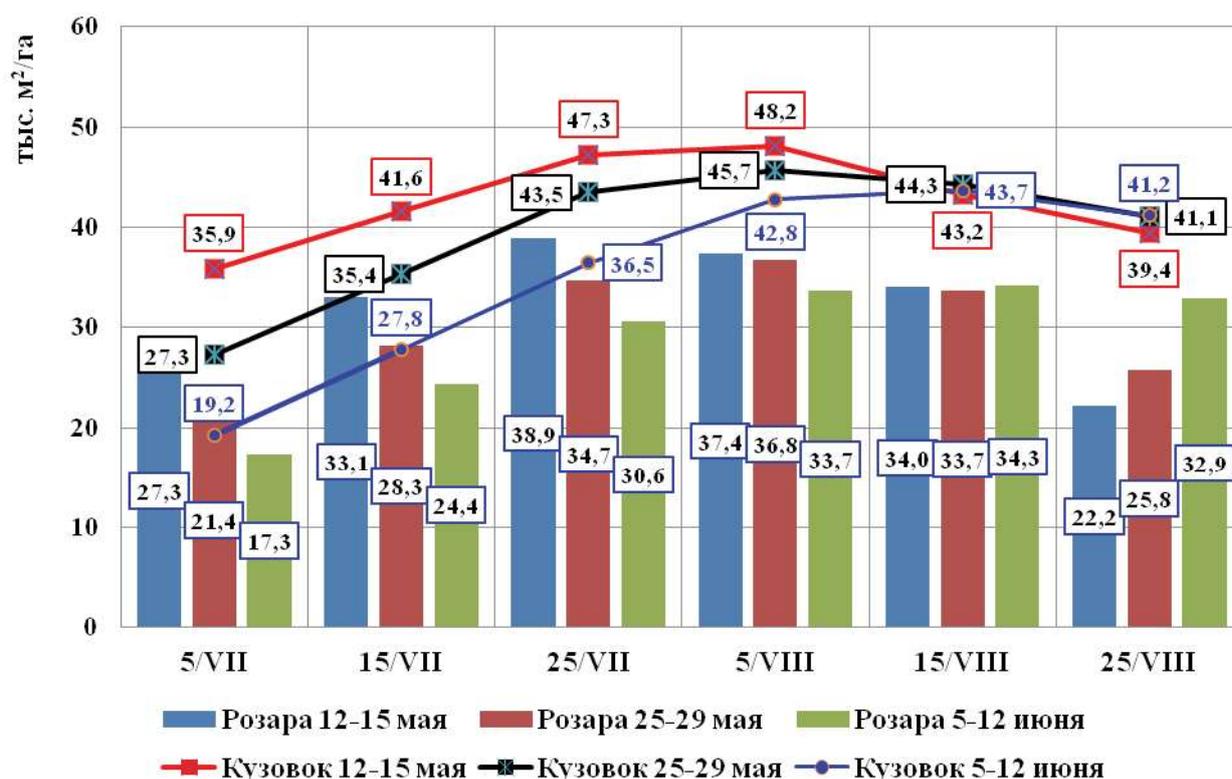


Рис. 1. Динамика листовой поверхности в зависимости от срока посадки картофеля, тыс. м<sup>2</sup>/га (среднее по густоте посадки за 2014–2017 гг.)

34,6 до 38,2 % вариации ассимиляционной поверхности листьев. Тогда как влияние срока посадки, наоборот, постепенно снижается, достигая к концу вегетации 5,0 %.

Суммарный фотосинтетический потенциал (ФП) больше зависел от сорта (вклад фактора – 57,2 %) и густоты посадки картофеля (36,2 %), чем от срока ее проведения (7,9 %). Если ФП картофеля при третьем сроке посадки принять за сто процентов, то посадка сорта Кузовок 25–29 мая увеличивала его на 12,4 %, Розара – на 7,2 %, а посадка 12–15 мая – на 18,9 и 10,7 % соответственно. Загущение посадок вызвало закономерное увеличение ФП изучаемых сортов картофеля (Кузовок – на 17,6 %, Розара – на 24,8 %). Существенное увеличение ФП при сокращении площади питания растений картофеля установлено и другими исследователями [1, 9]. Тогда как в опытах Р.Р. Галеева этот показатель определялся не схемой посадки, а главным образом крупностью семенного материала [2].

