

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ ПОСАДКИ И УБОРКИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ

© Катаев А.С.,
Елисеев С.Л.



Алексей Сергеевич Катаев

Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова
Пермь, Российская Федерация
e-mail: akataev92@mail.ru
ORCID: 0000-0002-4649-5227



Сергей Леонидович Елисеев

Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова
Пермь, Российская Федерация
e-mail: psaa-eliseev@mail.ru
ORCID: 0000-0001-8990-7407

В настоящее время топинамбур рассматривается как ценное сырье для продовольственной промышленности ввиду уникального биохимического состава клубней. Широкому внедрению этой культуры в промышленное производство препятствует отсутствие разработанных зональных технологий возделывания. В определенных регионах России, в Беларуси и Узбекистане проведены исследования по установлению оптимальных сроков весенней посадки, а также ее сравнительная оценка с подзимней. Научная новизна исследований заключается в установлении урожайности и показателей качества клубней топинамбура при разных сроках посадки в сочетании со сроками уборки зеленой массы в почвенно-климатических условиях Среднего Предуралья. Двухлетние исследования проведены на дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой среднеоккультуренной почве по общепринятым методикам и ГОСТам. Агротехника общепринятая для Нечерноземной зоны, технология посадки топинамбура – гребневая. Установлено, что процесс клубнеобразования топинамбура проходит в период от фазы бутонизации до фазы полного цветения. В это время отмечается существенный прирост числа клубней в кусте – на 15,4 шт. и средней массы одного клубня – на 19,1 г. После фазы полного цветения до первой уборки зеленой массы через 10 суток число клубней в кусте снижается на 35%, а средняя масса клубня увеличивается в течение еще 20 суток. Наибольшую урожайность клубней топинамбура возможно получить при весенней посадке – 21,3 т/га и при уборке ботвы через 20 суток после фазы полного цветения – 19,0–21,2 т/га. Высокая урожайность клубней при весенней посадке обусловлена большей плотностью растений перед уборкой – на 0,9 шт./м², а при поздних сроках уборки зеленой массы – большей продуктивностью куста – на 141,7–191,3 г. В урожае топинамбура при весенней посадке увеличивается доля клубней средней и крупной фракции – на 7%

и 8%, содержание водорастворимого сахара – на 2,2%. Бóльшее содержание сухого вещества – 22,3% и сырого протеина – 9,4% отмечали при укосе зеленой массы перед уборкой клубней, а сырой золы – 1,42% и сырого жира – 1,86% при уборке зеленой массы через 10 суток после полного цветения.

Топинамбур, срок посадки, срок уборки зеленой массы, урожайность, формирование клубней, качество.

Введение

Продовольственная ценность топинамбура определяется уникальным биохимическим составом его клубней (Сафармади и др., 2020). Клубни используются в пищевой промышленности в сухом, сыром, вареном, жареном виде (Жылкыайдарова и др., 2018). Однако внедрению культуры топинамбура в широкое промышленное производство препятствует ряд проблем, связанных в том числе с недостаточной разработкой особенностей технологии его возделывания в разных почвенно-климатических условиях.

Высокой урожайности и качества клубней топинамбура возможно достичь в том числе за счет выбора оптимального срока посадки и уборки зеленой массы (Данилов, Щипцова, 2015). В производственной практике применяют весеннюю или осеннюю посадку (Старовойтова и др., 2017b). Мнения ученых относительно выбора оптимального срока посадки расходятся. В средней полосе России более предпочтительна ранняя весенняя посадка при наступлении спелости почвы (Старовойтова и др., 2017a). Летние посадки снижают урожайность клубней в два раза, а в засушливых условиях могут привести к полной ее потере (Старовойтов и др., 2018). Такого же мнения придерживаются ученые из Республики Хакасия, где более высокая урожайность клубней была получена при их посадке в апреле в сравнении с майскими посадками (Гордеева, Кызынгашева, 2011). В условиях Республики Узбекистан при ранневесенней посадке (5 апреля) отмечалось более интенсивное развитие растений топинамбура, что обеспечило бóльшую про-

дуктивность куста и урожайность клубней (Жангабаева и др., 2020). В Республике Беларусь одинаково высокие показатели урожайности клубней были получены как при весенней, так и при подзимней посадке (Ярошевич и др., 2012). Преимущество подзимней посадки над весенней доказано в условиях уральского региона (Абрамчук, Лаптев, 2018). Из подзимних посадок предпочтение отдают наиболее поздним. При посадке топинамбура 30 октября в Оренбургской области урожайность клубней была на 20–33% выше, чем при посадке 2–4 неделями ранее (Гулянов, 2018). Установлено, что срок уборки зеленой массы оказывает непосредственное влияние на урожайность клубней (Михеев и др., 2018). В Республике Беларусь максимальный сбор клубней – 46 т/га и содержание сухого вещества в них возможно получить при позднем сроке укоса ботвы – перед самой уборкой клубней (Горный и др., 2015). В Центральной России наибольший сбор клубней получали при их уборке через 20 суток после укоса ботвы (Манохина и др., 2018). В Среднем Предуралье исследования по выбору оптимального весеннего срока посадки проводили еще в 30-х годах прошлого столетия. Однако сравнительных исследований весенней и подзимней посадки не проводилось, равно как и исследований по выбору оптимального срока укоса зеленой массы.

