

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ТОПИНАМБУРА  
В ВЕРХНЕВОЛЖЬЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАСЧЕТНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ****Ю.С. Королева, к.с.-х.н., Тверская ГСХА**

*Установлено, что на окультуренных дерново-подзолистых почвах Верхневолжья (Тверь) топинамбур сорта Скороспелка в 1-й год использования посадок без удобрения накапливает 35 т/га сырой биомассы. Внесение удобрений повышает урожай клубней и зеленой массы на 14,2-15,2 т/га. На 2- и 3-й годы пользования сохраняется продуктивность топинамбура, увеличивается содержание сухого вещества и сахара в клубнях при незначительном снижении количества протеина и обменной энергии.*

*Ключевые слова: расчетные дозы удобрений, год использования посадок, урожай зеленой массы и клубней, качество урожая.*

Топинамбур в 21 в. вызывает особый интерес благодаря уникальному химическому составу. Его продукция – клубни и ботва – используется как для получения различных продуктов промышленной переработки: инулина, фруктозы, лечебных препаратов, пищевых добавок, этанола, так и на кормовые цели. Большое значение он имеет в улучшении экологической обстановки, так как не нуждается в обработке посадок пестицидами, что позволяет получать биологически безопасную растительную продукцию для человека и животных благодаря высокой конкурентной способности по отношению к сорнякам, вредителям и болезням. При 3-5-летнем выращивании его на выведенных из сельскохозяйственного назначения землях он позволяет полностью восстановить почвенное плодородие [1, 3].

Удобрения – мощный фактор формирования высокопродуктивных агроценозов сельскохозяйственных культур [4]. Создание промышленных зон топинамбура требует уточнения многих вопросов технологии возделывания, в частности продуктивности посадок при многолетнем возделывании, получении запрограммированных урожаев при внесении расчетных доз органических и минеральных удобрений, сроков их внесения, изменения качества и кормовой ценности урожая. В Верхневолжье эти вопросы изучены недостаточно и являются актуальными.

Цель исследований – выявить продуктивность топинамбура в посадках 1-, 2- и 3-го годов пользования при внесении расчетных доз удобрений под урожай разных уровней, определить оптимальные дозы, сроки внесения органических и минеральных удобрений, обеспечивающие получение наибольших урожаев высокого качества.

**Методика.** Исследования проводили в 2006–2008 гг. в двухфакторных полевых опытах, выполненных в трех закладках, на окультуренной дерново-среднеподзолистой остаточной карбонатной глееватой супесчаной осушенной почве на выведенных полях севооборота опытного поля Тверской ГСХА. Глубина пахотного горизонта 20-22 см, содержание органического вещества (по Тюрину) 2,0-2,2 %, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) 64 – 137 мг,  $P_2O_5$  – 185–321 и  $K_2O$  – 58–167 мг/кг почвы (по Кирсанову),  $pH_{\text{сол}}$  6,5–6,7.

В опыте изучали: сроки внесения удобрений (фактор А): 1 – полная расчетная доза удобрения под посадки 1-го года, на 2- и 3-й годы изучается последствие; 2 – по 1/3 от расчетной дозы в течение трех лет; дозы внесения удобрений (фактор В) на запрограммированные уровни урожаев в 1-й год жизни: по 20, 30, 40 т/га надземной массы и клубней в виде органических (навоз) и минеральных удобрений. Расчетные дозы представлены в таблице 1. Учетная площадь делянки первого порядка 122,4 м<sup>2</sup>, второго – 20,4 м<sup>2</sup>. Повторность –

пятикратная. Объект исследований – лучший для Нечерноземья сорт клубневого направления Скороспелка.