Наибольший ФП картофеля (Кузовок – 5,45 млн м<sup>2</sup>/га·дней, Розара – 4,18 млн м<sup>2</sup>/га·дней) отмечали в вариантах загущенной посадки (75×19 см) в начале второй декады мая (рис. 2).

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) больше зависела от генотипа (вклад фактора – 72,4 %), чем от приемов агротехники: срок посадки определял 10,2 %, а густота посадки 1,2 % вариации ЧПФ. Взаимодействие факторов также оказывало существенное влияние на ЧПФ: от взаимодействия срока и густоты посадки зависело 7,2 %, срока посадки и выбора сорта – 3,3 %, сорта и густоты посадки – 3,2 % общей вариации этого показателя. В среднем по опыту ЧПФ у сорта Розара (3,03 г/м<sup>2</sup> в сутки) была на

10,9 % больше, чем у сорта Кузовок (2,73 г/м<sup>2</sup> в сутки).

Наибольшая ЧПФ зафиксировали при посадке картофеля в конце мая (Розара – 3,07 г/м<sup>2</sup> в сутки, Кузовок – 2,86 г/м<sup>2</sup> в сутки). Несколько меньше этот показатель был при поздней посадке (соответственно 3,03 и 2,78 г/м<sup>2</sup> в сутки), а минимальное его значение отмечали в варианте первого срока посадки (2,99 и 2,56 г/м<sup>2</sup> в сутки).

Коэффициент усвоения ФАР зависел как от густоты (вклад фактора – 38,1 %) и сроков посадки картофеля (29,9 %), так и от генотипа (25,8 %). Оптимальные сроки посадки (12–15 мая) обеспечивали повышение этого показателя в зависимости от сорта на 28,4–30,1 % по сравнению с поздней посадкой. Загущение агроценоза способствовало более эффективному усвоению ФАР растениями: КПД ФАР у сорта Розара при этом увеличивался на 20,5 %, Кузовок – на 16,6 % по сравнению с разреженной схемой посадки (75×27 см). Наибольший коэффициент усвоения ФАР растениями изученных сортов картофеля зафиксирован при загущенной посадке 12–15 мая (Кузовок – 4,4 %, Розара – 3,9 %). В среднем по опыту поглощение ФАР растениями среднеспелого сорта Кузовок оказалось на 15 % выше, чем аналогичный показатель у сорта Розара (см. таблицу).

Поглощение картофелем 1 % фотосинтетически активной солнечной радиации в среднем по опыту обеспечивало формирование урожая клубней сорта Розара 11,0 т/га, Кузовок – 10,5 т/га. Наибольшая урожайность картофеля отмечали при загущенной посадке: сорта Розара – 12–15 мая (40,2 т/га), Кузовок – 25–29 мая (45,9 т/га).