В связи с этим целью наших исследований – определить оптимальный срок посадки клубней и уборки зеленой массы, обеспечивающий формирование наибольшей урожайности и лучшего качества клубней топинамбура.

Задачи исследований:

- 1) определить урожайность клубней и показатели ее структуры;
- 2) выявить особенности формирования клубней;
- 3) определить фракционный и биохимический состав клубней.

Материалы и методы исследований

Экспериментальные двухлетние полевые исследования проводили на базе опытного поля, а лабораторные – в лаборатории освоения агрозоотехнологий Пермского ГАТУ в 2019–2020 гг. Двухфакторный опыт закладывали в соответствии с Методикой опытного дела (Доспехов, 2011) в четырехкратной повторности по схеме: Фактор А – срок посадки: A_1 – весенний; A_2 – подзимний; Фактор В – срок уборки зеленой массы: B_1 – через 10 суток после фазы полного цветения; B_2 – через 20 суток после фазы полного цветения; B_3 – перед уборкой клубней. Площадь делянки: общая – 30 м², учетная – 20 м². Объект исследований – топинамбур (*Heliantus tuberosus* L.) сорта «Скороспелка».

Осенние агротехнические мероприятия включали в себя дискование почвы боронной БДМ-2,4 и зяблевую вспашку плугом ПЛН-4-35. Весной проводили боронование БЗТС-1,0 при возможно раннем сроке, культивацию с боронованием КПС-4+БЗСС-1. Перед весенней и подзимней посадкой осуществляли нарезку гребней культиватором КОН-2,8. В летний период перед подзимней посадкой проводили дополнительные культивации по мере появления сорняков. Минеральные удобрения вносили с учетом выноса элементов питания с урожайностью клубней 25 т/га в дозах N221 P74 K374 разбрасывателем D-Pol. Перед посадкой клубни просушивали, за посадочную фракцию принимали клубни массой 20–80 г. Весеннюю посадку осуществляли при физической спелости почвы вручную на глубину 5–6 см в 2019 году – 13 мая, в 2020 году – 9 мая. Подзимнюю посадку проводили при устойчи-

вом снижении среднесуточной температуры воздуха до 5 °С вручную на глубину 5–6 см в 2018 году – 10 октября, в 2019 году – 6 октября. В течение вегетационного периода проводили три междурядные обработки. Зеленую массу скашивали поделяночно триммером Husqvarna 128R согласно схеме. Клубни убирали поделяночно картофелекопалкой КТН-2В с подбором вручную в 2019 году – 5 октября, в 2020 году – 26 сентября. За клубни мелкой фракции в урожае принимали клубни массой менее 20 г, за средние – массой 21–80 г, за крупные – более 80 г.

Опыты закладывали на дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой среднеокультуренной почве с содержанием гумуса по годам от 1,7–2,4%. В вегетационный период 2019 года сумма осадков была значительно выше нормы и составила 620,1 мм, среднесуточная температура воздуха – 12 °С. Сумма осадков за 2020 год составила 428,2 мм, температура воздуха – 13 °С. Наблюдения и исследования проведены по общепринятым методикам.

Результаты и обсуждение

Густота всходов при весенней посадке составила 3,5 шт./м², что на 0,8 шт./м² больше, чем при подзимней (табл. 1). Это обусловлено существенно большей полевой всхожестью растений – на 21%. Густота растений – 3,0–3,1 шт./м² и полевая всхожесть – 83–85% в зависимости от срока укоса ботвы существенно не изменялись.

Формирование клубней топинамбура начинается в фазе бутонизации и не зависит от срока посадки. Число клубней в кусте существенно повышается от фазы бутонизации до фазы полного цветения – в среднем на 15,4 шт. или более чем в три раза (рис. 1). После фазы цветения отмечается редукция клубней как при весенней, так и при подзимней посадке – в среднем на 7,7–7,8 шт./куст, или на 35%, что можно объяснить дефицитом углеводов. В фазы бутонизации и цветения и по периодам

Таблица 1. Густота всходов и полевая всхожесть топинамбура

Срок посадки (А)	Срок уборки зеленой массы, суток после фазы полного цветения (В)						Среднее по А	
	10		20		перед уборкой клубней			
	всходы, шт./м ²	полевая всхожесть, %	всходы, шт./м ²	полевая всхожесть, %	всходы, шт./м ²	полевая всхожесть, %	всходы, шт./м ²	полевая всхожесть, %
Весенний	3,5	96	3,5	95	3,5	92	3,5	94
Подзимний	2,7	74	2,6	72	2,7	74	2,7	73
Среднее по В	3,1	85	3,0	83	3,1	83		
НСР ₀₅ главных эффектов				по фактору А		0,2	10	
				по фактору В		F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	
НСР ₀₅ частных различий				по фактору А		0,4	17	
				по фактору В		F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	

Источник: исследования авторов.