В опыте выполняли наблюдения и определения по накоплению урожаев, структуре и качеству урожая по существующим методикам: Ничипорович, 1956; Шатилов, Каюмов, 1978; Доспехов, 1985; Каюмов, 1989; ЦИНАО, 2002; Усанова, 2004 и др. Урожай учитывали осенью путем взвешивания надземной массы и клубней с учетной площади делянки. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Фишеру (Доспехов, 1985). Содержание сухого вещества по – ГОСТу 27548 – 97; азота – по Кьельдалю (ГОСТ 13496, 4-93 п.2),  $P_2O_5$  – фотометрическим (ГОСТ 26657 – 97 п.4),  $K_2O$  – пламенно-фотометрическим (ГОСТ 30504-97 п.4) методами; обменную энергию и переваримый протеин – по методике ЦИНАО, 2002 [2, 5].

Соблюдали рекомендованную технологию возделывания. Клубни топинамбура сажали в предварительно нарезанные гребни, схема посадки – 70 x 30 см [3]. Использовали отечественный комплекс машин, применяемых для возделывания картофеля.

Погодные условия 2006, 2007 и 2008 гг. отличались от среднеевропейской нормы. Сумма температур за вегетационный период была выше нормы на 210; 295 и 40 °С соответственно, сумма осадков составила 138, 101 и 132 % от нормы. В 2007 г. наблюдались засушливые периоды в мае, июне и сентябре, что отрицательно сказалось на урожае, особенно надземной массы.

**Результаты и их обсуждение.** Прохождение фаз развития топинамбура и продолжительность межфазных периодов в большей степени зависят от хода среднесуточных температур и увлажнения почвы, от года жизни растений и в меньшей от удобрения. Развитие растений в посадках 2- и 3-го годов использования, когда создание агроценоза идет за счет сохранившихся в почве клубней, происходит более быстрыми темпами, чем в 1-й год. Так, в сопоставимых условиях (одного и того же года) у растений 2-3 лет использования образование столонов начинается раньше на 6-10 дней, клубней – на 15-17, цветение на 6-16 дней, чем у растений 1-го года жизни, а продолжительность периода цветения-уборка увеличивается на 9-14 дней, что способствует формированию более высокого урожая клубней.

Повышенное увлажнение в сочетании с умеренными температурами 2008 г. замедлило образование столонов на 10-16, цветение на 8-14 дней.

Высота растений – важный показатель продуктивности агроценоза топинамбура. Наибольшей высоты в 1-й год использования посадок, в среднем за годы, имели растения при внесении NPK в расчете на урожай 40 т/га (199 см), во 2-й год – при внесении 1/3 этой дозы (180 см), в 3-й – 1/3 дозы NPK в расчете на урожай 20 т/га (227 см). Рост растений в высоту зависит от тепло- и влагообеспеченности посадок. В 1-й год жизни наименьшей высоты растения достигли в сухой и теплый 2007 г. (156 см), во 2-ой – в более влажный и холодный 2008 г. (163 см). В 3-й год в сопоставимом 2008 г. растения имели большую высоту, чем в 1-й и 2-й годы, в связи с лучшей реакцией на дробное внесение удобрений. Так, при последствии разовой дозы удобрений высота растений составила 174 см, а при ежегодном внесении 1/3 дозы – 201 см.

Урожайность топинамбура в Верхневолжье в наибольшей степени зависит от условий тепло- и влагообеспеченности

растений, затем от вида и доз удобрений и в меньшей – от срока использования посадок (табл. 1). Так, урожай ботвы в благоприятном 2006 г. в целом по опыту был в 2,4 раза выше, чем в сухом 2007 г., а урожай клубней – в 3,1 раза по сравнению с холодным и сырым 2008 г. От удобрений, в среднем за 3 года, урожай клубней увеличился (в лучшем варианте) в 1,4, ботвы в 1,5 раза. В сопоставимые годы (2007, 2008) урожай ботвы в 1-й год был лишь на 1,8 т/га больше, чем во 2-й, а клубней в 1-й год на 1,3 т/га больше, чем во 2-й год, что находится в пределах ошибки опыта. В 3-й год использования плантации сформирован более высокий урожай ботвы и клубней, чем во 2-й год. По сравнению с 1-м годом на 3-й год получено клубней на 1,8 т/га больше, а зеленой массы на 3,6 т/га меньше.