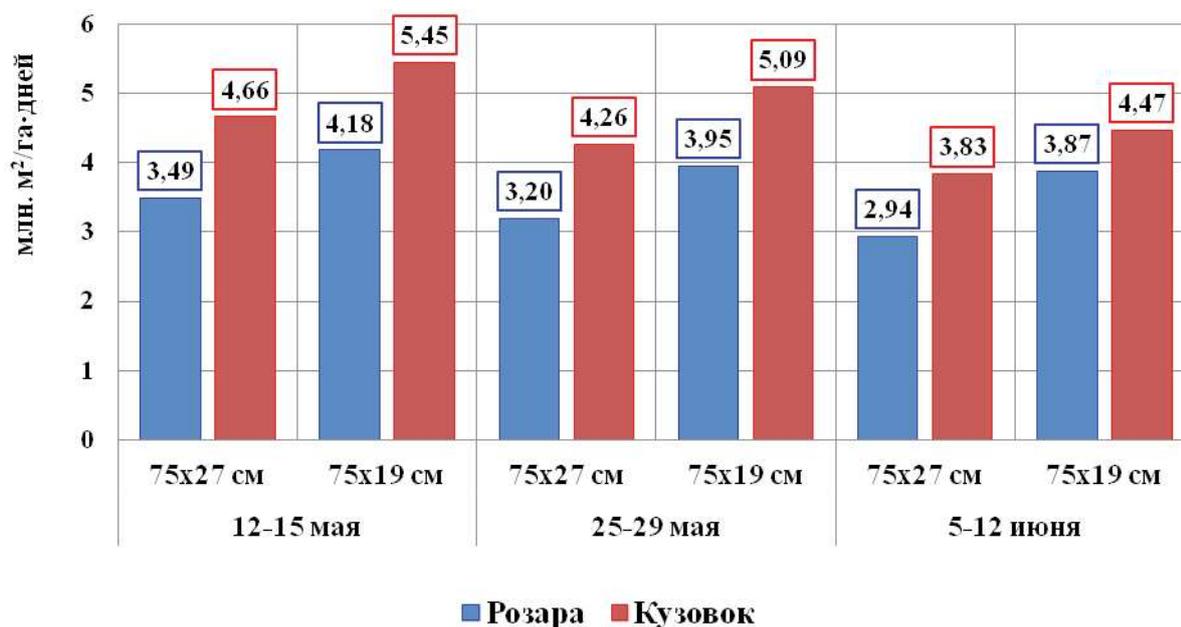


Рис. 2. Влияние срока и густоты посадки на суммарный фотосинтетический потенциал картофеля (2014–2017 гг.)



**Поглощение ФАР, урожайность и качество клубней в зависимости от густоты и сроков посадки картофеля (2014–2017 гг.)**

Дата посадки	Густота посадки, тыс./га	Коэффициент усвоения ФАР, %	Урожайность, т/га	Сухое вещество, %	Крахмал		Нитраты, мг/кг
					%	т/га	
Среднеспелый сорт картофеля Кузовок							
12–15 мая	49,3	3,6	39,7	21,8	15,84	6,29	68,2
	70,1	4,4	42,8	23,3	15,61	6,68	62,0
25–29 мая	49,3	3,6	36,3	12,9	14,38	5,22	92,7
	70,1	4,3	45,9	20,7	14,54	6,67	113,8
5–12 июня	49,3	3,0	31,1	19,8	12,88	4,00	174,1
	70,1	3,2	36,5	19,4	13,26	4,84	114,5
Ранний сорт картофеля Розара							
12–15 мая	49,3	3,4	36,3	22,9	16,80	6,10	108,6
	70,1	3,9	40,2	22,6	16,23	6,52	104,6
25–29 мая	49,3	2,9	34,4	20,6	14,65	5,03	116,4
	70,1	3,5	37,6	21,5	14,94	5,62	117,7
5–12 июня	49,3	2,5	28,5	20,4	14,53	4,14	229,2
	70,1	3,2	34,7	20,4	14,60	5,07	181,6

Урожайность клубней в опыте была обусловлена изменением густоты (вклад фактора – 44,9 %) и сроков посадки (30,8 %), а также выбором сорта (18,9 %). Посадка картофеля в начале июня сопровождалась существенным снижением его продуктивности (Кузовок – на 7,4 т/га, Розара – на 6,6 т/га) по отношению к оптимальному сроку посадки (12–15 мая). Загущенная схема посадки повышала урожайность сорта Кузовок на 6,0 т/га, Розара – на 4,4 т/га.

Проектируемая урожайность клубней (40 т/га) достигалась сортом Розара только при сочетании загущенной схемы и оптимального срока посадки, а у сорта Кузовок – в трех вариантах: две схемы посадки 12–15 мая и загущенная посадка 25–29 мая.