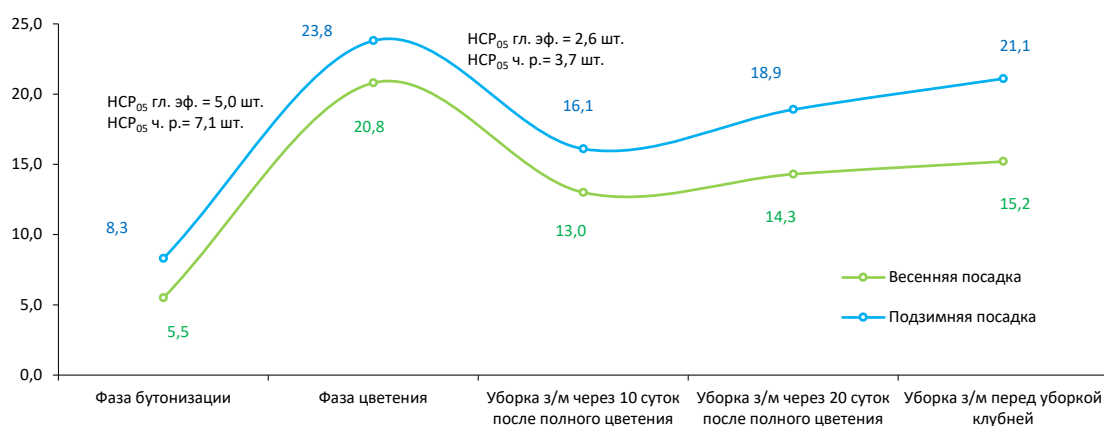


Рис. 1. Динамика прироста числа клубней в кусте по фазам развития, шт.

Источник: исследования авторов.

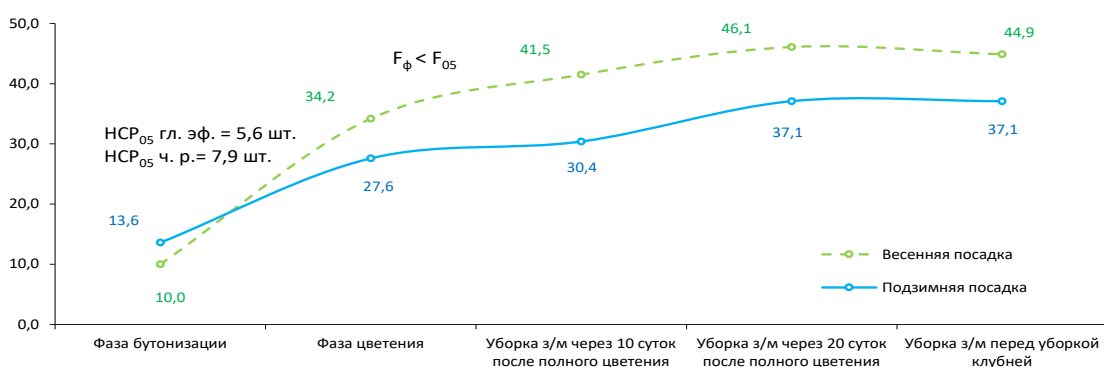


Рис. 2. Динамика изменения средней массы клубня по фазам развития, г

Источник: исследования авторов.

укося зеленой массы отмечали более высокое число клубней в кусте при подзимней посадке – на 2,8–5,9 шт. Это обусловлено более ранним появлением всходов и увеличением продолжительности периода всходы – бутонизация.

Средняя масса клубня существенно повышается в период от фазы бутонизации до фазы полного цветения – в среднем на 19,1 г (рис. 2). От фазы полного цветения до первого срока уборки зеленой массы через 10 суток также наблюдается

Таблица 2. Густота и выживаемость растений за вегетационный период

Срок посадки (А)	Срок уборки зеленой массы, суток после фазы полного цветения (В)						Среднее по А	
	10		20		перед уборкой клубней			
	густота растений, шт./м ²	выживаемость, %	густота растений, шт./м ²	выживаемость, %	густота растений, шт./м ²	выживаемость, %	густота растений, шт./м ²	выживаемость, %
Весенний	3,3	95	3,2	94	3,3	97	3,3	95
Подзимний	2,5	93	2,4	92	2,2	84	2,4	90
Среднее по В	2,9	94	2,8	93	2,7	91		
НСР ₀₅ главных эффектов				по фактору А		0,4	$F_{\phi} < F_{05}$	
				по фактору В		0,1	$F_{\phi} < F_{05}$	
НСР ₀₅ частных различий				по фактору А		0,7	$F_{\phi} < F_{05}$	
				по фактору В		0,2	$F_{\phi} < F_{05}$	

Источник: исследования авторов.