Выявлена слабая реакция топинамбура на изменение доз

вносимых удобрений. Уменьшение расчетных доз удобрений в 3 раза в 1-й год не сопровождается снижением урожайности как в 1-й, так во 2- и 3-й годы использования плантаций. Так, в 1-й год наибольшие прибавки урожая зеленой массы от удобрений – 7,2 т/га (49%) получены в варианте с внесением NPK на 30 т/га и 1/3 NPK на 40 т/га – 7,6 т/га (52%), клубней – в тех же вариантах 7,7 и 7,6 т/га (36,3 и 37,2%). Навоз обеспечивает получение более высоких прибавок урожая ботвы (на 11-16%) и меньших прибавок урожая клубней (на 5-12%), чем минеральные удобрения. По сумме за 1-, 2-, 3-й годы наибольшие и практически равные урожаи сырой биомассы (142,4-145,2 т/га, ботва + клубни) при прибавках к контролю 33,9-40,8% обеспечивают действие и последствие 90 т/га навоза и действие ежегодного внесения 1/3 доз NPK.

### 1. Урожайность топинамбура под влиянием удобрений и сроков пользования посадок, т/га (над чертой – ботва, под чертой – клубни)

Доза удобрения	Плановая урожайность, т/га	Расчетная доза	1-й г.п.					2-й г.п.				3-й г.п.	
			2006	2007	2008	в среднем	±, %	2007	2008	в среднем	±, %	2008	±, %
Полная (1 раз в 3 года)	15	Без удобрения	19,2	11,6	13,2	14,7	0	14,1	10,0	12,1	0	10,7	0
			26,4	26,6	10,7	21,2	0	21,9	9,0	15,5	0	8,8	0
	30	Навоз, 60 т/га	26,4	11,3	13,9	17,2	17	12,2	10,6	11,4	-5	11,5	7
			36,4	28,1	12,0	25,5	20	23,3	10,9	17,1	11	10,2	16
	40	Навоз, 90 т/га	33,9	11,6	15,4	20,3	38	14,4	10,7	12,6	4	12,4	16
			44,9	24,0	14,3	27,7	31	25,6	13,6	19,6	27	11,2	27
	20	N <sub>98</sub> P <sub>61</sub> K <sub>87</sub>	25,9	10,5	23,1	19,8	35	14,4	10,4	12,4	3	10,3	-4
38,8			29,8	14,3	27,6	30	27,6	9,1	18,4	19	11,7	33	
30	N <sub>219</sub> P <sub>205</sub> K <sub>208</sub>	34,7	9,7	21,4	21,9	49	14,3	10,9	12,6	5	9,8	-8	
		38,9	34,3	13,5	28,9	36	25,7	10,0	17,9	16	10,4	18	
40	N <sub>339</sub> P <sub>352</sub> K <sub>329</sub>	30,0	11,9	17,1	19,7	34	16,8	12,2	14,5	20	10,3	-4	
		40,1	32,0	14,7	28,9	36	28,4	13,2	20,8	35	12,9	47	
В среднем		28,4	11,1	17,4	19,0	35	14,4	10,8	12,6	5	10,8	1	
		37,6	29,1	13,3	26,7	31	25,4	11,0	18,2	18	10,9	24	
1/3 от полной (ежегодно)	15	Без удобрения	20,9	10,6	12,2	14,6	0	14,1	8,8	11,5	0	11,0	0
			26,1	25,6	9,4	20,4	0	21,9	9,1	15,5	0	12,7	0
	30	Навоз, 20 т/га	27,4	10,8	13,8	17,3	18	15,6	9,2	12,4	8	14,5	32
			35,7	25,7	11,0	24,2	19	29,4	10,0	19,7	27	13,9	9
	40	Навоз, 30 т/га	26,9	14,2	17,3	19,5	34	14,4	10,5	12,5	9	10,4	-5
			38,9	27,5	12,4	26,3	29	27,7	9,6	18,7	20	10,7	-16
	20	N <sub>33</sub> P <sub>20</sub> K <sub>29</sub>	28,2	11,5	19,1	19,6	34	14,5	11,1	12,8	12	13,5	23
42,1			27,5	11,0	26,9	32	35,0	12,7	23,9	54	11,9	-6	
30	N <sub>73</sub> P <sub>68</sub> K <sub>69</sub>	28,9	12,6	20,4	20,6	41	13,8	13,7	13,8	20	14,9	35	
		39,1	27,7	12,3	26,4	29	27,6	18,4	23,0	48	18,6	46	
40	N <sub>113</sub> P <sub>117</sub> K <sub>110</sub>	32,9	12,9	20,9	22,2	52	13,0	14,9	14,0	22	18,0	64	
		36,9	34,8	12,2	28,0	37	27,2	13,6	20,4	32	15,7	24	
В среднем		27,5	12,1	17,3	19,0	36	14,2	11,4	12,8	12	13,7	25	
		39,4	30,0	11,8	27,1	29	28,1	12,2	20,2	30	13,9	9	
NCP <sub>05</sub> по А			2,4	0,6	0,8		0,7	0,4		0,5			
			2,5	1,2	0,6		1,1	0,3		0,6			
NCP <sub>05</sub> по В			4,1	1,0	1,3		1,2	0,8		0,9			
			4,3	2,1	1,1		1,9	0,6		1,0			