Изучаемые приемы агротехники оказывали существенное влияние на фитосанитарное состояние картофеля. Так, поздняя посадка сопровождалась повышением вредоносности фитофтороза (Розара – на 42,9 %, Кузовок – на 21,9 %) по сравнению с посадкой во второй декаде мая. При первом сроке посадки, наоборот, возрастало поражение стеблей картофеля ризоктониозом в форме сухой язвенной гнили (на 34,8 и 15,9 % соответственно) по сравнению с посадкой в начале июня. Загущение посадок картофеля с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га повышало степень развития фитофтороза на 10–21 %, а ризоктониоза – на 13–20 % в зависимости от сорта.

Среди изучаемых факторов наиболее сильное влияние на качество клубней оказывал срок посадки. Этот фактор определял 64,2 % вариации содержания в клубнях крахмала, 54,6 % – нитратов и 28,7 % – сухого вещества. В то время как доля, зависящая от генотипа, составляла

26,3 %, 29,0 и 17,7 %, а от схемы посадки – 1,1 %, 4,6 и 14,4 % соответственно.

Накопление сухого вещества и крахмала в клубнях сорта Кузовок в варианте летней посадки картофеля снижалось в среднем на 3,0 и 2,7 %, а у сорта Розара – на 2,4 и 2,0 % соответственно. Уровень содержания нитратов в продукции при этом увеличивался у среднеспелого сорта в 2,22 раза, а у раннего сорта картофеля – в 1,93 раза по отношению к посадке в оптимальные сроки.

Наиболее благоприятные условия для обеспечения максимальных сборов крахмала с 1 га картофеля создавались в вариантах загущенной посадки изученных сортов в начале второй декады мая (Кузовок – 6,68 т/га, Розара – 6,52 т/га). Задержка посадки картофеля на 1 месяц приводила к снижению производства крахмала на 37,0 и 46,6 %.

**Заключение.** В лесостепной зоне Южного Урала оптимальным сроком посадки картофеля для получения планируемых урожаев с высоким качеством клубней является начало второй декады мая: для сорта Кузовок по схеме 75×27 и 75×19 см, а для сорта Розара – только загущенная схема посадки.

Посадка картофеля 12–15 мая по схеме 75×19 см позволила сформировать наибольший фотосинтетический потенциал (Кузовок – 5,45 млн м<sup>2</sup>/га×дней, Розара – 4,18 млн м<sup>2</sup>/га×дней), имеющий преимущество 17,0–19,8 % как перед вариантом ранней разреженной посадки (75×27 см), так и перед поздней загущенной посадкой (8,0–21,9 %). Поскольку чистая продуктивность фотосинтеза главным образом зависела от генотипа (у сорта Розара она в среднем



была на 10,9 % выше, чем у сорта Кузовок), это обеспечило лучшее усвоение ФАР (Розара – 3,9 %, Кузовок – 4,4 % соответственно), более высокую урожайность (40,2 и 42,8 т/га) и качество клубней, чем при других сроках посадки.

Поздняя посадка (5–12 июня) сопровождалась снижением ФП картофеля (в среднем 12,6–21,9 % в зависимости от сорта) и коэффициента поглощения ФАР (на 28,4–30,1 %). В результате чего у сорта Кузовок отмечалось снижение урожайности клубней на 7,4 т/га, крахмалистости – на 2,7 %, а у сорта Розара – на 6,6 т/га и 2,0 % соответственно. Несбалансированность корневого и воздушного питания сопровождалась двукратным увеличением накопления нитратов в клубнях по сравнению с первым сроком посадки.

Использование растениями картофеля 1 % фотосинтетически активной солнечной радиации обеспечивает в условиях Южного Урала формирование урожая клубней 10,5–11 т/га.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баландин Б.Н.* Фотосинтетическая активность, урожайность и качество клубней картофеля в зависимости от площади питания растений // *Аграрный вестник Урала*. – 2013. – № 1 (107). – С. 4–5.

2. *Галеев Р.Р.* Особенности формирования урожайности картофеля в зависимости от агротехнических приемов в лесостепи Новосибирского Приобья // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. – 2012. – № 4 (29). – С. 94–99.