Таблица 3. Число клубней в кусте и их средняя масса

Срок посадки (А)	Срок уборки зеленой массы, суток после фазы полного цветения (В)						Среднее по А	
	10		20		перед уборкой клубней			
	число клубней, шт./куст	средняя масса, г	число клубней, шт./куст	средняя масса, г	число клубней, шт./куст	средняя масса, г	число клубней, шт./куст	средняя масса, г
Весенний	13,0	41,8	14,3	46,1	15,2	44,9	14,2	44,3
Подзимний	16,1	30,4	18,9	37,1	21,1	37,1	18,7	34,8
Среднее по В	14,5	36,1	16,6	41,6	18,2	41,0		
НСР ₀₅ главных эффектов				по фактору А		4,0	5,8	
				по фактору В		2,9	4,5	
НСР ₀₅ частных различий				по фактору А		6,9	10,0	
				по фактору В		4,1	6,4	

Источник: исследования авторов.

тенденция увеличения средней массы клубня – на 2,8–7,3 г.

Прирост массы клубня завершается через 20 суток после фазы полного цветения. Начиная с фазы полного цветения при весенней посадке средняя масса клубня увеличивается в среднем на 6,6–11,1 г по сравнению с подзимней посадкой. Это объясняется более мощным развитием растений и их фотосинтетического аппарата.

Таким образом, наиболее интенсивный прирост числа клубней в кусте и их средней массы наблюдается от фазы бутонизации до фазы полного цветения. Через 10 суток после фазы полного цветения отмечается существенное снижение числа клубней, а прирост массы клубня продолжается до 20 суток после этой фазы.

Густота растений перед уборкой при весенней посадке была существенно (на 0,9 шт./м²) выше, чем при подзимней, что обусловлено более высокой густотой всходов (табл. 2). При подзимней посадке растения топинамбура менее жизнеспособны, что подтверждается более низкой их выживаемостью за вегетационный период – на 5%.

Разная продолжительность вегетационного периода оказала влияние на формирование густоты растений перед уборкой, которая при ранних сроках укоса зеленой массы была на 0,1–0,2 шт./м² больше, чем при ее укосе перед уборкой клубней.

Подзимняя посадка в среднем обеспечивает формирование большего числа клубней в кусте – на 4,5 шт., что отмечается при каждом сроке уборки зеленой массы (табл. 3). Средняя масса клубня,

наоборот, была выше при весенней посадке – на 9,5 г, что также фиксируется при каждом сроке укоса ботвы: через 10 суток после фазы полного цветения – на 11,4 г, через 20 суток – на 9,0 г, перед уборкой клубней – на 7,8 г.

При укосе зеленой массы перед уборкой клубней в кусте топинамбура в среднем формируется 18,2 клубня, что на 3,7 шт. больше, чем при более ранних сроках уборки. Средняя масса клубня была существенно выше при укосе зеленой массы через 20 суток после фазы полного цветения – на 5,5 г по сравнению с ее уборкой через 10 суток. Бóльшее число клубней в кусте и их средняя масса при поздних сроках уборки зеленой массы может быть обусловлено продолжающимся оттоком углеводов из стебля в клубни.

Увеличение числа клубней в кусте при подзимней посадке компенсируется бóльшей средней массой клубня при весенней посадке, что обеспечивает формирование одинаковой продуктивности куста при

всех изучаемых сроках посадки – 632,6–627,5 г (табл. 4). Более высокая продуктивность куста – на 141,7–191,3 г сформировалась при поздних сроках уборки зеленой массы, что обусловлено бóльшим числом клубней в кусте – на 2,1–3,7 шт. и средней массой одного клубня – на 4,9–5,5 г.

Бóльшая урожайность клубней топинамбура формируется при весенней посадке – на 4,9 т/га (табл. 5). Ввиду одинаковой продуктивности куста существенное повышение урожайности клубней при весенней посадке обусловлено бóльшей густотой растений – на 0,9 шт./м² (см. табл. 2).

Несмотря на существенное снижение густоты растений (на 0,1–0,2 шт./м²) бóльшая урожайность клубней топинамбура формируется при укосе зеленой массы начиная через 20 суток после фазы полного цветения – 19,0–21,2 т/га, что на 2,7–4,9 т/га выше по сравнению с уборкой зеленой массы через 10 суток. Это обусловлено более высокими показателями продуктивности куста – на 141,7–191,3 г (см. табл. 4).

Таблица 4. Продуктивность куста, г

Срок посадки (А)	Срок уборки зеленой массы, суток после фазы полного цветения (В)			Среднее по А
	10	20	перед уборкой клубней	
Весенний	538,8	666,0	693,2	632,6
Подзимний	499,5	655,6	727,6	627,5
Среднее по В	519,1	660,8	710,4	
НСР ₀₅ главных эффектов		по фактору А	$F_{\phi} < F_{05}$	
		по фактору В	154,4	
НСР ₀₅ частных различий		по фактору А	$F_{\phi} < F_{05}$	
		по фактору В	218,4	
Источник: исследования авторов.				