Близкие к запрограммированным урожаи сформировались в 2006 г. Выше расчетных по сумме урожаев ботвы и клубней они накапливаются при внесении навоза на урожай в 30 т/га ботвы и клубней (62,8–63,1 т/га) и NPK на 20 и 30 т/га (69,7–70,3 и 68,0–73,6 т/га).

Качество и кормовую ценность урожая оценивали по содержанию сухого вещества, сырого и переваримого протеина, сахаров, обменной энергии. Выявлено существенное влияние на эти показатели факторов внешней среды, удобрений и срока пользования посадок.

На качество корма в значительной мере влияет облиственность растений. Она в большей мере увеличивается от удобрений в холодные влажные годы: в 1-й год с 30,0-35,2% на контроле до 41-44% при внесении 90 т/га навоза и 1/3 NPK на урожай 30 т/га; во 2-й год с 32-40,0 на контроле до 36,0-48,0% в варианте с последствием минеральных удобрений на 40 и 1/3 внесения их на урожай 40 т/га; в 3-й год с 33,0 – 44,0 на контроле до 51 и 50,0% в варианте с последействием и внесением 1/3 дозы минеральных удобрений на 30 т/га [5].

Высокими кормовыми достоинствами отличается зеленая масса топинамбура (табл. 2).

### 2. Содержание сухого вещества и сырого протеина в зеленой массе топинамбура в зависимости от года пользования плантации (в среднем за годы исследований)

Вариант опыта		1-й г.п.				2-й г.п.				3-й г.п.			
Срок внесения удобрений	Расчетная доза удобрений – на урожай, т/га	Сухое вещество, %	Сырой протеин, % в АСВ	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % в АСВ	K <sub>2</sub> O, % в АСВ	Сухое вещество, %	Сырой протеин, % в АСВ	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % в АСВ	K <sub>2</sub> O, % в АСВ	Сухое вещество, %	Сырой протеин, % в АСВ	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % в АСВ	K <sub>2</sub> O, % в АСВ
		Без удобрений (контроль)		22,1	4,2	0,3	1,9	22,5	4,2	0,4	1,4	22,2	3,9
1 раз в 3 года	О-40	22,5	4,8	0,5	2,5	20,3	4,2	0,4	2,3	22,8	3,7	0,7	2,4
	М-40	21,5	5,8	0,4	1,6	23,3	4,9	0,4	2,1	28,6	4,8	0,6	2,3
1/3 от дозы		22,3	6,2	0,4	2,1	22,2	4,4	0,4	2,2	25,7	4,1	0,4	2,2