3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М. Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. *Дубенок Н.Н., Мушинский А.А., Васильев А.А., Герасимова Е.В.* Технологии возделывания картофеля в степной и лесостепной зонах Южного Урала в условиях орошения // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – Т. 30. – № 7. – С. 71–74.

5. Методика исследований по культуре картофеля. – М.: НИИКХ, 1967. – 262 с.

6. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле / С.В. Жевора [и др.]. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2019. – 120 с.

7. *Мингалиев С.К.* Реакция различных сортов картофеля на сроки посадки в Свердловской области // *Аграрный вестник Урала*. – 2016. – № 2. – С. 47–51.

8. *Осипов В.С., Жевора С.В., Зельднер А.Г.* Вариация и дифференциация субъектов РФ по эффективности производства картофеля // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. – 2020. – № 2. – С. 28–32.

9. *Скрябин А.А.* Влияние нормы посадки и массы посадочного клубня на урожайность и стеблеобразовательную способность среднеспелого сорта картофеля в Среднем Предуралье // *АгроЭкоИнфо*. – 2020. – № 2 (40). – С. 3.

10. *Чамышев А.В.* Агроэкологическое обоснование сроков посадки картофеля в Саратовском Правобережье // *Аграрный научный журнал*. – 2016. – № 2. – С. 30–33.

11. *Шашкаров Л.Г., Григорьев Я.М.* Рост и развитие растений картофеля в зависимости от густоты посадки клубней // *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2017. – № 3. – С. 35–39.

12. *Vasilev A.A., Gorbunov A.K.* Problems of Obtaining Planned Potato Harvests in the Southern Urals // *Russian Agricultural Sciences*, 2018, Vol. 44, № 6, P. 510–515.

**Васильев Александр Анатольевич**, *д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, Россия.*

Тел.: 89068705312.

**Горбунов Анатолий Константинович**, *старший научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, Россия.*

454902, г. Челябинск, ул. Гидрострой, 16.

Тел.: 89026117609.

**Ключевые слова:** *картофель; сорт; срок посадки; густота посадки; площадь листьев; урожайность; крахмал; нитраты.*

#### INFLUENCE OF THICKNESS AND PLANTING TIME ON POTATO PRODUCTIVITY AND QUALITY

**Vasilev Aleksandr Anatolyevich**, *Doctor of Agricultural Sciences, Ural Federal Agrarian Research Center UB RAS, Russia.*

**Gorbunov Anatoliy Konstantinovich**, *Senior Researcher, Ural Federal Agrarian Research Center UB RAS, Russia.*

**Keywords:** *potatoes; variety; planting time; planting density; leaf area; yield; starch; nitrates.*

*The article discusses the features of the formation of the leaf's surface, photosynthetic potential and yield of tubers, depending on the timing and density of potato planting. The objective of our research was to study photosynthetic activity, yield and quality of potato tubers depending on the density and timing of planting. Field experiments were carried out in the forest-steppe zone of the Trans-Urals in 2014–2017 with potato varieties Rosara (early ripening)*

*and Kuzovok (mid-ripening). The optimal combination of agricultural practices has been established to obtain the planned potato yields with high quality tubers - planting on May 12–15 (Kuzovok varieties according to the scheme 75x27 and 75x19 cm, and Rosara varieties - only 75x19 cm). The optimal planting period provides the greatest photosynthetic potential of potatoes with a thickened planting scheme (4.18–5.45 million m<sup>2</sup>/ha-days), which, due to the assimilation of 3.9 to 4.4% of photosynthetically active solar radiation, ensures the formation of a crop of tubers 40.2–42.8 t/ha. The fourth term for planting potatoes (June 5–12), reducing the FP by 12.6–21.9% depending on the variety, the PAR efficiency - by 28.4–30.1%, caused a decrease in yield by 6.6–7, 4 t/ha, tuber starch content - by 2.0–2.7% compared to planting on May 12–15. At the same time, the amount of nitrates in tubers increased by 1.93–2.22 times.*