Таблица 5. Урожайность клубней топинамбура, т/га

Срок посадки (А)	Срок уборки зеленой массы, суток после фазы полного цветения (В)			Среднее по А
	10	20	перед уборкой клубней	
Весенний	19,0	20,6	24,2	21,3
Подзимний	13,6	17,3	18,2	16,4
Среднее по В	16,3	19,0	21,2	
НСР ₀₅ главных эффектов		по фактору А	3,1	
		по фактору В	2,6	
НСР ₀₅ частных различий		по фактору А	5,4	
		по фактору В	3,7	
Источник: исследования авторов.				

Таблица 6. Фракционный состав клубней в урожае топинамбура, %

Срок посадки (А)	Срок уборки зеленой массы, суток после фазы полного цветения (В)									Среднее по А		
	10			20			перед уборкой клубней					
	мел.	сред.	круп.	мел.	сред.	круп.	мел.	сред.	круп.	мел.	сред.	круп.
Весенний	45	42	13	47	38	16	39	46	15	43	42	15
Подзимний	64	31	6	53	38	9	56	37	7	58	35	7
Среднее по В	54	36	10	50	38	12	48	41	11			
НСР ₀₅ главных эффектов						по фактору А			9	4	8	
						по фактору В			$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	
НСР ₀₅ частных различий						по фактору А			16	8	14	
						по фактору В			$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	

Источник: исследования авторов.

Таблица 7. Содержание сухого вещества, водорастворимого сахара и сырой золы в клубнях топинамбура

Срок посадки, см (А)	Срок уборки зеленой массы	Биохимические показатели					
		сухое в-во, %	среднее по А	сахар, % на а.с.в.	среднее по А	зола, % на а.с.в.	среднее по А
Весенний	10*	19,8	20,8	12,9	14,6	1,36	1,32
	20*	20,2		17,0		1,25	
	перед уборкой клубней	22,4		14,0		1,34	
Подзимний	10	20,6	21,1	11,5	12,4	1,48	1,34
	20	20,5		13,2		1,21	
	перед уборкой клубней	22,3		12,6		1,33	
Среднее по В1		20,2		12,2		1,42	
Среднее по В2		20,4		15,1		1,23	
Среднее по В3		22,3		13,3		1,34	
НСР ₀₅ гл. эф. по фактору А		$F_{\phi} < F_{05}$		1,1		$F_{\phi} < F_{05}$	
НСР ₀₅ ч. раз. по фактору А		$F_{\phi} < F_{05}$		1,8		$F_{\phi} < F_{05}$	
НСР ₀₅ гл. эф. по фактору В		0,4		1,2		0,04	
НСР ₀₅ ч. раз. по фактору В		0,6		1,8		0,06	

* Суток после фазы полного цветения.
Источник: исследования авторов.

Доля клубней мелкой фракции была на 15% выше при подзимней посадке, а доля клубней средней и крупной фракции, наоборот, при весенней посадке – на 7 и 8% соответственно (табл. 6).

Фракционный состав клубней не зависит от срока уборки надземной массы. Наблюдается тенденция незначительного снижения доли мелких клубней при поздних сроках уборки ботвы – на 4–6% и, соответственно, повышения доли средних клубней – на 2–3%, крупных клубней – на 1–2%.

При изучаемых сроках посадки в клубнях наблюдается одинаковое содержание сухо-

го вещества и сырой золы (табл. 7). Содержание водорастворимого сахара было на 2,2% выше при весенней посадке. За счет более продолжительного оттока питательных веществ большее содержание сухого вещества (на 1,9–2,1%) отмечается при укосе ботвы перед уборкой клубней. Бóльшее содержание водорастворимого сахара формируется при укосе ботвы через 20 суток после фазы полного цветения – на 1,8–2,9%, а сырой золы – при ее укосе через 10 суток – на 0,08–0,19%.

Срок посадки не оказал влияния на содержание в клубнях топинамбура сырого

Таблица 8. Содержание сырого протеина, жира и клетчатки

Срок посадки, см (А)	Срок уборки зеленой массы	Биохимические показатели					
		протеин, % на а.с.в.	среднее по А	жир, % на а.с.в.	среднее по А	клетчатка, % на а.с.в.	среднее по А
Весенний	10*	8,3	9,0	2,23	1,91	2,4	2,7
	20*	9,2		1,54		2,8	
	перед уборкой клубней	9,7		1,97		2,9	
Подзимний	10	7,7	8,4	1,48	1,34	2,8	3,0
	20	8,3		1,21		3,1	
	перед уборкой клубней	9,1		1,33		3,1	
Среднее по В1		8,0		1,86		2,6	
Среднее по В2		8,7		1,37		3,0	
Среднее по В3		9,4		1,65		3,0	
НСР ₀₅ гл. эф. по фактору А		F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅	
НСР ₀₅ ч. раз. по фактору А		F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅	
НСР ₀₅ гл. эф. по фактору В		0,5		0,45		F _φ < F ₀₅	
НСР ₀₅ ч. раз. по фактору В		0,8		0,64		F _φ < F ₀₅	
* Суток после фазы полного цветения. Источник: исследования авторов.							