ежегодно	М-40	20,5	7,1	0,4	1,1	25,1	6,5	0,4	1,6	25,2	6,4	0,6	2,2
В среднем по вариантам		21,8	5,6	0,4	1,8	22,7	4,9	0,4	1,9	24,9	4,6	0,6	2,2

*Примечание.* О – 40 – органические удобрения (навоз) на урожай 40 т/га; М – 40 – минеральные удобрения на урожай 40 т/га; АСВ – абсолютно сухое вещество.

Наибольшее содержание сухого вещества накапливается в 1-й год при внесении органических, во 2- и 3-й годы – минеральных удобрений. В среднем по вариантам, этот показатель увеличивается от 1-го ко 2-му и 3-му годам использования посадок. По содержанию сырого протеина преимущество имеет ботва при внесении минеральных удобрений как раз в 3 года, так и по 1/3 дозы ежегодно при всех сроках использования посадок. Его количество в зеленой массе, в среднем по вариантам, снижается от 1-го ко 2-му году на 0,7 %, от 2-го ко 3-му году использования посадок на 0,3%. Внесение 1/3 дозы удобрений ежегодно увеличивает содержание сырого протеи-

на, соответственно по годам пользования, на 1,2; 1,6 и 1,6% в сравнении с полной дозой, внесенной раз в 3 года.

Внесение удобрений повышает содержание сахаров, сырого и переваримого протеина в клубнях топинамбура как в 1-й, так и во 2-ой год использования посадок (табл. 3). Сумма сахаров в большей мере увеличивается в 1-й (на 1,5%) и 2-й (на 0,7%) годы от внесения минеральных удобрений раз в 3 года на урожай в 40 т/га. Отмечается увеличение содержания сахара с 17,8-18,0 в 1-й год до 19,0-20,8% во 2-й год и до 20,0-22,1% в 3-й год использования.

### 3. Содержание питательных веществ (%) и обменной энергии (МДж/кг) в клубнях топинамбура (в среднем за годы исследований)

Вариант опыта		1-й год				2-й год				3-й год
Срок внесения удобрений	Расчетная доза удобрений – на урожай, т/га	Сумма сахаров (на перв. влагу)	Сырой протеин (в АСВ)	Переваримый протеин (в АСВ)	Обменная энергия	Сумма сахаров (на перв. влагу)	Сырой протеин (в АСВ)	Переваримый протеин (в АСВ)	Обменная энергия	Обменная энергия
Без удобрений (контроль)		16,6	7,2	5,0	10,6	17,7	6,2	4,3	10,4	10,4
1 раз в 3 года	О-40	16,6	8,9	6,2	11,6	18,0	5,3	3,7	9,7	8,5
	М-40	18,0	13,9	9,7	13,0	18,4	6,7	4,7	10,7	10,1
1/3 от дозы ежегодно	О-40	17,4	7,5	5,3	11,1	17,8	6,1	4,3	10,4	10,6
	М-40	17,6	6,0	4,2	10,4	18,1	9,9	6,9	12,1	12,3
В среднем по вариантам		17,2	8,7	6,1	11,3	18,0	6,8	4,8	10,7	10,4

Наибольшее содержание сырого и переваримого протеина в 1-й год отмечается при внесении минеральных удобрений раз в 3 года, а во 2-й год – при ежегодном внесении 1/3 НРК. Эти же варианты отличаются более высоким содержанием обменной энергии – 13,0 и 12,1 МДж/кг, что близко к нормативным показателям для КРС (12,3 МДж/га). На 2-й год использования посадок снижается содержание сырого и переваримого протеина, обменной энергии в клубнях, в среднем по опыту, соответственно, на 1,9 и 1,3%, 0,6 МДж/кг. Максимальное количество обменной энергии в клубнях отмечено в 2008 г. – 13,2 МДж/кг.