протеина, жира и клетчатки (табл. 8). Содержание сырого протеина оказалось более высоким при максимально позднем укосе зеленой массы – на 0,7–1,4%, а содержание сырого жира, наоборот, при уборке зеленой массы через 10 суток после фазы полного цветения – на 0,49% по сравнению с ее уборкой через 20 суток. Содержание сырой клетчатки варьировалось от 2,6–3,0% и не зависело от срока укоса ботвы.

Выводы

Наибольшую урожайность клубней обеспечивает весенний срок посадки – 21,3 т/га и уборка зеленой массы начиная через 20 суток после фазы полного цветения – 19,0–21,2 т/га.

Густота растений перед уборкой при весенней посадке была на 0,9 шт./м² выше, чем при подзимней, что обусловлено большей густотой всходов – на 0,8 шт./м² и более высокой выживаемостью растений – на 5%. При поздних сроках уборки ботвы густота растений снижается на 0,1–0,2 шт./м².

Большее число клубней в кусте при подзимней посадке – на 4,5 шт./куст и большая средняя масса одного клубня при весенней посадке – на 9,5 г обеспечивают формирование одинаковой продуктивности куста – 632,6–627,5 г. Тенденция роста продуктивности куста от более раннего срока укоса зеленой массы к более позднему – на 141,7–191,3 г обусловлена повышением числа клубней в кусте – на 2,1–3,7 шт. и средней массой одного клубня – на 4,9–5,5 г.

Интенсивный рост числа клубней в кусте в среднем на 15,4 шт. и средней массы одного клубня в среднем на 19,1 г отмечается от фазы бутонизации до фазы цветения. Через 10 суток после фазы полного цветения наблюдается редукция клубней – в среднем на 7,8 шт., или на 35%, а повышение средней массы клубня продолжается в течение 20 суток после полного цветения. При подзимней посадке, начиная с фазы бутонизации, в кусте формируется на 2,8–5,9 клубня больше. Весенняя посадка обеспечивает формирование более крупного клубня – на 6,6–11,1 г.

При весенней посадке доля клубней средней фракции была выше на 7%, крупной – на 8%. Сроки уборки зеленой массы не повлияли на формирование фракционного состава.

Сроки посадки не оказали влияния на биохимический состав клубней за исключением водорастворимого сахара, содержание которого при весенней посадке было выше на 2,2%. Больше содержание сухого вещества (22,3%) и сырого протеина (9,4%) отмечали при укосе зеленой

массы перед уборкой клубней. Больше содержание сырой золы (1,42%) и сырого жира (1,86%) – при уборке зеленой массы через 10 суток, а содержание водорастворимого сахара (15,1%) – через 20 суток после полного цветения.

В технологии возделывания топинамбура на продовольственные цели в Среднем Предуралье посадку клубней рекомендуем проводить весной, уборку зеленой массы – через 20 суток после фазы полного цветения.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамчук А.В., Лаптев В.Р. (2009). Продуктивность топинамбура в зависимости от сроков посадки // Аграрный вестник Урала. № 12. С. 39–40.
- Гордеева Г.Н., Кызынгашева Т.П. (2011). Перспективные для условий Республики Хакасия кормовые культуры // Достижения науки и техники АПК. № 4. С. 50–51.
- Горный А.В., Гурнович Н.П., Жишкевич М.М. (2015). Влияние сроков уборки надземной массы на продуктивность растений топинамбура // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: сб. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. (г. Курск, 28–29 января 2015 г.). Курск: Изд-во Курской ГСХА. С. 175–179.
- Гулянов Ю.А. (2018). Экологическая адаптация топинамбура в степных агроландшафтах на основе природоподобных технологий // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. № 4. С. 2–11.
- Данилов К.П., Щипцова Н.В. (2015). Влияние срока уборки на урожайность листостебельной массы и сбор клубней топинамбура // Агрономия и лесное хозяйство. № 4. С. 34–36.
- Доспехов Б.А. (2011). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: ИД Альянс. 352 с.
- Жангабаева А.С., Сайтова А.К., Гафурова Л.А. [и др.] (2020). Особенности технологии возделывания топинамбура в Южном Приаралье // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: сб. статей (г. Иваново, 2020 г.). Иваново: Изд-во Верхневолжского фед. аграрного научного центра. С. 29–32.
- Жылкыайдарова А.А., Кыздарбек У., Хусан П.Х. (2018). Влияние топинамбурового порошка и молочной сыворотки на физико-химические показатели теста // Дальневосточный аграрный вестник. № 4. С. 246–254.
- Манохина А.А., Старовойтова О.А., Старовойтов В.И. (2018). Оригинальное семеноводство топинамбура // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. № 1. С. 61–65.
- Михеев В.В., Еремченко В.И., Еремин П.А., Пышкин В.К. (2018). К вопросу механизации уборки топинамбура // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. № 3. С. 65–70.
- Сафармади М., Партоев К., Нихмонов И.С. (2020). Продуктивный потенциал топинамбура (*Heliautus tuberosus* L.) в условиях Таджикистана // Известия Оренбургского ГАУ. № 4. С. 82–85.
- Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. (2018). Промышленное выращивание топинамбура для переработки // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ: сб. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. (г. Курган, 6 февраля 2018 г.). Курган: Изд-во Курганской ГСХА. С. 652–656.

- Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. (2017a). Агрометодика выращивания топинамбура // Техника и технологии в АПК. № 1. С. 7–13.
- Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А. (2017b). Уход за посадками топинамбура // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: сб. докл. по мат-лам XII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Великие Луки, 13–14 апреля 2017 г.). Великие Луки: Изд-во Великолукской ГСХА. С. 63–67.
- Ярошевич М.И., Савич И.М., Гиль Т.В. (2012). Изучение и разработка основных приемов агротехники возделывания топинамбура в Беларуси // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: сб. тр. по мат-лам междунар. конф., посв. 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (г. Минск, 19–22 июня 2012 г.). Минск: Изд-во Конфидо. С. 232–236.

Сведения об авторах

Алексей Сергеевич Катаев – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ассистент кафедры садоводства и перерабатывающих технологий, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова (Российская Федерация, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23; e-mail: akataev92@mail.ru)

Сергей Леонидович Елисеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова (Российская Федерация, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23; e-mail: psaa-eliseev@mail.ru)

FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF JERUSALEM ARTICHOKE TUBERS AT DIFFERENT PERIODS OF PLANTING AND HARVESTING OF GREEN MASS

Kataev A.S., Eliseev S.L.

At present, Jerusalem artichoke is considered as a valuable raw material for the food industry due to the unique biochemical composition of its tubers. The lack of developed zonal cultivation technologies prevents wide introduction of this crop into industrial production. In certain regions of Russia, Belarus and Uzbekistan, studies on establishing the optimal timing of spring planting, as well as its comparative evaluation with early winter planting, have been conducted. Scientific novelty of the research is to establish the yield and quality indicators of Jerusalem artichoke tubers at different terms of planting in combination with the timing of harvesting green mass in the soil and climatic conditions of the Middle Ural. Two-year studies were conducted on sod-podzolic medium loamy medium-cultured soils according to generally accepted methods and State Standards. Agrotechnique generally accepted for the Non-Chernozem zone, Jerusalem artichoke planting technology is a ridge planting. It is established that the tuber formation process of Jerusalem artichoke passes in the period from the phase of budding to the phase of full flowering. At this time there is a significant increase in the number of tubers in the bush – by 15.4 units and the average weight of a tuber – by 19.1 g. After the phase of full blooming until the first harvesting of green mass after 10 days, the number of tubers in the bush is reduced

by 35%, and the average mass of a tuber increases within another 20 days. The highest yield of Jerusalem artichoke tubers can be obtained at spring planting – 21.3 t/ha and at harvesting the haulm 20 days after the phase of full flowering – 19.0-21.2 t/ha. The high yield of tubers at spring planting is due to the higher density of plants before harvesting – 0.9 units/m², and at late harvesting terms of green mass – higher productivity of the bush – 141.7–191.3 g. In the spring planting the share of tubers of medium and large fraction increased by 7% and 8%, the content of water-soluble sugar – by 2.2%. The higher content of dry matter – 22,3% and crude protein – 9,4% was noted in cutting of green mass before tubers harvesting, and crude ash – 1,42% and crude fat – 1,86% at harvesting green mass in 10 days after full flowering.

Jerusalem artichoke, planting period, green mass harvesting period, yield, tuber formation, quality.