Ежегодное внесение удобрений по 1/3 от дозы и увеличение срока использования посадок повышают содержание фосфора и калия в зеленой массе. Наибольшее количество P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O накапливается при действии и последствии 90 т/га навоза. В клубнях значительно больше фосфора и калия. В среднем по опыту оно составляет: в 1-й год 0,8 и 2,9, во 2-й год 0,75 и 2,9, в 3-й год 0,8 и 3,0%.

В 1-й год использования некоторое преимущество по содержанию P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O имеют варианты с внесением органических удобрений, на 2- и 3-й годы – минеральных удобрений.

**Выводы.** На окультуренных дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья без внесения удобрений топинамбур сорта Скоропелка в 1-й год использования посадок накапливает свыше 35 т/га сырой биомассы, из которой на долю клубней приходится 58-59% (21,3 т/га). Внесение расчетных доз удобрений повышает урожайность в лучших вариантах на 14,2-15,2 т/га (39,6-43,4%) при сохранении доли

клубней в урожае, улучшает кормовую ценность получаемой продукции.

Трехлетнее использование плантации при соблюдении технологии сохраняет высокую продуктивность посадок, кормовые качества продукции.

При возделывании топинамбура на кормовые цели наиболее выгодно вносить раз в 3 года 90 т/га навоза, сбалансированного по содержанию K<sub>2</sub>O, или ежегодно 1/3 расчетной дозы минеральных удобрений на урожай 20 т/га клубней и соответствующее количество ботвы, что обеспечивает получение не менее 143,7-145,2 т/га биомассы (ботва + клубни).

#### Литература

1. Кочнев Н.К., Калинин М.В. Топинамбур – биоэнергетическая культура 21 века. - М.: Арес, 2002. - 76 с.
2. Королева Ю.С. Продуктивность, качество и кормовая ценность урожая топинамбура при многолетнем его возделывании в зависимости от удобрения / Ю.С. Королева // Инновационное развитие животноводства и кормопроизводства в Российской Федерации/ Сб. науч. трудов по матер. 3 Всерос. науч.-практич. конф. 14-15 февраля 2012 г.- Тверь, Тверская ГСХА, 2012. - С. 107-112.
3. Усанова З.И. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши / З.И. Усанова, А.К. Осербаев. – Учебное пособие. – Тверь: Триада, 2004. – 76 с.
4. Усанова З.И. Формирование высокопродуктивных агроценозов топинамбура: особенности минерального питания, удобрение / З.И. Усанова, Ю.В. Байбакова. -Тверь: Агросфера, 2009. -156 с.
5. Усанова З.И. Продуктивность, качество и кормовая ценность урожая топинамбура при многолетнем возделывании в Центральном Нечерноземье/ З.И. Усанова, А.К. Осербаев, Ю.С. Королева // Кормопроизводство.- 2012.- №5. – С.20-25.

## FORMATION OF TOPINAMBUR YIELD IN THE UPPER VOLGA REGION AT THE APPLICATION OF CALCULATED FERTILIZER RATES

*Yu.S. Koroleva, Tver State Agricultural Academy, ul. Marshala Vasilevskogo 7, Sakharovo, Tver, 170904 Russia  
E-mail: korolevatgsha@yandex.ru*

*It is established that cultivated soddy-podzolic soils in the Upper Volga region (Tver), the topinambur cultivar Skorospelka in the first year of use without fertilization accumulates 35 t/ha raw biomass. Fertilization increases the yield of tubers and green mass by 14.2–15.2 t/ha. In the second and third years of use, the productivity of topinambur is maintained; the content of dry matter and sugars in the tubers increases; the contents of protein and metabolic energy slightly decrease.*

*Keywords: calculated fertilizer rates, year of use, yields of green mass and tubers, crop quality. microfertilizers, application methods, crop gain; recoupmnt of fertilizers.*