REFERENCES

- Abramchuk A.V., Laptev V.R. (2009). Topinambur productivity depending on the planting period. *Agrarnyi vestnik Urala=Agrarian Bulletin of the Urals*, 12, 39–40 (in Russian).
- Gordeeva G.N., Kzyngasheva T.P. (2011). Results of researches perspective fodder cultures. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK=Achievements of Science and Technology of AIC*, 4, 50–51 (in Russian).
- Gornyi A.V., Gurnovich N.P., Zhishkevich M.M. (2015). Influence of the harvesting period of aboveground mass on the productivity of topinambour plants. In: *Aktual'nye problemy i innovatsionnaya deyatel'nost' v agropromyshlennom proizvodstve: sb. tr. po mat-lam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Kursk, 28–29 yanvarya 2015 g.)* [Actual Problems and Innovation Activity in Agricultural Production: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference (Kursk, January 28–29, 2015)]. Kursk: Izd-vo Kurskoi GSKhA (in Russian).
- Gulyanov Yu.A. (2018). Ecological adaptation of perspective introduced crops in steppe agrolandscapes based on nature-like technologies. *Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo tsentra UrO RAN=Bulletin of the Orenburg Research Center of the UB of the RAS*, 4, 2–11 (in Russian).
- Danilov K.P., Shchiptsova N.V. (2015). Impact of harvesting time on the Jerusalem artichoke foliar-stems mass and tubers yielding capacity. *Agronomiya i lesnoe khozyaistvo*, 4, 34–36 (in Russian).
- Dospekhov B.A. (2011). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [The Methodology of Field Experience (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. Moscow: ID Al'yans.
- Zhangabaeva A.S., Saitova A.K., Gafurova L.A. et al. (2020). Jerusalem artichoke growing on salted soils of the south Aral Sea region. In: *Sovremennye tendentsii v nauchnom obespechenii agropromyshlennogo kompleksa: sb. statei (g. Ivanovo, 2020 g.)* [Modern Trends in Scientific Support of Agroindustrial Complex: Collection of Articles (Ivanovo, 2020)]. Ivanovo: Izd-vo Verkhnevolzhskogo fed. agrarnogo nauchnogo tsentra (in Russian).
- Zhylkyaidarova A.A., Kyzdarbek U., Khusan P.Kh. (2018). Influence of Jerusalem artichoke powder and whey on physical and chemical parameters of dough. *Dal'nevostochnyi agarnyi vestnik=Far East Agrarian Bulletin*, 4, 246–254 (in Russian).
- Manokhina A.A., Starovoitova O.A., Starovoitov V.I. (2018). Original seed art of Jerusalem artichoke. *Tekhnologii i tovarovedenie sel'skokhozyaistvennoi produktsii*, 1, 61–65 (in Russian).
- Mikheev V.V., Eremchenko V.I., Eremin P.A., Pyshkin V.K. (2018). Mechanization of harvesting of Jerusalem artichoke. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki=Siberian Herald of Agricultural Science*, 3, 65–70 (in Russian).
- Safarmadi M., Partoev K., Nikhmonov I.S. (2020). The productive potential of sun artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) growing in the conditions of Tajikistan. *Izvestiya Orenburgskogo GAU=Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 4, 82–85 (in Russian).

- Starovoitov V.I., Starovoitova O.A., Manokhina A.A. (2018). Industrial cultivation of topinambur for recycling. In: *Nauchnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa regionov RF: sb. tr. po mat-lam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Kurgan, 6 fevralya 2018 g.)* [Scientific Support of Innovative Development of Agroindustrial Complex of Russian Regions: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference (Kurgan, February 6, 2018)]. Kurgan: Izd-vo Kurganskoi GSKhA (in Russian).
- Starovoitova O.A., Starovoitov V.I., Manokhina A.A. (2017a). Agrotechnique cultivation of Jerusalem artichoke. *Tekhnika i tekhnologii v APK*, 1, 7–13 (in Russian).
- Starovoitova O.A., Starovoitov V.I., Manokhina A.A. (2017b). Jerusalem artichoke planting care. In: *Nauchno-tekhnicheskii progress v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve: sb. dokl. po mat-lam XII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh (g. Velikie Luki, 13–14 aprelya 2017 g.)* [Scientific and Technological Progress in Agricultural Production: Proceedings of the 12th International Scientific-Practical Conference of Young Scientists (Velikie Luki, April 13-14, 2017)]. Velikie Luki: Izd-vo Velikolukskoi GSKhA (in Russian).
- Yaroshevich M.I., Savich I.M., Gil T.V. (2012). Study and development of the basic techniques of agrotechnics of Jerusalem artichoke cultivation in Belarus. In: *Introduktsiya, sokhranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobraziya mirovoi flory: sb. tr. po mat-lam mezhdunar. konf., posv. 80-letiyu Tsentral'nogo botanicheskogo sada Natsional'noi akademii nauk Belarusi (g. Minsk, 19–22 iyunya 2012 g.)* [Introduction, Preservation and Use of Biological Diversity of World Flora: Proceedings of the International Conference on the 80th Anniversary of the Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, June 19-22, 2012)]. Minsk: Izd-vo Konfido (in Russian).

Information about the authors

Aleksei S. Kataev – Candidate of Sciences (Agriculture), Senior Researcher, assistant of the Department of Horticulture and Processing Technologies, Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov (23, Petropavlovskaya Street, Perm, 614990, Russian Federation; e-mail: akataev92@mail.ru)

Sergei L. Eliseev – Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov (23, Petropavlovskaya Street, Perm, 614990, Russian Federation; e-mail: psaa-eliseev@mail.ru)